

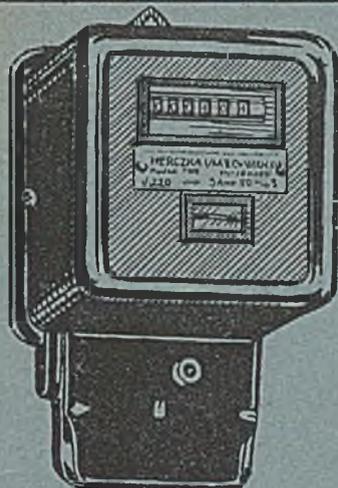
ELEKTROTECHNIK und MASCHINENBAU

WIEN

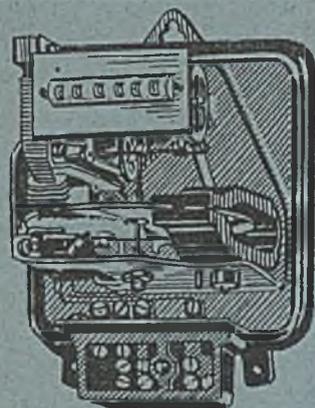
FERNSPRECHER 2403, 4493

6, THEOBALDGASSE 12

45. Jahrgang



Kauft von der inländischen
Elektrizitätszählerfabrik
HERCZKA, UXA & Cie
Wien XIII, Lützowg. 14
Telephon 39-2-30
Außer Kartell!



Das allen Anforderungen entsprechende neue Modell
WV (1925) des modernen Lichtzählers
(Einphasenwechselstrom)

Die hervorragende Qualität unserer
Zähler ist durch staatliche Atteste beglaubigt

Verlangen Sie Prospekte und Offerte

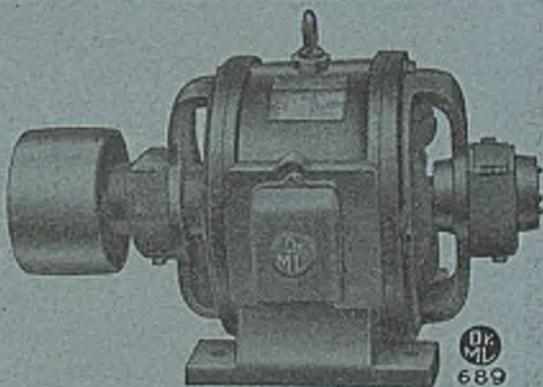
ELEKTROMOTOREN

$\frac{1}{100}$ -200 PS, erstklassig, preiswert, meist lagernd, ferner:

Ventilatoren, Umformer, Ladeapparate, Widerstände, Elektrische Spezial-Konstruktionen

Max Levy
Berlin N 65 Müllerstr. 30
General-Vertretung:

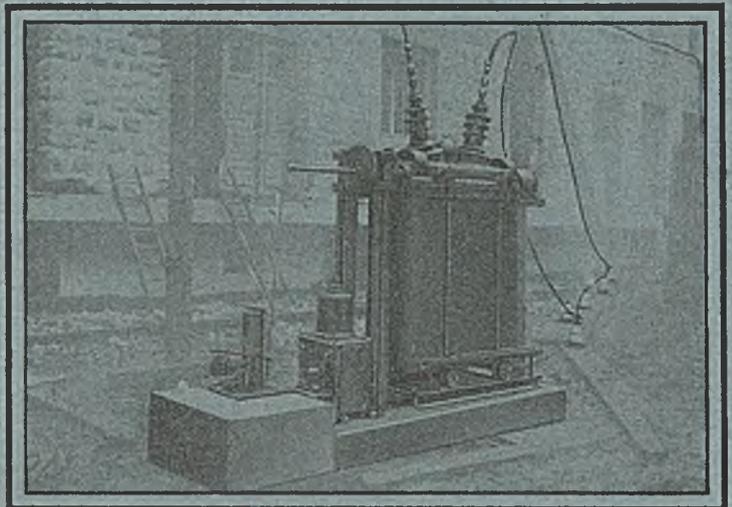
Ing.-Büro A. Hartmann Wien XIII, Leopold Müllerg. 2
Telegramm-Adr.: „Remontor“ Telephon Nr. 85-6-27



Zur Leipziger Messe, Haus der Elektrotechnik, Stand 170

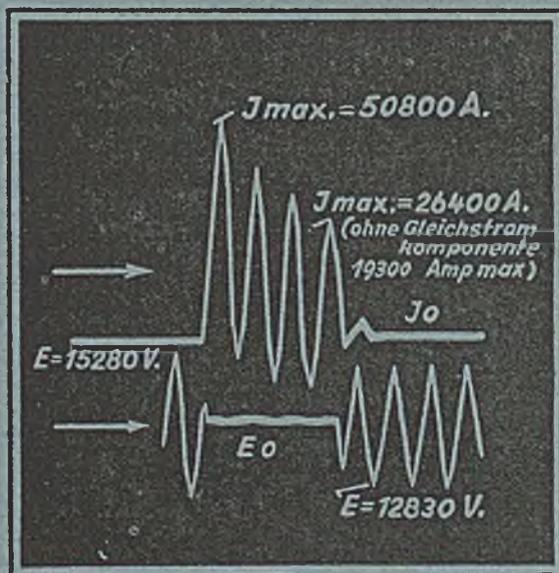
TUNGSRAM D-LAMPE

SPRECHER-SCHUH ÖLSCHALTER



schalten

bei Schaltversuchen im Kraftwerk Ritom
175000 kVA einpolig ab



*Abschaltleistung 175000 kVA
berechnet nach Richtlinien des
SEV ohne Berücksichtigung der
Äsymetrie der Stromkurve.*

*Bei Versuchen mit dem gleichen
Schalter wurde wiederholt bei
51'200 Amp. (Scheitelwert) einge-
schaltet und nach ca. 7 Perioden
10'200 Amp. effektiv ausgeschaltet
bei 15'000 Volt, 16 2/3 Perioden. Der
Schalter war nach den Versuchen
noch betriebsfähig.*



Fabrik elektrischer Apparate

Sprecher, Schuh & Cie. Linz

Stammhaus Aarau (Schweiz)

Sparsam feuern

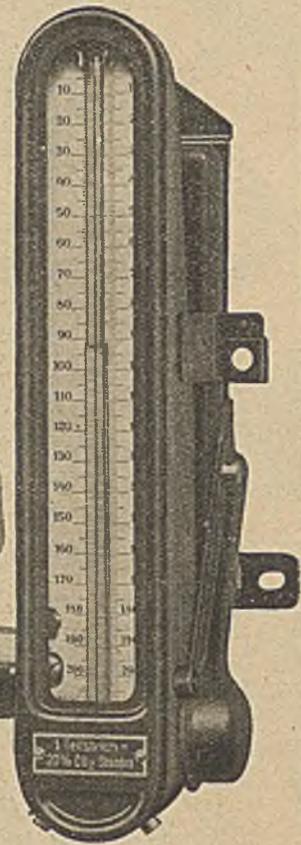
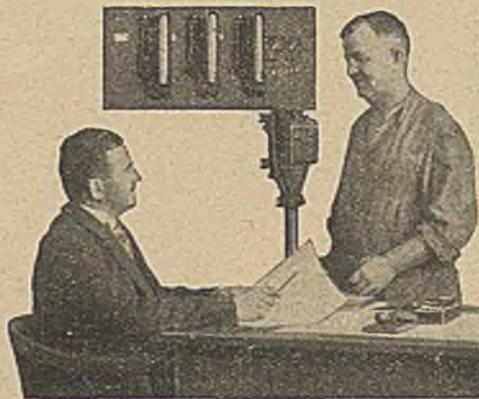
kann Ihr Heizer nur, wenn er sich jederzeit über den Stand der Feuerung zu unterrichten vermag. Dazu braucht er den

Siemens-Rauchgasprüfer

dessen Anzeige-Instrumente ihm unmittelbar am Heizerstand auf großen deutlichen Skalen die Zusammensetzung der Rauchgase ohne Verzögerung angeben.

Noch sparsamer

wird Ihr Heizer aber feuern, wenn Sie ihn durch eine Prämie an den Brennstoffersparnissen interessieren. Die Unterlagen für eine gerechte, also nach dem durchschnittlichen Gehalt der Rauchgase an Kohlensäure bemessene Berechnung der Prämie gibt Ihnen der



Siemens-Rauchgaszähler

Verlangen Sie Drucksachen!

SIEMENS & HALSKE

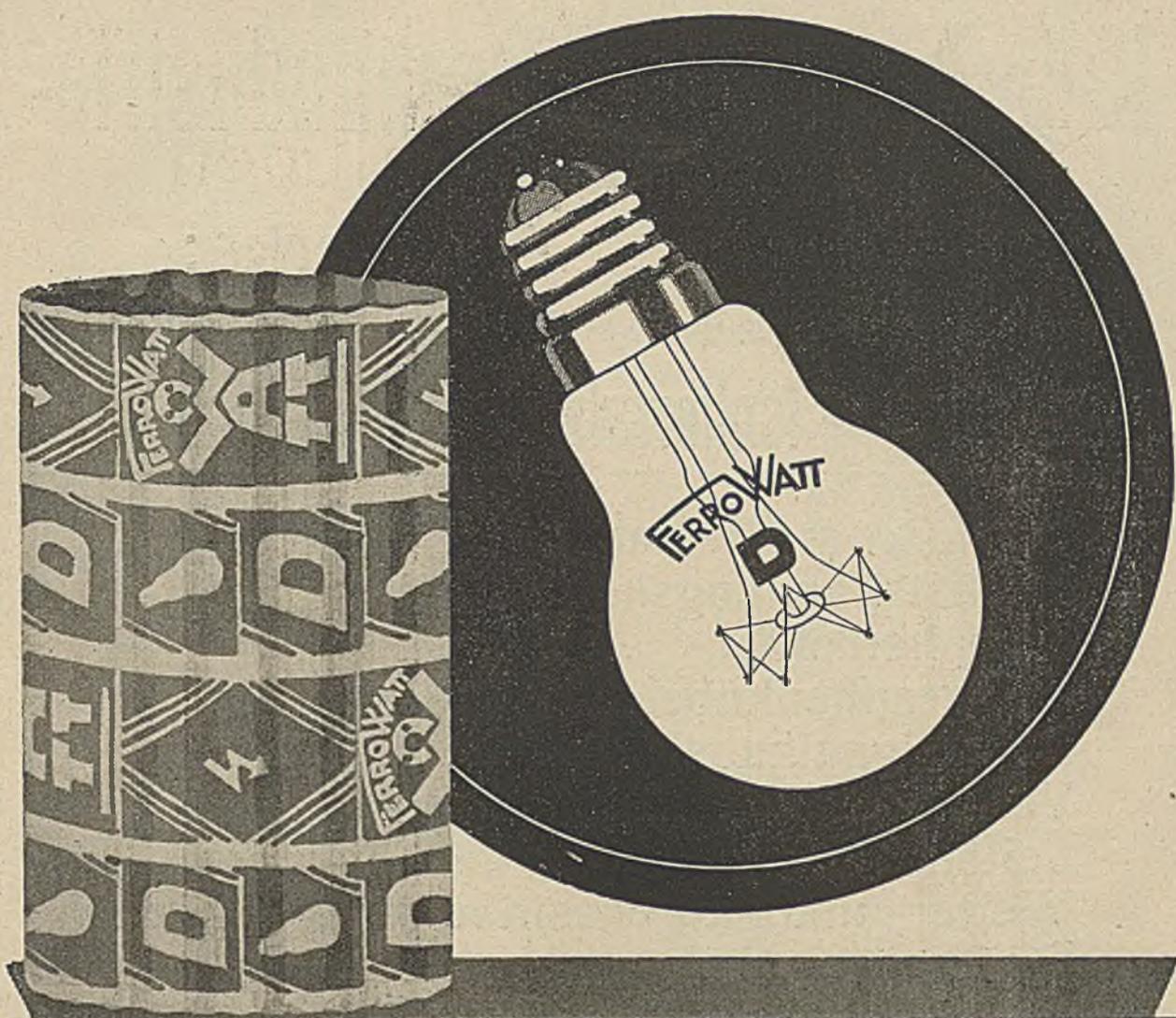
Aktiengesellschaft

WIEN III, APOSTELGASSE 12



Für die
mannigfaltigen
Verwendungen
in der Technik
Vertex
Glühlampen





FERROWATT

BESSERES LICHT IST FORTSCHRITT

Beachten Sie unsere Originalverpackung

Kabelfabrik- und Drahtindustrie-

Aktiengesellschaft

Zentralbüro:

Wien III/1, Stelzhamergasse Nr. 4

Werke:

Wien und Ferlach

Kabelwerke • Isolierrohrfabrik • Gummiwerke

Starkstrom-Bleikabel

Höchstspannungskabel, glimm- und strahlungsfrei
(Patent Höchstädter)

Telephonkabel

Telegraphenkabel

Blocksignalkabel

Verlegung von Kabelnetzen

Leitungsdrähte, Kabel und Schnüre

Wetter- und säurebeständige Leitungen

Dynamo- und Apparatedrähte

Emaildrähte

Kupfer- und Bronzedrähte und -Seile

Eisen- und Stahldrähte und -Seile

Papier-Isolierrohre mit u. ohne Armierung

Isolierrohr-Zubehör

Drahtstifte

Gummon, Gummoid, Futurit (Isoliermaterial in Platten
und Formstücken)

Kunstharz „Bakelite“ zum Imprägnieren von
Wicklungen etc.

LAGER:

Wien III, Stelzhamergasse 4
(Stadtbahnstation Hauptzollamt)

Wien XII, Oswaldgasse 33
(nächst Philadelphiabrücke)

Walzwerke • Drahtzugwerke

KOHLNSTAUBFEUERUNG LOPULCO



Feuerungen mit über 1/2 Million m² Heizfläche
im Betrieb und Bau

Näheres Drucksache 116 L

Kohlenscheidungs-Gesellschaft m.b.H.
Berlin NW 7, Friedrichstr. 100

AFA-AKKUMULATOR-VARTA

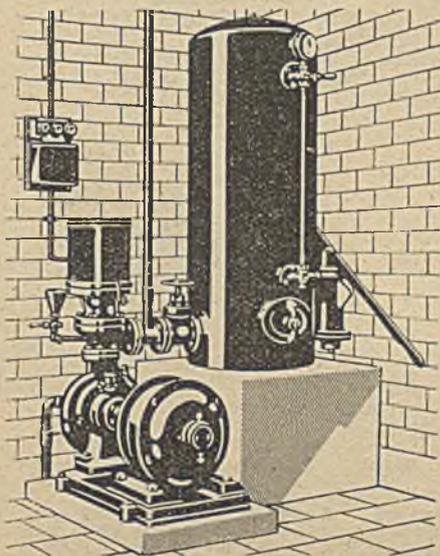
DEAC - EDISON - STAHLAKKUMULATOR

ACCUMULATOREN-FABRIK AKT.-GES.

AFA-BÜRO: I, Wipplingerstr. 23 * VARTA-BÜRO: IV, Waagg. 17-19
Telephon: 69-5-80 Telephon: 56-1-43

Stets frisches Wasser durch „Evolvette“

Selbsttätige Hauswasserpumpe
mit Druckwindkessel und Druckschalter



für:

Landhäuser
Villen
Gutshöfe
Kuranstalten
Hotels
Sanatorien
etc.

Verlangen
Sie
Prospekte!

VAMAG

Oest. Hilpert-
Reutherwerke
Wien X, Erlachg. 117

ARIADNE

DRAHT- UND KABELWERKE A. G.

WIEN XI, LORYSTRASSE NR. 122

TELEPHON 99-2-16 u. 99-4-90

Emaildrähte

0,05-1,00 mm



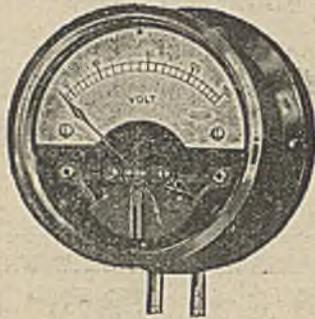
Bevorzugtes
Fabrikat

infolge

**hochwertigster
QUALITÄT!**

Vereinigte Telephon- und Telegraphenfabriks-Aktien-Gesellschaft, Czeija, Nissl & Co

Telephon Nummer 49-5-20 WIEN XX/2, DRESDNERSTRASSE 75 Telegramme: »Hekaphon Wien«



Listen-Nr. 24335

Schalttafel - Instrumente

für Gleich- oder Wechselstrom, mit elektro-
magnetischem System, mit Luftdämpfung

Aufbau und Einbau Type 243

Sockeldurchmesser: 135 mm

Bei Bestellung von Aufbau-Instrumenten ist anzuführen,
ob vorderer od. rückwärtiger Anschluß gewünscht wird

Bei Anschluß an Strom- und Spannungswandler,
Angabe des Übersetzungsverhältnisses erforderlich

Man verlange unsere Liste Nr. 20 S,
über Schalttafel-Instrumente

Meßbereiche bis Volt		5	10	15	25	30	40	60	80	100	120	150	180	250	300	400	500	
Ablesbarkeit beginnend bei $\frac{1}{10}$ des Skalennennwertes	Listen- Nr.	24327	24328	24329	24330	24326	24331	24332	24333	24334	24325	24335	24336	24337	24338	24339	24340	
Meßbereiche bis Ampère		1	5	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300
Ablesbarkeit beginnend bei $\frac{1}{10}$ des Skalennennwertes	Listen- Nr.	24304	24305	24306	24307	24308	24309	24310	24311	24303	24312	24313	24314	24302	24315	24316	24317	24318

ELEKTRIZITÄTS-AKTIENGESELLSCHAFT



HYDRAWERK



Berlin-Charlottenburg 5/EM

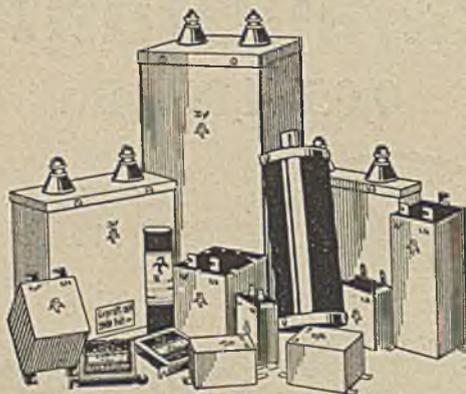
Generalvertreter für Österreich:

Karl Mohr, Wien XIII/10, Fasangartengasse 87

Verkaufsabteilung:

Ing. Heinrich Müller, Wien IX,

Liechtensteinstraße 69



Statische

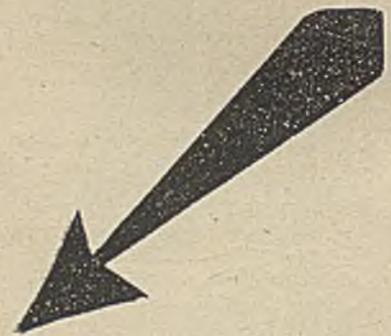
KONDENSATOREN

für die gesamte Elektrotechnik

REIMER

&

SEIDEL



Elektrizitätszähler

WIEN XVIII

Riglergasse 4

Tel. 15-5-82

HOFMANN FABRIKATE

Störungsfreie Verbindungs- und Aufhängestellen
nur mit

Hofmann-Verbindungsmaterial für Freileitungen

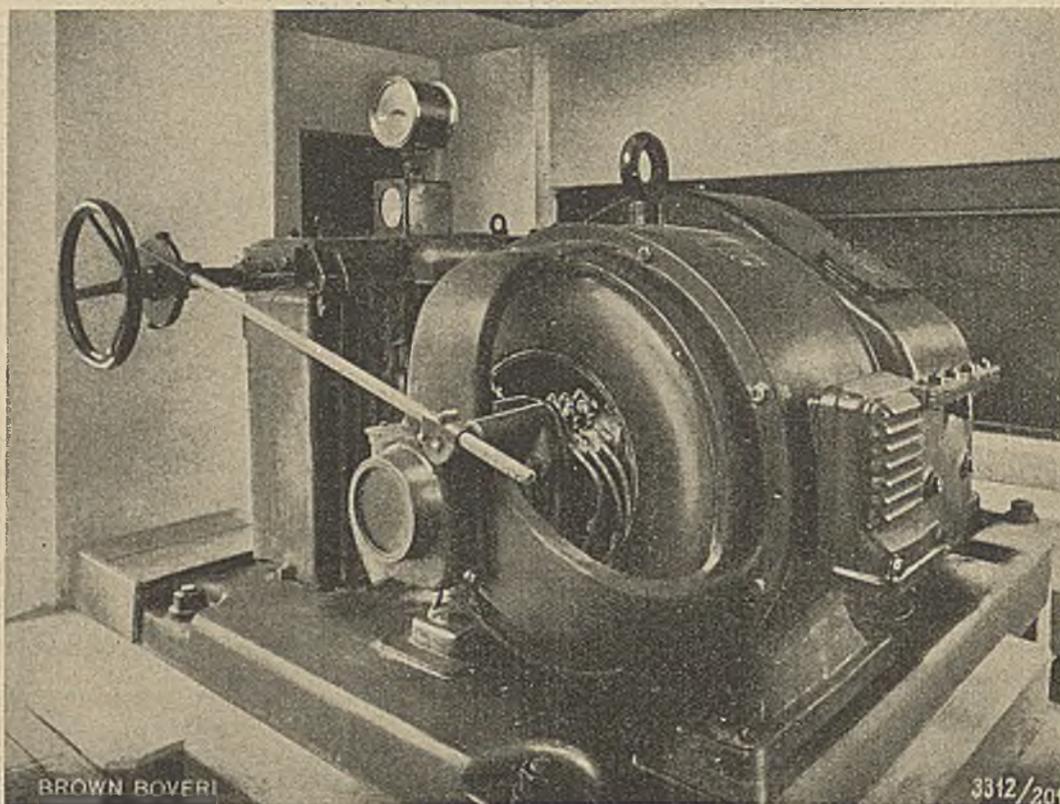
Generalvertretung und Lager für Österreich:
Dr. Paul Holitscher & Co. Wien IV, Starhembergasse 4-6
Telefon Nr. 57550 Serie Telegramm-Adr.: „Elektromaterial“

Rosenthal

Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co. A. G. Selb i. B.
Generalvertretung:
R. Haardt & Co., Wien IX, Universitätsstraße 8

Guido Rütgers
WIEN, KALIECHTENSTEINSTRASSE 20

Antrieb für eine Zementmühle



bestehend aus:

einem Drehstrom-Motor 250 PS, 980 U. p. M. mit angebautem Schaltkasten, welcher den Statorschalter mit Überstrom- und Nullspannungsauslösung sowie den Rotoranlasser enthält,

direkt gekuppelt mit:

einem Spezial-Getriebe, Bauart Brown-Boveri, Übersetzung 980/112 U. p. M. dessen Radstummel direkt mit der Mühlenwelle gekuppelt ist.

Die In- und Außerbetriebsetzung des ganzen Aggregates erfolgt mittels eines einzigen Handrades.

Das Aggregat läuft in einem vom Mühlenraum vollkommen getrennten Motorraum.

**ÖSTERREICHISCHE
BROWN BOVERI-WERKE A.G.
WIEN X**

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien

Schriftleitung: Ing. A. Grünhut

Nachdruck nur mit Bewilligung der Schriftleitung, auszugsweise Wiedergabe nur mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien“ gestattet.

45. Jahrgang

Wien, 30. Jänner 1927

Heft 5

INHALT: *Der einphasige, zusätzliche Kraftfluß des dreiphasigen Transformators.* Von Dr. techn. M. Vidmar, ord. Professor an der Universität Ljubljana. S. 81.

RUNDSCHAU: *Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.* S. 94. | *Schaltanlagen, Schalt- und Sicherungsgeräte.* S. 94. | *Elektrische Meßkunde.* S. 95. | *Elektrische*

Antriebe, Arbeitsmaschinen. S. 95. | *Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.* S. 96. | *Elektrische Apparate.* S. 96. | *Elektrische Heizung, Elektrische Öfen, Elektrometallurgie.* S. 97. | *Bausstoffe.* S. 97. | *Magnetismus und Elektrizitätslehre, Physik.* S. 98.

LITERATURBERICHTE. S. 99.

VEREINSNACHRICHTEN. S. 100.

Der einphasige, zusätzliche Kraftfluß des dreiphasigen Transformators.

Von Dr. techn. M. Vidmar, ord. Professor an der Universität Ljubljana.

Die in Europa übliche Bauart des dreiphasigen Transformators mit ihrem dreiphasigen Eisenkern (Abb. 1) geht eigentlich in der Ausnützung der Vorteile mehrphasiger symmetrischer Stromsysteme zu weit. Es ist gewiß verlockend, sich darauf zu verlassen, daß die Summe der Phasenströme, elektrischer und magnetischer, in jedem Augenblick gleich null ist. Es ist für den Konstrukteur selbstverständlich, die überflüssige Rückleitung der im Sternpunkt zusammenfließenden Ströme wegzulassen. Die Material sparende Sternschaltung be-

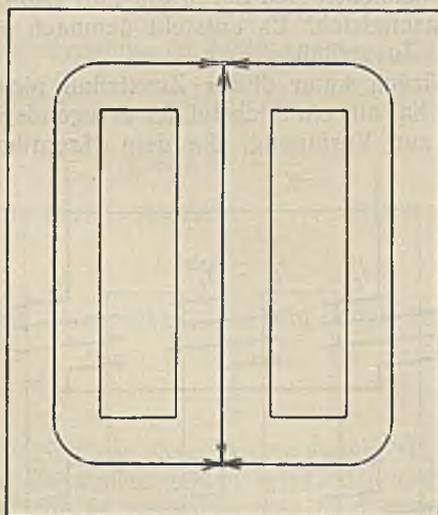


Abb. 1.

herrscht daher, wo es angeht, den europäischen Drehstromtransformator, der Kraftfluß ist wenigstens immer beiderseits in Stern geschaltet.

Die Schaltung verpflichtet. Der Transformator arbeitet unter Zwang. Natürlich bleibt alles in Ordnung, solange die Voraussetzungen alle erfüllt sind, solange die magnetischen und die elektrischen Ströme wirklich symmetrische Mehrphasensysteme bilden. Der Zwang der Schaltung wird aber sofort fühlbar, wenn die Symmetrie der Belastung gestört wird.

Der amerikanische Transformatorbau gibt den dreiphasigen Transformatoren erheblich mehr Freiheit. Er setzt sie aus drei einphasigen Transformatoren zusammen, er schaltet wenigstens die Phasenkraftflüsse nicht zusammen, sondern läßt sie vollkommen selbständig. Er kennt auch deshalb die Mehrzahl der Schwierigkeiten nicht, die sich bei Unsymmetrien beim europäischen Dreiphasentransformator einstellen.

Man braucht nicht lange zu suchen, wenn man die Möglichkeit einer Unsymmetrie finden will. Jeder Lichttransformator muß von vornherein mit einphasigen Belastungen rechnen. Wir bauen kaum noch einen nicht zu großen Drehstromtransformator, ohne sekundäre Nullpunktsklemme, weil wir die Belastung nur einer Phase ermöglichen wollen und müssen.

Aber der Lichtbetrieb ist zwar die wichtigste, aber nicht die einzige Quelle von Unsymmetrien. In Fällen der Not muß zuweilen der Drehstromtransformator in V-Schaltung arbeiten. Er wurde in einer Phase beschädigt, kann sie daher nicht mehr belasten. Er nimmt in V-Schaltung eine schwerwiegende Unsymmetrie auf sich.

Es gibt übrigens eine unansehnliche Unsymmetrie, die jeder Drehstromtransformator europäischer Bauart immer aufweist. Die Magnetisierungsströme der drei Phasen sind nie gleich groß. Man braucht sich nur Abb. 1 flüchtig anzusehen, um sogleich zu erkennen, daß der Kraftfluß der mittleren Säule einen weit kürzeren Weg vom Sternpunkt zum Sternpunkt des Kraftflußsystems hat, als die beiden anderen Kraftflüsse.

Nun, Unsymmetrien sind da, Schwierigkeiten müssen entstehen. Sie lassen sich auch meistern. Bekannt sind die Hilfsmittel, die für den Lichtbetrieb angewendet werden müssen. Weniger bekannt sind die Feinheiten der V-Schaltung. Aber die vorliegende Arbeit hat einen besonderen Zweck. Sie soll zeigen, daß immer wieder bei Unsymmetrien ein zusätzlicher einphasiger Kraftfluß entsteht, den der Transformator nicht braucht, der

in unerwünschter Weise in das physikalische Spiel eingreift, der sehr empfindlich den Betrieb stören kann. Die Aufgabe soll hier erledigt werden, diesen einphasigen Zusatzfluß der Theorie des Transformators endgültig einzuverleiben. Dabei ergibt sich eine klare Theorie der Lichtschaltungen und der V-Schaltung von selbst.

Am einfachsten gewinnt man ein klares Bild des einphasigen Zusatzflusses des Drehstromtransformators, wenn man die Folgen der Ungleichheit der drei Magnetisierungsströme untersucht. Die mittlere Säule braucht, wie bereits erwähnt, einen weit kleineren Magnetisierungsstrom als die beiden äußeren Säulen. Es kann ganz leicht sein, daß auf

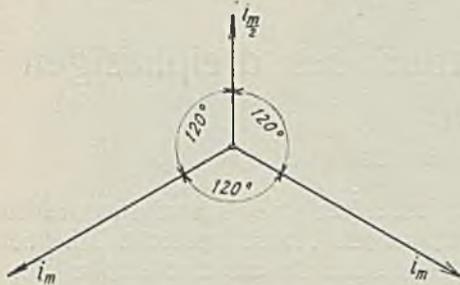


Abb. 2.

diese Weise der eine Magnetisierungsstrom auf die Hälfte der beiden anderen heruntersinkt. Ein Vektorenbild nach Abb. 2 wäre somit zu erwarten.

Die zweifellos notwendige Stromverteilung im Leerlauf nach Abb. 2 ist unmöglich. Die Sternschaltung der drei Phasen läßt sie ebensowenig zu wie die Dreieckschaltung. Das Stromvektorenpolygon muß sich schließen, die Summe der drei Magnetisierungsströme muß null sein.

Es gibt nur einen Ausweg. Jede der drei Phasen muß einen gleich großen, zusätzlichen Magnetisierungsstrom aufnehmen, der ein Drittel der Verkleinerung des einen Magnetisierungsstromes wettmacht. Wenn also die mittlere Säule nur den halben Magnetisierungsstrom braucht, muß

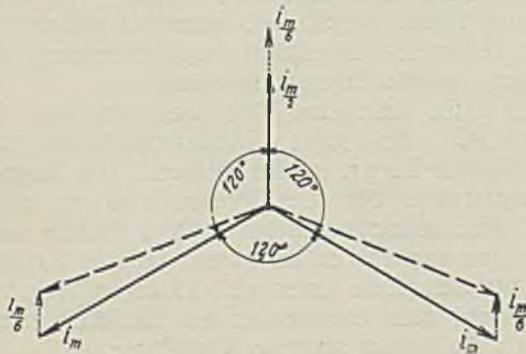


Abb. 3.

der zusätzliche Magnetisierungsstrom jeder Phase ein Sechstel der Höhe des notwendigen Stromes einer äußeren Säule betragen.

Die drei zusätzlichen Ströme müssen gleich groß und phasengleich sein. Nur dann nämlich heben sie sich in den drei geschlossenen Eisenkreisen des Transformators magnetisch auf. Sie müssen mit

dem Magnetisierungsstrom der mittleren Säule in Phase sein. Nur dann schließen sie das ursprünglich offene Vektorenpolygon. Abb. 3 zeigt das tatsächliche Vektorenbild der Leerlaufströme.

Die drei zusätzlichen Magnetisierungsströme heben sich gegenseitig im Eisen magnetisch auf. Aber sie bilden doch ein magnetisches Feld. Der Weg im Eisen ist versperrt, der Weg durch die

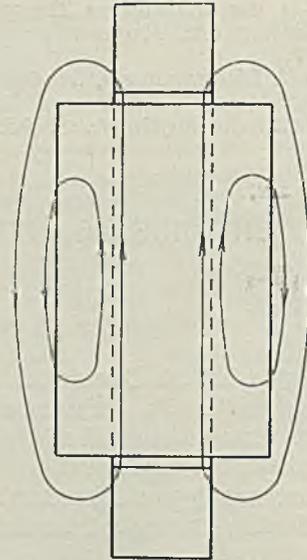


Abb. 4.

Luft offen. Die drei Zusatzflüsse strömen durch die drei Säulen, benützen natürlich nicht die Joche, sondern schließen sich durch die Luft (Abb. 4). Sie sind phasengleich. Es entsteht demnach ein einphasiger Zusatzfluß.

Natürlich kann dieser Zusatzfluß nicht stark sein. Er hat nur ein Sechstel der erregenden Durchflutung zur Verfügung, die dem Hauptfluß dient

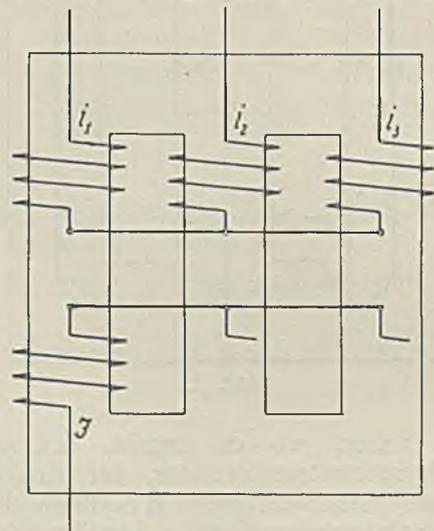


Abb. 5.

und dazu einen erheblich größeren magnetischen Widerstand. Aber die Stärke ist zunächst unbedeutend, es handelt sich vor allem um das Wesen, um die Form des Zusatzflusses.

Der einphasige Zusatzfluß des Leerlaufes ist dem amerikanischen Drehstromtransformator un-

bekannt. Schon deshalb, weil kein Grund für Ungleichheiten der drei Magnetisierungsströme vorliegt. Aber selbst wenn die drei gleichen Phasentransformatoren ungleiche Magnetisierungsströme brauchen, entstehen ganz andere Folgen, die gewöhnlich durch Ziehen des Nulleiters, auch hochspannungsseitig, erledigt werden.

Ein ungleich ernsteres Bild des einphasigen Zusatzflusses erhält man bei einphasiger Vollast, wie sie immerhin im Lichtbetrieb vorkommen kann. Im Leerlauf wird nämlich der einphasige Zusatzfluß kaum von 1 bis 2 Hundertstel des Vollaststromes erregt, bei einphasiger Vollast, wie wir gleich sehen werden, von $33\frac{1}{3}$ Hundertsteln.

Ein Lichttransformator in beiderseitiger Sternschaltung ohne primären Nulleiter, gibt das Belastungsbild der Abb. 5. Der Einfachheit halber soll die Windungszahl primär und sekundär gleich angenommen werden. Dem Vollstrom I der belasteten Phase werden Belastungsströme in allen drei Primärphasen i_1 , i_2 und i_3 magnetisch das Gleichgewicht halten müssen.

Wenn primär und sekundär entgegengesetzter Wicklungssinn angenommen wird, müssen folgende Gleichgewichtsgleichungen für die drei geschlossenen magnetischen Stromkreise gelten:

$$\begin{aligned} I - i_1 + i_2 &= 0, \\ I - i_1 + i_3 &= 0, \\ i_2 - i_3 &= 0. \end{aligned}$$

Die primäre Sternschaltung schreibt außerdem vor:

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0.$$

Die Stromverteilung ist damit gegeben. Es ist:

$$i_1 = \frac{2}{3} I,$$

$$i_2 = i_3 = -\frac{I}{3}.$$

Man kann auch schreiben:

$$i_1 = I - \frac{I}{3}$$

und sieht dann sofort, daß auf jeder Säule der Strom

$$-\frac{I}{3}$$

örtlich magnetisch ohne Gegengewicht ist, so daß er einen Zusatzfluß bilden wird, der sich durch die Luft schließt, genau so, wie im Leerlauf.

Es ist bemerkenswert, daß auch diesen beachtenswerten Zusatzfluß der amerikanischen Drehstromtransformator nicht kennt. Er muß den einphasigen Belastungen mit dem primären Nulleiter jede Schärfe wegnehmen und erreicht dies offenbar in vollkommener Weise. Selbstverständlich steht auch dem europäischen Drehstromtransformator der Ausweg des primären Nulleiters zur Verfügung. Aber wir ziehen hochspannungsseitig in unseren Anlagen den Nulleiter nicht gern.

Der einphasige Zusatzfluß bekommt eine ganz besondere Bedeutung bei der V-Schaltung. Diese Notschaltung ist nicht ohne praktischen Wert. Ein Transformator, der hochspannungsseitig in Dreieck

geschaltet ist, kann auch noch nach Entfernung einer Phasenwicklung weiterarbeiten. Dem Dreieck fehlt dann wohl eine Seite, aber die drei Eckpunkte sind noch immer da. Der Anschluß an das Netz geschieht nun elektrisch in den drei Eckpunkten des Spannungsdreieckes, materiell in den drei Klemmen des Wicklungsdreieckes. Der Betrieb der Schaltung nach Abb. 6 ist somit möglich.

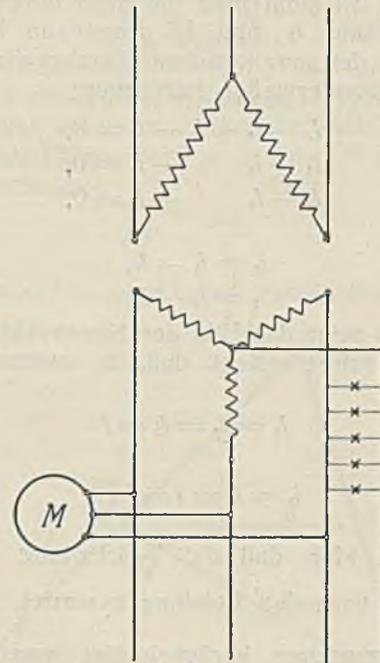


Abb. 6.

Der Hauptkraftfluß des in V-Schaltung arbeitenden Transformators ist ganz normal. Magnetisierungsströme fließen zwar nur noch in den zwei übrig gebliebenen Phasenwicklungen, aber sie müssen zwei Phasenflüsse erzeugen, die gleich groß und um 120° phasenverschoben sind. Die den

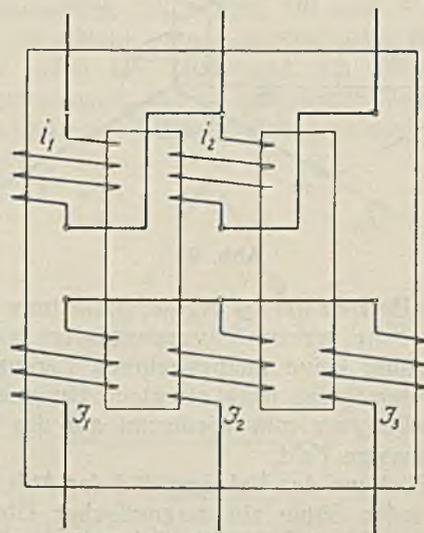


Abb. 7.

beiden Phasenwicklungen aufgedrückten Spannungen verlangen es. In der dritten Säule, auf der keine Primärwicklung sitzt, fließt natürlich die Summe der beiden Phasenflüsse. Genau so ist aber

die Kraftflußverteilung auch sonst bei normalem Betrieb. Niederspannungsseitig wird sich nach all dem im Leerlauf nichts ungewöhnliches zeigen.

Denkt man sich nun den primär in V-Schaltung angeschlossenen Transformator sekundär symmetrisch vollbelastet, so daß er in jeder Phase I Ampere abgibt und nimmt wiederum wegen der Einfachheit die Windungszahlen primär und sekundär gleich, so kann man die zwei möglichen Belastungsströme i_1 und i_2 primär an Hand der Abb. 7 aus den magnetischen Gleichgewichtsbedingungen folgendermaßen berechnen:

$$I_1 - i_1 + i_2 - I_2 = 0,$$

$$I_1 - i_1 - I_3 = 0,$$

$$I_2 - i_2 - I_3 = 0,$$

das heißt:

$$i_1 = I_1 - I_3,$$

$$i_2 = I_2 - I_3.$$

Abb. 8 zeigt das Bild der Stromvektoren, aus dem man sofort ersieht, daß, da angenommenermaßen

$$I_1 = I_2 = I_3 = I$$

ist,

$$i_1 = i_2 = i = I\sqrt{3}$$

sein muß.

Es ist klar, daß die V-Schaltung nur noch $\frac{1}{\sqrt{3}}$ tel der normalen Leistung gestattet, wenn die Erwärmungsgrenze berücksichtigt werden muß. Natürlich ist die Notschaltung, die es gestattet, den

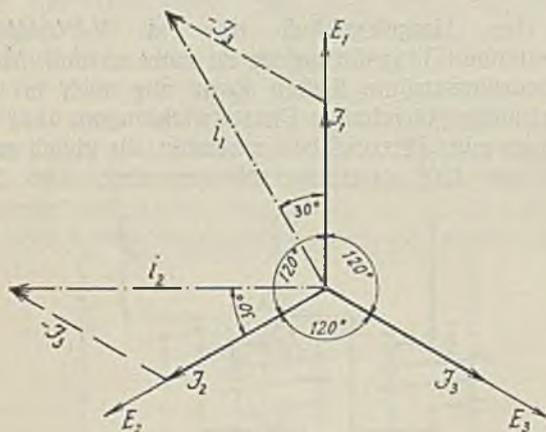


Abb. 8.

gestörten Betrieb mit 60 vH der Belastung weiterzuführen, sehr wertvoll, vorausgesetzt natürlich, daß sie sonst keine unangenehmen Eigenschaften hat. Bei der Suche nach etwaigen Unannehmlichkeiten stoßen wir nun wiederum auf das zusätzliche einphasige Feld.

Ein Blick auf das Vektorenbild der Abb. 8 zeigt, daß auf jeder Säule ein magnetischer Überschuß von I_3 A vorhanden ist. Die Sekundärdurchflutung der Säule, die primär keine Wicklung trägt, erregt auf jeder Säule den zusätzlichen einphasigen Fluß der V-Schaltung. Dieser Zusatzfluß ist noch kräftiger als bei der einphasigen Belastung des normalen Transformators und zwar scheinbar

dreimal, in Wirklichkeit nur $\sqrt{3}$ -mal, weil eben die volle Leistung nicht mehr erhältlich ist.

Es gibt noch einen einphasigen Zusatzfluß, der für den modernen Drehstromtransformator wichtig werden kann und zwar einen zweiten Zusatzfluß im Leerlauf. Bekanntlich haben die Magnetisierungsströme bei den jetzt üblichen und möglichen hohen Sättigungen starke Oberwellen dreifacher Periodenzahl. Nun sind die drei Oberwellen der drei Phasenmagnetisierungsströme phasengleich. Bei primärer Sternschaltung ohne Nulleiter können sie gar nicht in die Wicklung fließen. Da sie aber der Transformator haben muß, nimmt er gleichzeitig mit ihnen gleich große aber entgegengesetzt gerichtete Zusatzströme dreifacher Periodenzahl auf.

Diese Zusatzströme sind überflüssig. Da sie gleich groß und phasengleich sind, können sie, wie oben festgestellt, in den drei geschlossenen Eisenkreisen des Drehstromtransformators nicht zur Geltung kommen. Aber sie erzeugen wieder einen einphasigen Zusatzfluß, dreifacher Periodenzahl natürlich. Die Stärke dieses Zusatzflusses hängt ganz von der Sättigung des Eisens ab. Sie dürfte normal von der Größenordnung des oben zuerst beschriebenen Zusatzflusses im Leerlauf sein.

Man sieht aus den beschriebenen, gewiß praktisch wichtigen Fällen, daß der unter Schaltungszwang arbeitende Drehstromtransformator immer wieder mit einem einphasigen Zusatzfluß antwortet, wenn die vorausgesetzte Stromsymmetrie gestört wird. Die Sternschaltung ohne Nulleiter und die V-Schaltung erwiesen sich dabei als besonders unnachgiebig. Nun gilt es, festzustellen, wie sich das einphasige Zusatzfeld auswirkt.

Es ist zunächst zweifellos, daß der Zusatzfluß Spannungen hervorbringt, Spannungen, die man nicht braucht, also praktisch Abfallspannungen. Man wäre geneigt, damit zu rechnen, daß bei einphasiger Belastung des primär in Stern geschalteten Transformators ohne Nulleiter und bei der V-Schaltung ganz gewaltige zusätzliche Spannungsabfälle auftreten, die den Transformator ganz unbrauchbar machen müßten. Wenn man aber bedenkt, daß der Zusatzfluß beide Wicklungen ebenso umschlingt, wie der Hauptfluß und nicht in verkehrtem Sinne wie der normale Streufluß, wird man nachdenklich.

Sehr ungezwungen kommt man zu folgender Vorstellung. Die vom Zusatzfluß in der Primärwicklung induzierte Spannung subtrahiert sich von der aufgedrückten Phasenspannung, so daß die innere vom Hauptkraftfluß induzierte Phasenspannung um die Zusatzspannung kleiner wird. Natürlich wird dann auch die Sekundärspannung kleiner. Aber der Zusatzfluß vergrößert sie wieder auf die normale Größe, weil er ihr ebenso seine Zusatzspannung gibt, wie primär. Demnach würde der Zusatzfluß ganz ohne elektrische Folgen sein und er würde die Transformation eigentlich gar nicht stören.

Das Bild ist falsch. Es entspricht dem Vektorenbild der Abb. 9, das auf den ersten Blick nichts

unzulässiges enthält. Es ist gleichwohl unmöglich, denn es berücksichtigt die Schaltung des Hauptkraftflusses nicht. Der Fehler ist leicht nachzuweisen.

Das aufgezwungene Spannungsdreieck ABC setzt, wie weiter unten bewiesen wird, außerdem aber selbstverständlich ist, den neutralen Punkt in O , im Schwerpunkt des Dreiecks voraus. Aber im Transformator erzeugt das einphasige Zusatzfeld Spannungen, die offenbar das aufgezwungene Spannungsdreieck des Hauptkraftflusses nach $A'B'C'$ verschieben. Fehlerhaft ist es nun, wie oben

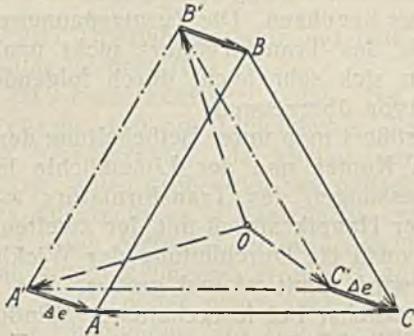


Abb. 9.

geschehen, anzunehmen, daß der neutrale Punkt des Spannungssystems des Hauptkraftflusses in O bleibt. Er muß mit dem Schwerpunkt O' des Dreiecks $A'B'C'$ zusammenfallen.

Daß O tatsächlich nicht mehr der Nullpunkt ist, folgt daraus, daß die vom Hauptkraftfluß induzierten Phasenspannungen nicht $A'O$, $B'O$ und $C'O$ (Abb. 10) sein können. Die drei Phasenkraftflüsse sind selbstverständlich den induzierten Phasen-

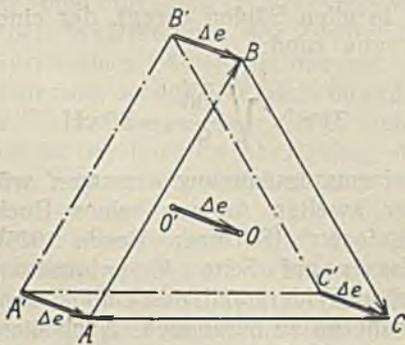


Abb. 10.

spannungen proportional, aber sie müssen ein geschlossenes Vektorenpolygon bilden, damit die in dem Aufbau des Eisenkernes vorausgesetzte Sternschaltung der Flüsse möglich ist. Daß nun $A'O$, $B'O$ und $C'O$ nicht die Summe null geben, liegt auf der Hand. Der Nullpunkt O muß sich demnach verschieben.

Wenn, ganz allgemein, einem Dreiphasentransformator ein Spannungsdreieck mit den Seiten E_1 , E_2 und E_3 aufgedrückt wird, muß er mit induzierten Phasenspannungen e_1 , e_2 und e_3 (Abb. 11) antworten, die zu zweien je einer aufgedruckten Spannung das Gleichgewicht halten:

$$\begin{aligned} e_1 - e_2 &= E_3, \\ e_2 - e_3 &= E_1, \\ e_3 - e_1 &= E_2. \end{aligned}$$

Wegen der Sternschaltung der drei Phasenkraftflüsse muß außerdem

$$e_1 + e_2 + e_3 = 0$$

sein. Es ist demnach zum Beispiel

$$e_2 = \frac{E_1 - E_3}{3}.$$

Abb. 11 erklärt die Auffindung des Nullpunktes. Sie zeigt, daß die beiden Dreiecke ADC und ABF ähnlich sind. Es ist somit nicht nur CF gleich FA , sondern auch noch

$$BF = \frac{3e_2}{2}.$$

Der Nullpunkt O liegt auf einer Schwerlinie, auf der

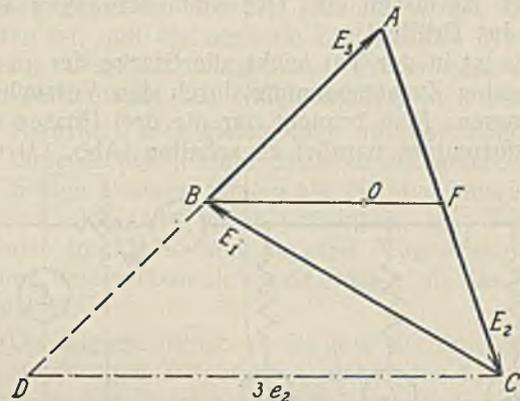


Abb. 11.

er ein Drittel bzw. zwei Drittel abschneidet, er fällt demnach mit dem Schwerpunkt zusammen.

Wenn nach all dem der einphasige Zusatzfluß mit seinen Zusatzspannungen das aufgezwungene Spannungsdreieck ABC (Abb. 10) nach $A'B'C'$ verschiebt, verschiebt er gleichzeitig auch den Nullpunkt O nach O' . Nun sind die tatsächlichen Phasenspannungen, wie sie gemeinsam vom Hauptkraftfluß und vom Zusatzkraftfluß erzeugt werden

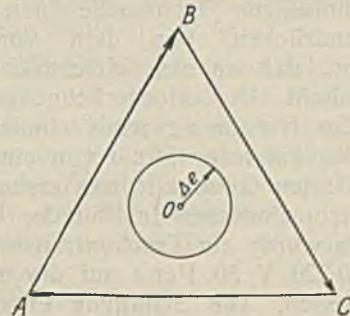


Abb. 12.

$O'A$, $O'B$ und $O'C$. Selbstverständlich entsteht das verzerrte Spannungssystem in der gleichen Form primär und sekundär.

Die Verzerrung des Spannungssystems hängt nicht nur von der Größe der Zusatzspannung, das heißt, von der Stärke des einphasigen Zusatzflusses

ab. Die Phase dieser Zusatzspannung entscheidet über das Schicksal der einzelnen Phasen des Transformators. Abb. 12 zeigt, daß bei gegebener Stärke des einphasigen Zusatzflusses der Nullpunkt des verzerrten Spannungssystems überall auf dem um den ursprünglichen Nullpunkt mit der gegebenen Zusatzspannung als Halbmesser beschriebenen Kreis liegen kann.

Das einphasige Zusatzfeld ist ein gefährlicher Feind der Symmetrie des Spannungssystems. Es ändert nicht nur die Phasenverschiebungen, die 120° betragen sollen, es ändert auch noch die Größe der Phasenspannungen, es bringt demnach praktisch gesprochen, sehr unangenehme Spannungsabfälle.

Die Frage läßt sich nicht unterdrücken, wie groß eigentlich die Zusatzspannungen sein können. Rechnerisch läßt sie sich nicht leicht beantworten, weil der magnetische Widerstand des Zusatzflusses schwer zu fassen ist. Der einfachste Weg geht über das Prüffeld.

Es ist in der Tat leicht, die Stärke der zu erwartenden Zusatzspannung durch den Versuch zu bestimmen. Man braucht nur die drei Phasen des Transformators parallel zu schalten (Abb. 13) und

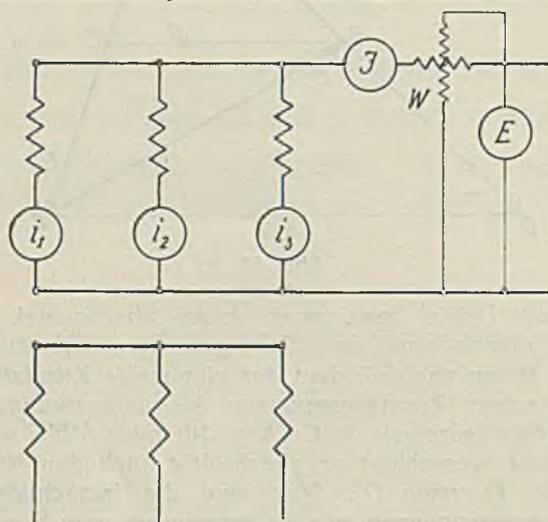


Abb. 13.

von einer einphasigen Stromquelle einen passenden Strom aufzudrücken, von dem vorausgesetzt werden kann, daß er sich gleichmäßig auf die 3 Phasen aufteilt. Die erforderliche Spannung ist schon die Zusatzspannung jenes einphasigen Zusatzfeldes, das auf jeder Säule von einem Drittel des aufgedrückten Gesamtstromes erregt wird.

Im elektrotechnischen Institut der Universität Ljubljana wurde ein Trockentransformator für 9 kVA, 1500/220 V 50 Per/s auf die angegebene Weise gemessen. Die Schaltung entsprach der Abb. 13. Mit Hilfe des eingeschalteten Wattmeters wurde auch die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung bestimmt.

Das Ergebnis waren folgende Meßwerte:

E	I	cos φ	i ₁	i ₂	i ₃
94	3.4	0.33	1.14	1.14	1.14
152	5.3	0.28	1.76	1.76	1.76
199	7.5	0.27	2.5	2.5	2.5
241	9.2	0.26	3.05	3.05	3.05

Die Stromaufteilung war vollkommen gleichmäßig, der Einfluß des Ohmschen Widerstandes der Wicklung unbedeutend.

Dem Vollaststrom von 3.45 A als Erreger des Zusatzfeldes würde nach den Messungen unter Berücksichtigung des Ohmschen Spannungsabfalles eine Zusatzspannung von rund 275 V, das heißt, von:

$$100 \times \frac{275 \times \sqrt{3}}{1500} = 31.8 \text{ vH}$$

der Phasenspannung entsprechen.

Mit diesem Ergebnis kann man sich indessen keineswegs begnügen. Die Zusatzspannung ist von der Größe des Transformators nicht unabhängig. Man kann sich sehr leicht durch folgende Überlegung davon überzeugen.

Vergrößert man unter Beibehaltung der Stromdichte im Kupfer und der Liniendichte im Eisen alle Abmessungen des Transformators α -mal, so wächst der Hauptkraftfluß mit der zweiten Potenz von α , ebenso die Durchflutung der Wicklung, die Leistung wird somit α^4 -mal größer. Die Phasenspannung wächst bei festgehaltener Windungszahl wie der Kraftfluß. Der einphasige Zusatzfluß wächst mit der Durchflutung. Sein magnetischer Widerstand wird aber α -mal kleiner, weil die Liniendichte α -mal größer geworden ist, der Flußquerschnitt in der Luft dagegen α^2 -mal kleiner. Auf die Phasenspannung des Transformators bezogen wächst demnach die Zusatzspannung des einphasigen Zusatzfeldes mit den Abmessungen, das heißt, proportional mit der vierten Wurzel aus der Leistung.

Ein Trockentransformator für 100 kVA hätte nach dieser Rechnung einen Zusatzfluß, vom Vollaststrom in allen Säulen erregt, der eine Zusatzspannung von rund:

$$31.8 \times \sqrt[4]{\frac{100}{9}} = 58 \text{ vH}$$

der Transformatorspannung erzeugen würde.

In der zweiten Auflage seines Buches „Die Transformatoren“ (Springer, Berlin 1925), hat es der Verfasser auf Seite 46 unternommen, den magnetischen Widerstand des einphasigen Zusatzfeldes annähernd zu berechnen. Nach dieser Rechnung wäre der Widerstand durch den Säulendurchmesser d (cm) ungefähr zu

$$R = \frac{1}{3d}$$

bestimmt.

Nimmt man beim obigen Versuchstransformator eine Liniendichte von 10 000 Gauß in den Säulen an, die einen Durchmesser von 90 mm hatten, so bekommt man mit einem Füllfaktor von 70 vH einen Säuleneisenquerschnitt von:

$$\frac{90^2 \times \pi}{4} \times 0.7 = 44.5 \text{ cm}^2,$$

damit eine Windungsspannung:

$$\frac{2 \times \pi}{\sqrt{2}} \times 44.5 \times 10\,000 \times 10^{-9} = 1.0 \text{ V}$$

und eine Vollastdurchflutung von:

$$\frac{9000}{3 \times 0.1} = 3000 \text{ VA.}$$

Da der magnetische Widerstand des einphasigen Zusatzflusses einer Säule mit:

$$R = \frac{1}{3 \times 9}$$

zu schätzen wäre, wäre eine bezogene Zusatzspannung von:

$$100 \times \frac{\frac{4\pi}{10} \times 3000 \times \sqrt{2} \times 3 \times 9}{44.5 \times 10000} = 32.2 \text{ vH}$$

in sehr guter Übereinstimmung mit dem Ergebnis der Messung zu erwarten.

Es ist bemerkenswert, daß bei höheren Leistungen die größere Liniendichte die Zusatzspannung herunternetzt. Je kleiner der Säulendurchmesser, umso größer der magnetische Widerstand des Zusatzflusses. Es ist daher empfehlenswert, erst jenen Meßwert zu berücksichtigen, der bereits an einem genügend großen Transformator gewonnen wird, damit nicht noch mit einer Erhöhung der Liniendichte des Hauptkraftflusses gerechnet werden muß.

Vielleicht ist es überhaupt am besten, mit dem oben angegebenen Rechnungswert des magnetischen Widerstandes des Zusatzflusses zu rechnen. Er berücksichtigt die Sättigung im Eisen und die Bauart hinreichend. Daß er die Länge der Säule nicht enthält, hat wenig zu bedeuten. Der Hauptteil des Widerstandes liegt an der Austritts- bzw. Eintrittsstelle des Zusatzflusses am Eisenkern. Dort ist der Querschnitt des Flusses festgelegt. In der Luft breiten sich dann die Kraftlinien frei aus.

Nimmt man für den reziproken Wert des magnetischen Widerstandes des Zusatzflusses einfach den dreifachen Säulendurchmesser, in Zentimetern gemessen, so hat man auch das oben nachgewiesene Wachstumsgesetz in voller Geltung. Der Widerstand ist der linearen Abmessung, das heißt, der vierten Wurzel aus der Leistung umgekehrt proportional.

Bei Öltransformatoren kann das Zusatzfeld nicht verlässlich gemessen werden, wenn der Transformator im Kessel steht. Aus den Untersuchungen, die weiter unten durchgeführt werden, geht dies unzweifelhaft hervor. Man muß den Öltransformator erst aus dem Kessel heben.

Nach der Bestimmung der zu erwartenden Stärke des Zusatzflusses müßten nun die einzelnen, praktisch wichtigen Fälle, wie sie in der Einleitung beschrieben wurden, der Reihe nach untersucht werden. Aber vorher ist noch eine Folgeerscheinung des Zusatzflusses erwähnenswert: die Änderung der Liniendichte im Eisen.

Durch die Säule des Eisenkerns fließt der Hauptkraftfluß und der Zusatzfluß. In den beiden Jochen muß nur mit den Linien des Hauptkraftflusses gerechnet werden. Wenn nun der Zusatzfluß die ursprünglich vom Konstrukteur beabsichtigte Sättigung ändert, ändert er auch die

Verluste im Säuleneisen, außerdem ändert er den Magnetisierungsstrom.

Diese Änderungen sind erheblicher als man zunächst annimmt. Ein ebenmäßig aufgebaute Transformator verbraucht für die Säulen ebensoviel Eisen wie für die beiden Joche. Aber bei kleineren und mittleren Leistungen wird der Jochquerschnitt durchwegs verstärkt. Der Hauptteil der normalen Verluste liegt im Säuleneisen und der Hauptteil des Magnetisierungsstromes dient der Erregung der Säule.

Die Gesamtliniendichte in der Säule richtet sich in jedem Falle nach den tatsächlichen Phasenspannungen. Maßgebend ist somit immer das Spannungsbild der Abb. 12. Abb. 12 zeigt ferner, daß bei gegebener Größe der Zusatzspannung im Säuleneisen Sättigungen möglich sind, die durch die Entfernung des Eckpunktes des Spannungsdreiecks von irgend einem Punkt des Nullpunktskreises gemessen werden können, wobei zu beachten ist, daß die normale Liniendichte der Entfernung des Eckpunktes des Spannungsdreiecks vom Mittelpunkt des Nullpunktskreises entspricht.

Natürlich tritt gleichzeitig mit der Erhöhung der Liniendichte in einer Säule eine Ermäßigung in den beiden anderen Säulen ein. Nichtsdestoweniger erhöhen sich, wie leicht ersichtlich, die Gesamtverluste im Eisen, und die drei Magnetisierungsströme verschieben sich weit stärker als das Spannungsbild.

Die allgemeine Übersicht über die Erscheinung des einphasigen Zusatzfeldes mahnt den Konstrukteur wie den Betriebsingenieur zur Vorsicht. Die gestörte Symmetrie des dreiphasigen Systems, rächt sich empfindlich. Es ist unbedingt notwendig, nachzusehen, wie sich in einzelnen wichtigen Betriebsfällen die Nachteile der elektrischen und der magnetischen Schaltung auswirken.

Im Leerlauf schon entsteht ein einphasiges Zusatzfeld, das natürlich bei jeder symmetrischen Belastung bleibt. Allerdings ist dieses Zusatzfeld schwach. Man kann, wie in der Einleitung bestimmt wurde, annehmen, daß es auf jeder Säule von einem Sechstel des Magnetisierungsstromes einer äußeren Säule erregt wird.

Im Bereich der kleineren und mittleren Leistungen kann man rechnen, daß der Magnetisierungsstrom etwa 10 vH des Vollaststromes ausmacht. Wenn daher der Vollaststrom als Erreger des Zusatzflusses eine Zusatzspannung von 30 vH erzeugt, wird man wegen der Ungleichheit der drei Magnetisierungsströme jedenfalls mit einer Zusatzspannung von

$$\frac{30}{10 \times 6} = 0.5 \text{ vH}$$

rechnen müssen.

In der mittleren Säule sind wie Abb. 3 zeigt, der Hauptfluß und der Zusatzfluß in Phase. Dem Zusatzfluß des Leerlaufes entspricht somit das Spannungsbild der Abb. 14. Die Spannung der mittleren Säule kann um ein halbes Hunderstel größer

werden als sie im symmetrischen System sein sollte.

Die kleine Entstellung ist gewiß beachtenswert. Sie zeigt, daß unsere europäische Bauart nicht ganz ideal ist. Das halbe Hunderstel verschwindet allerdings unter den Ungenauigkeiten des Betriebes aber sie ist da. Was sie beachtenswert macht, ist der Umstand, daß sie überhaupt immer vorhanden ist.

Allerdings mildert ein wichtiger Umstand die nachgewiesene unvermeidliche Entstellung. Das Joch hat fast ausnahmslos einen größeren Quer-

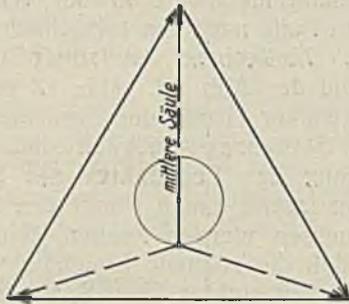


Abb. 14.

schnitt als die Säule und gerade bei kleineren Leistungen überwiegt sein Querschnitt meist um 30 bis 40 vH. Die Ungleichheiten der drei Magnetisierungsströme werden deshalb kleiner und der zusätzliche Fluß wird schwächer als oben angenommen. Nur auf diese Weise verliert der Fehler unserer dreiphasigen Eisenkerne jede praktische Bedeutung.

Ein durchaus ernster Fall ist die einphasige Belastung des primär in Stern geschalteten Drehstromtransformators ohne primären Nulleiter, weil er im Lichtbetrieb vorkommen kann. Er bekommt einen Zusatzfluß, der auf jeder Säule von einem Drittel des Volllaststromes erregt wird, wie die Untersuchung der Einleitung dieser Arbeit zeigt.

Rechnet man wieder mit einer Zusatzspannung des Volllaststromes von 30 vH, so bekommt man bei einphasiger Vollast eine Zusatzspannung von

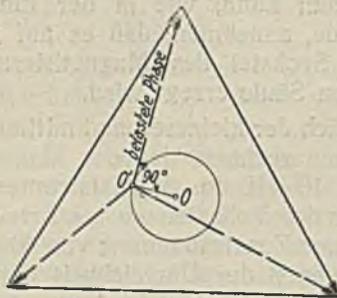


Abb. 15.

10 vH. Man kann wohl mit einer induktionsfreien Belastung rechnen und bekommt dann das Spannungsbild der Abb. 15.

Diesmal wird eine der unbelasteten Phasen eine Spannungserhöhung von fast 10 vH erhalten, während in der zweiten unbelasteten Phase die Spannung erheblich sinkt. Bei größeren Leistungen können noch größere Entstellungen auftreten.

Es ist wahr, daß die belastete Phase wenig abfällt. Aber man kann nicht damit die Schaltung entschuldigen, daß man erklärt, die Spannungen der unbelasteten Phasen seien praktisch unwichtig. Wenn in einer Phase nur eine Lampe brennt, so ist sie praktisch unbelastet. Diese Lampe kann somit mit einer um 10 vH höheren Spannung brennen.

Im normalen Betrieb ist wohl die einphasige Vollast kaum zu erwarten. Aber jede ungleiche Belastung zerfällt in eine gleichmäßige und in eine oder zwei einphasige. Empfindliche Entstellungen sind jedenfalls im Lichtbetrieb zu erwarten, wenn die Sternschaltung ohne Nulleiter primär angeordnet wird.

Man kann sich auch nicht darauf verlassen, daß bei kleinen Leistungen die Zusatzspannung klein wird. In einer Typenreihe, die durchwegs die Liniendichte im Eisen und die Stromdichte im Kupfer festhält, ist, wie oben ermittelt, die Zusatzspannung der vierten Wurzel aus der Leistung proportional. Aber bei kleinen Leistungen muß man mit der Liniendichte heruntergehen. Damit steigt wieder die Zusatzspannung.

Schließlich zeigt die Abb. 15, daß auch die Verluste im Eisen empfindlich wachsen. Die sekundär belastete Säule ändert ihre Verluste fast gar nicht. In der einen unbelasteten Säule werden sie um 20 vH höher, während sie in der dritten Säule weniger abfallen. Es ist auch bemerkenswert, daß der Magnetisierungsstrom der einen unbelasteten Säule ganz erheblich ansteigt. Es entstehen zusätzliche Ungleichheiten der drei Magnetisierungsströme, die noch zu untersuchen sind und die ihrerseits ein neues Zusatzfeld bringen. Die Sternschaltung ohne primären Nulleiter ist für einen ordentlichen Lichtbetrieb nicht empfehlenswert.

Ganz besonders unangenehm wird das einphasige Zusatzfeld bei der V-Schaltung, bei der es, wie ermittelt wurde, vom vollen Vollaststrom auf jeder Säule erregt wird. Zwar kann dieser Vollaststrom, wie ebenfalls bereits festgestellt wurde, nur etwa 60 vH des normalen Vollaststromes erreichen, aber immer bleibt noch eine Zusatzspannung von fast 20 vH.

Schon deshalb könnte man, wenn man an das Spannungsbild der Abb. 12 denkt, die V-Schaltung als unbrauchbar bei Seite schieben. Aber das Spannungsbild der Abb. 12 ist für die V-Schaltung überhaupt nicht mehr maßgebend. Primär gibt es keinen Nullpunkt mehr, der sich verschieben könnte. Die Verhältnisse sind noch erheblich schlechter als bei den bisher besprochenen Fällen des einphasigen Zusatzflusses.

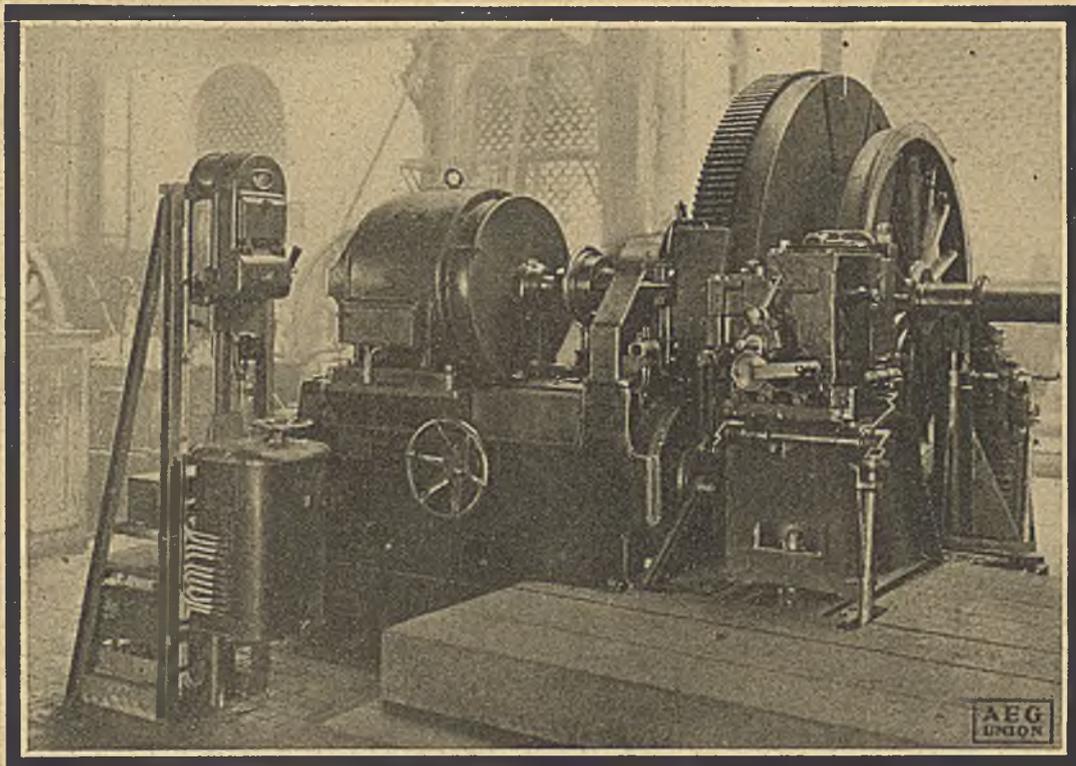
Es empfiehlt sich, gleich den ungünstigsten Fall zu untersuchen, der bei rein induktiver, obwohl symmetrischer Belastung entsteht. Da jene Sekundärphase über die Richtung des Zusatzspannungsvektors entscheidet, der auf der Primärseite keine Wicklung gegenübersteht, wird sich offenbar die Zusatzspannung auf der beschädigten Säule von der Phasenspannung direkt subtrahieren.

Das aufgedrückte Spannungsdreieck ABC der

Gleichstrom- Reguliermotoren für Einzelantrieb von Großwerkzeugmaschinen

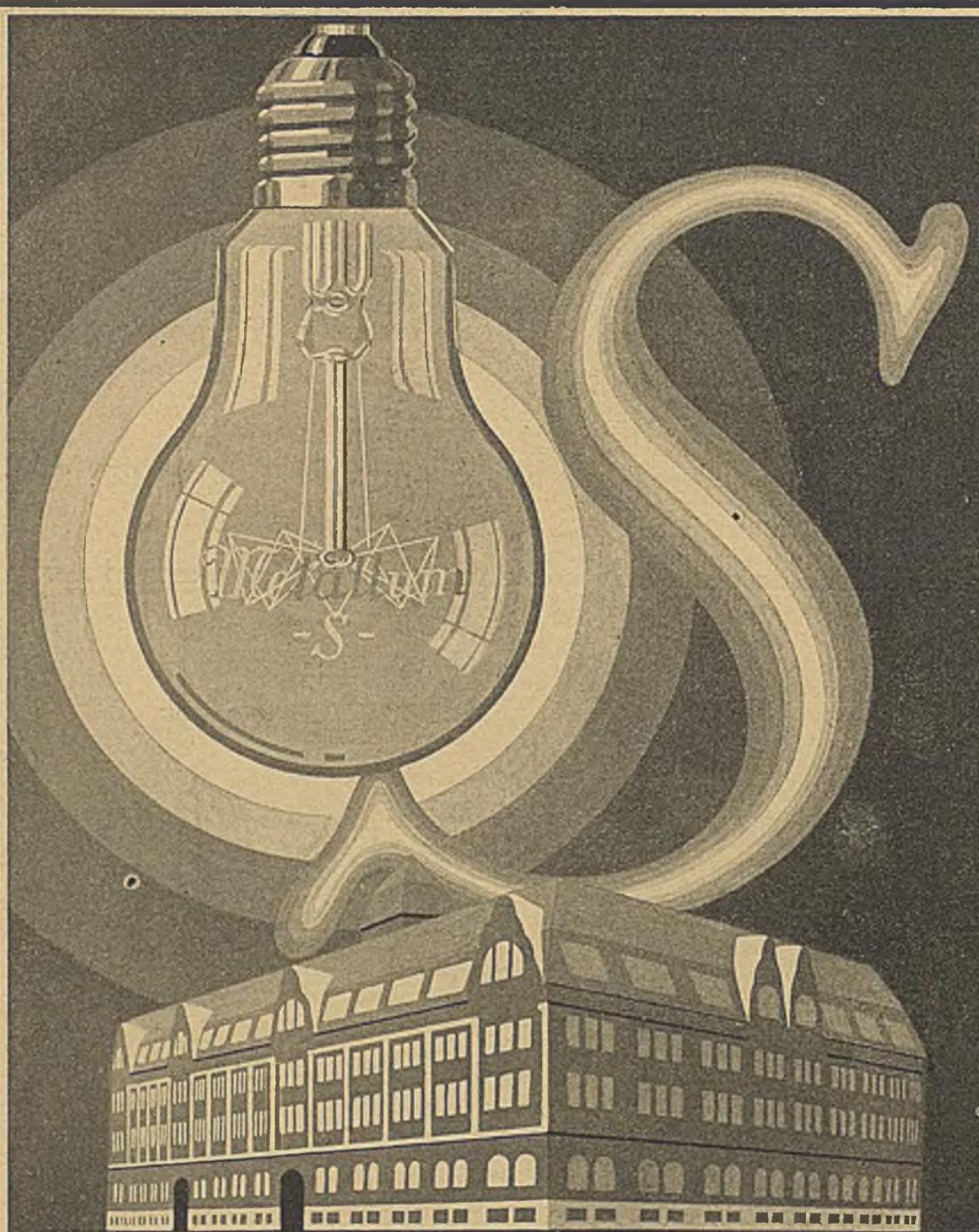
ermöglichen verlustlose Regulierung der Arbeitsgeschwindigkeit
in beliebig großer Stufenzahl

Verminderung der Arbeitszeit und des Kraftbedarfs
bei Verbesserung der Arbeitsgüte



Gleichstrom-Regulierantrieb einer Lokomotiv-Radsatz-Drehbank
in der Werkstätte Floridsdorf der öst. Bundesbahnen Hauptmotor 37 PS,
Drehzahl 435/1300 durch Nebenschlußregulierung verlustlos regelbar

A. E. G.-UNION
ELEKTRIZITÄTS-GESELLSCHAFT WIEN



METALLUM DIE NEUE LAMPE

BLECHNER

Abb. 16 bekommt aus der in V geschalteten Wicklung wohl eine Gegenspannung zu AB und zu CA , dagegen fehlt die Gegenspannung zu BC . Auf der beschädigten Säule, der die Dreiecksseite BC entspricht, ist das elektrische Gleichgewicht weder nötig noch möglich. Die Zusatzspannung hat voraussetzungsgemäß die Richtung CB .

Der aufgedrückten Spannung AB hält nun die vom Hauptkraftfluß erzeugte Innenspannung AD im Verein mit der Zusatzspannung DB das Gleichgewicht. Ebenso halten sich die aufgedrückte Spannung CA und die vom Hauptkraftfluß erzeugte Innenspannung EA unter Mitwirkung der Zusatzspannung CE die Wage.

Wenn aber die Höhe des Hauptkraftflusses in der einen unbeschädigten Säule durch den Spannungsvektor AD , in der zweiten unbeschädigten Säule durch den Spannungsvektor EA bestimmt ist, muß wegen der Sternschaltung der drei Phasenkraftflüsse in der beschädigten Säule der Hauptkraftfluß durch den Vektor DE bestimmt sein.

Der Hauptkraftfluß erzeugt nach all dem die Phasenspannungen AD , DE und EA , und zwar primär und sekundär nach dem gleichen Gesetz. Der Zusatzfluß fügt außerdem auf jeder Säule

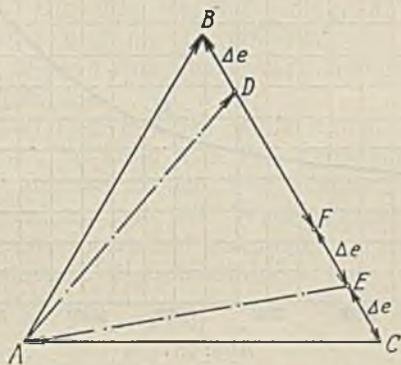


Abb. 16.

primär und sekundär die Zusatzspannung hinzu. Die wirklichen sekundär auftretenden Phasenspannungen werden demnach den Vektoren AB und CA entsprechen, auf der beschädigten Säule wird die vom Hauptkraftfluß induzierte Phasenspannung DE noch um die Zusatzspannung auf DF verkleinert.

Das gewiß überraschende Ergebnis der Untersuchung ist somit die Verkleinerung der sekundären Phasenspannung auf der beschädigten Säule bei symmetrischer, rein induktiver Belastung um die dreifache Zusatzspannung. Die Phasenwinkel von 120° bleiben dabei unberührt.

Im elektrotechnischen Institut der Universität Ljubljana wurde der oben beschriebene 9 kVA-Transformator mit einem leerlaufenden Asynchronmotor in V-Schaltung belastet. Das Ergebnis der Messung entsprach durchaus den Erwartungen. Es wurden Sekundärphasenspannungen 131, 131 und 76,4 V gemessen.

Unschwer kommt man auch zu einer allgemein gültigen Lösung des Problems der V-Schaltung. Bei verschiedenen Phasenwinkeln der Belastung bekommt der Vektor der Zusatzspannung ver-

schiedene Richtungen. Beschreibt man um den Eckpunkt des Spannungsdreiecks C (Abb. 17) einen Kreis mit der dreifachen Zusatzspannung als Halbmesser, so bekommt man die sekundäre Phasenspannung der beschädigten Säule als Vektor, der von B ausgeht und auf dem Kreis endet. Die übrigen beiden Phasenspannungen sind in jedem Falle AB und CA . Man kann natürlich das Spannungsbild der V-Schaltung auch in die Form der

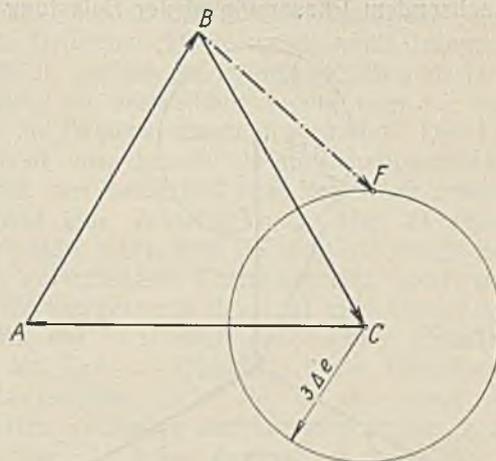


Abb. 17.

Abb. 18 bringen, in der es am besten einen Überblick über das sekundäre Spannungssystem der V-Schaltung gibt.

Es ist kein angenehmes Bild und auch für den Notfall erscheint die V-Schaltung unbrauchbar. Wenn der Betriebsingenieur erwarten muß, daß auf der beschädigten Säule die Spannung um 50 vH fällt oder steigt, wird er sich schwer entschließen, mit der V-Schaltung in den Betrieb zu gehen.

Aber ganz so schrecklich, wie man zunächst glaubt, ist die V-Schaltung doch nicht. Bei reiner

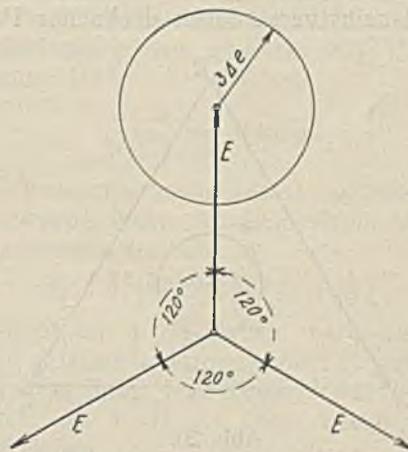


Abb. 18.

Lichtbelastung zum Beispiel muß die Zusatzspannung um 90° der Gesamtphasenspannung nachteilen. Abb. 19 entspricht diesem besonderen Fall. Nützt man den Transformator mit 60 vH seiner normalen Leistung aus und rechnet man mit einer Zusatzspannung von 30 vH, wenn das Zusatzfeld auf jeder Säule vom Vollaststrom erregt wird, so

wird man auf der beschädigten Säule mit:

$$0.6 \times 30 \times 3 = 54 \text{ vH}$$

als dreifacher Zusatzspannung rechnen müssen. Nach Abb. 19 wird dann die Phasenspannung der beschädigten Säule

$$\sqrt{1 - 0.54^2} = 0.84$$

der normalen Phasenspannung betragen. Es handelt sich somit um einen Spannungsabfall von 16 vH. Mit wachsendem Phasenwinkel der Belastung ver-

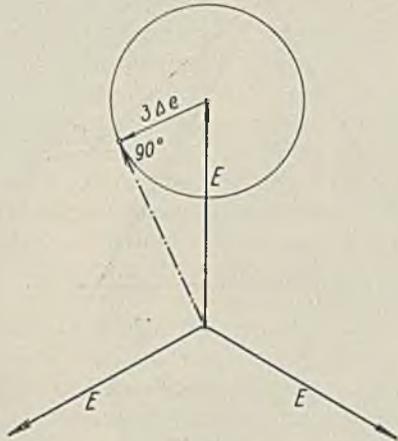


Abb. 19.

schlechtern sich natürlich die Verhältnisse. Allerdings nur in der Phase, die auf der beschädigten Säule sitzt.

Noch ein einphasiger Zusatzfluß ist zu erledigen, nämlich der Zusatzfluß dreifacher Periodenzahl, der von der dritten Oberwelle des Magnetisierungsstromes erzeugt wird. Er ist wegen seiner höheren Periodenzahl eine merkwürdige Erscheinung.

Die Zusatzspannung, die dieser Zusatzfluß erregt, ist selbstverständlich dreifacher Perioden-

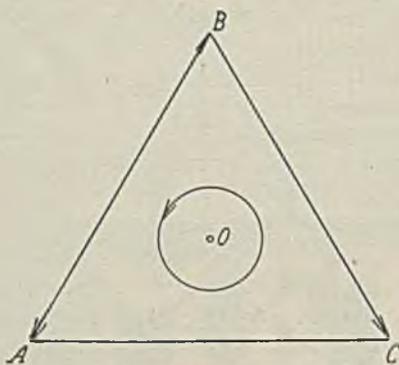


Abb. 20.

zahl. Sie verschiebt nicht nur den Nullpunkt der in Stern geschalteten Primärwicklung, sondern macht ihn schwingen. Mit ihm schwingen die drei Phasenspannungen.

Abb. 20 zeigt, wie sich das eigentümliche Zusatzfeld auswirkt. Da der Nullpunkt dauernd auf dem Nullpunktkreis kreist, gleitet das Ende der drei Phasenspannungsvektoren dauernd auf dem Umfang des Nullpunktkreises. Die Schwingungen

müssen sich natürlich auch ins Netz weiterpflanzen, kurz, die ganze Anlage kommt in Unruhe.

Es ist klar, daß es sich um eine sehr unerwünschte Zusatzerscheinung handelt, die leider unvermeidlich ist, solange an der Sternschaltung primär festgehalten wird. Wenn daher diese billige Schaltung gerettet werden soll, muß das Zusatzfeld dreifacher Periodenzahl derart klein gemacht werden, daß es praktisch bedeutungslos wird.

Verfasser hat an Hand einer Magnetisierungskurve üblichen Transformatorenblechs die Größe der dritten Oberwelle des Magnetisierungsstromes untersucht. In Hundertsteln der Grundwelle gemessen zeigt sie Werte nach der Abb. 21 bei verschiedenen Liniendichten des Hauptkraftflusses.

Man darf nun nicht vergessen, daß bei der Beurteilung der Wichtigkeit der Zusatzspannung die dreifache Periodenzahl berücksichtigt werden muß. Die Ordinaten der Abb. 21 müssen demnach dreifach angenommen werden. Soll also der Zusatzfluß dreifacher Periodenzahl nicht mehr ausgeben, als der Zusatzfluß der Grundperiodenzahl des Leer-

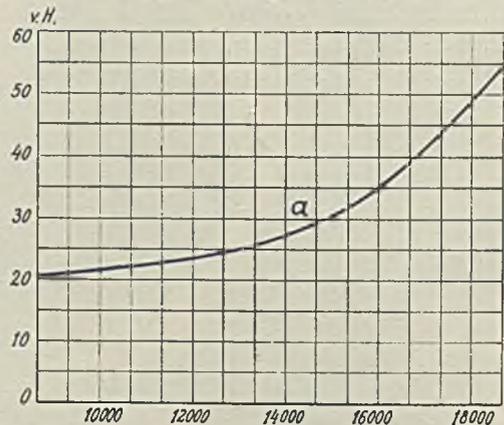


Abb. 21.

laufes, so darf die Liniendichte des Hauptkraftflusses nicht über 15 000 Gauß getrieben werden.

Die Bedingung wird vom modernen Transformatorenbau erfüllt. Nur ganz große Transformatoren erreichen 15 000 Kraftlinien/cm², bei mittleren Leistungen geht man nicht gerne über 13 000, bei kleinen kaum über 10 000. Man wird somit auch dieses Zusatzfeld in den Kauf nehmen.

Aber wenn man sich schon mit den beiden einphasigen Zusatzflüssen des Magnetisierungsstromes wegen ihrer Geringfügigkeit befreundet, weil man sich wegen ihrer Unvermeidlichkeit befreunden muß, hat man wohl zunächst die primäre Sternschaltung gerettet, aber gerettet nur, wenn sonst nichts dazukommt. Sobald nun noch andere einphasige Zusatzflüsse auftreten, entsteht die wichtige Frage, wie man sie unterdrückt.

Es gibt ein außerordentlich wirksames Mittel, daß jedes Zusatzfeld niederzwingt. Legt man um den ganzen Zusatzfluß eine kurzgeschlossene Windung, so zwingt man den Zusatzfluß in dieser Windung eine Spannung zu induzieren, die einen Kurzschlußstrom entstehen läßt. Dieser Strom nun drosselt das Zusatzfeld, das sich nicht wie der Hauptkraftfluß durch Gegenströme helfen kann.

Das gedrosselte Zusatzfeld wird einerseits vom ursprünglichen aus der besonderen Belastungsart sich ergebenden Strom, andererseits vom Kurzschlußstrom der Drosselwindung bzw. -wicklung erregt. Es ist nur noch so stark, daß es gerade imstande ist, jene Spannung in der Drosselwicklung zu erregen, die den Kurzschlußstrom über den Ohmschen Widerstand der Drosselwicklung treibt.

Die beiden das gedrosselte Restfeld erregenden Ströme können nicht in Phase sein. Die in der Drosselwicklung entstehende Spannung eilt natürlich dem Restfluß um eine Viertelperiode nach und ist in Phase mit dem Kurzschlußstrom der Drossel-

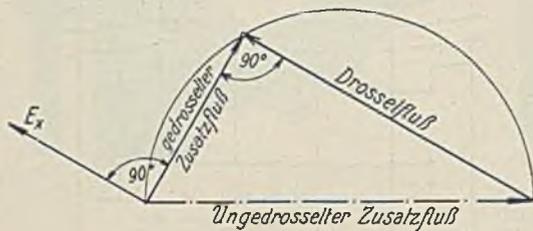


Abb. 22.

wicklung. Die den Restfluß erregende Gesamtdurchflutung und die Durchflutung der Drosselwicklung müssen eine Phasenverschiebung von 90° zeigen (Abb. 22).

Rechnet man mit den Widerständen statt mit den Flüssen, so kann man der Einfachheit wegen zunächst annehmen, daß die Windungszahl der Drosselwicklung mit der Windungszahl der das ungedrosselte Zusatzfeld erregenden Wicklung des Transformators übereinstimmt. Der induktive

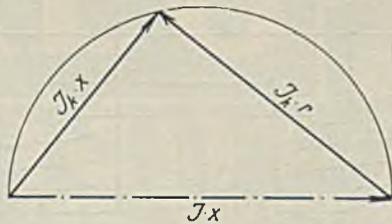


Abb. 23.

Widerstand α beider Wicklungen ist dann gleich, der Strom in der Transformatorwicklung I , in der Drosselwicklung I_k , der Ohmsche Widerstand der Drosselwicklung r . In der Abb. 23 ist dann $I \cdot \alpha$ die Zusatzspannung des ungedrosselten Zusatzflusses, $I_k \cdot r$ die Zusatzspannung des gedrosselten Flusses, $I_k \cdot \alpha$ wäre die Zusatzspannung, die die Drosselwicklung allein hervorbringen würde.

Es ist:

$$I^2 \cdot \alpha^2 = I_k^2 \cdot \alpha^2 + I_k^2 r^2$$

und:

$$I_k = I \frac{\alpha}{\sqrt{r^2 + \alpha^2}} \dots \dots \dots (1)$$

Bei gegebenem Ohmschen Widerstand r der Drosselwicklung ist I_k ein Maß für die Größe des Restfeldes. Scheinbar erfüllt die Drosselwicklung ihre Aufgabe umso besser, je kleiner I_k ist. Auch

sieht es so aus, als müßte man I_k schon mit Rücksicht auf die Stromwärme der Drosselwicklung herunterdrücken. Aber ein Blick auf die Abb. 23 lehrt, daß man bestrebt sein muß, I_k möglichst gleich I zu machen. Zu diesem Zwecke muß man den Ohmschen Widerstand r der Drosselwicklung möglichst heruntersetzen. Die ideale Drosselwicklung hat keinen Ohmschen Widerstand.

Die Überlegung ist von großer praktischer Bedeutung. Gerade die großen Ansprüche, die man an die Drosselwicklung stellen muß, drängen zum Entschluß, einfach die Primärwicklung als Drosselwicklung zu verwenden, indem man sie statt in Stern in Dreieck zusammenschaltet. Die Lösung erscheint umso besser, als die Primärwicklung tatsächlich den Zusatzfluß sehr ordentlich umschlingt, während eine Windung nach Abb. 24 zum Teil wirkungslos wäre, weil sie nicht nur die im Säulen-eisen verlaufenden Kraftlinienteile, sondern auch ihre Rückschlüsse in der Luft einschließen würde.

Mit der in Dreieck geschalteten Primärwicklung als Drosselwicklung ist die Gleichheit der Windungszahlen, wie sie in der oben durchgeführten Rechnung angenommen wurde, gegeben. Gleichung (1) kann demnach unmittelbar angewendet werden.

Noch mehr. Die Messung der Stärke des Zusatzflusses, wie sie weiter oben angegeben wurde,

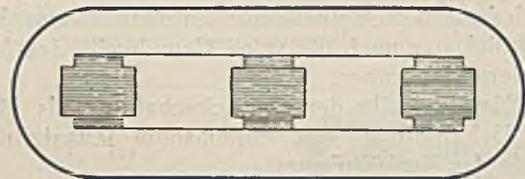


Abb. 24.

kann jederzeit durch die Messung des Phasenwinkels zwischen Strom und Spannung erweitert werden. Der beschriebene Versuchstransformator zeigte einen $\cos \varphi$ von ungefähr 0,27. Es ist aber in Gleichung (1)

$$\frac{\alpha}{\sqrt{r^2 + \alpha^2}} = \sin \varphi.$$

Der Versuchstransformator, in Dreieck geschaltet, würde einen Ausgleichstrom durch das Wicklungsdreieck treiben:

$$I_k = I \cdot \sqrt{1 - 0,27^2} = 0,96 I,$$

der nur noch um 4 vH kleiner wäre, als der das Zusatzfeld erregende Strom, wobei er mit ihm fast in Gegenphase liegt. Das Restfeld würde nur noch etwas mehr als 4 vH des ungedrosselten Zusatzfeldes erreichen.

Bei einphasiger Belastung mit I Ampere ergab sich primär beim Übersetzungsverhältnis 1 : 1 auf der sekundär belasteten Säule ein Belastungsstrom $\frac{2}{3} I$, auf den beiden anderen Säulen gleich große

Belastungsströme $-\frac{I}{3}$ (Abb. 5). Schließt man die Primärwicklung in Dreieck, so entsteht ein Ausgleichstrom, der, wie wir gesehen haben, fast

ebenso groß ist wie der den Zusatzfluß erregende überschüssige Strom jeder Säule $-\frac{I}{3}$, wobei zu berücksichtigen ist, daß für die beiden Wicklungen verkehrter Windungssinn angenommen wurde. Da der Ausgleichstrom fast in Gegenphase mit dem Strom $-\frac{I}{3}$ ist, wird er die Belastung fast ganz auf die sekundär belastete Säule schieben, denn er vergrößert den einen Primärstrom von

$$\frac{2}{3} I \text{ auf fast } I$$

und verkleinert die beiden anderen von

$$-\frac{I}{3} \text{ auf fast null.}$$

Die Dreieckschaltung ist ein ideales Mittel zur Bekämpfung des Zusatzflusses. Sie wirkt genau so wie bei einphasiger Belastung auch gegen das Zusatzfeld des Magnetisierungsstromes und seiner dritten Oberwelle.

Besonders der Fall des Zusatzflusses dreifacher Periodenzahl ist sehr interessant. Im Wicklungsdreieck entsteht im idealen Falle verschwindenden Ohmschen Widerstandes jene Oberwelle des Magnetisierungsstromes, die der Transformator haben muß, die aber weder die Sternschaltung noch die Dreieckschaltung hereinlassen kann. Die in Dreieck geschaltete Primärwicklung entnimmt dem Netz eigentlich nur noch die reine Grundwelle des Magnetisierungsstromes.

Für die Güte der Dreieckschaltung als Mittel zur Bekämpfung des einphasigen Zusatzflusses wurde der Verhältniswert

$$\frac{x}{\sqrt{r^2 + x^2}}$$

als maßgebend erkannt. Es ist nicht überflüssig nachzusehen, ob und wie dieser Verhältniswert von der Größe des Transformators abhängig ist.

Vergrößert man unter Beibehaltung der Windungszahl und der elektromagnetischen Beanspruchungen alle Abmessungen x -mal, so wird der induktive Widerstand der Wicklung, der vom Zusatzfeld herrührt, x -mal größer, weil der magnetische Widerstand des Zusatzfeldes x -mal kleiner geworden ist. Gleichzeitig wird der Ohmsche Widerstand r x -mal kleiner.

Die Dreieckschaltung ist offenbar umso besser, je größer der Transformator ist. Diese Tatsache ist wichtig, denn der Zusatzfluß wird umso gefährlicher, wie oben festgestellt wurde, je größer die Leistung wird.

Für den Lichtbetrieb erweist sich nach all dem die Dreieckschaltung als eine sehr gute Schaltung. Sie ist überhaupt besser als die Sternschaltung, weil sie die Gebrechen unserer europäischen Konstruktion des Drehstromtransformators, die sich schon im Leerlauf zeigen, beseitigt. In dieser Hinsicht ist sie der Zickzack-Schaltung überlegen.

Die Dreieckschaltung hat noch den weiteren wichtigen Vorteil, daß sie in Nottfällen den Weiterbetrieb in V-Schaltung ermöglicht. Es ist richtig,

daß die Untersuchung der V-Schaltung kein erfreuliches Betriebsbild gezeigt hat. Aber nichts ist dem Betriebsingenieur so verhaßt, wie Betriebsstillstände ganz besonders im Lichtbetrieb. Er wird die V-Schaltung mit all ihren Schwächen als eine nicht zu verwerfende Notschaltung anerkennen.

Zu diesem Ergebnis kommt man umso sicherer als man sich leicht überzeugen kann, daß das gewaltige Zusatzfeld der V-Schaltung bei symmetrischer sekundärer Belastung eigentlich nur dem

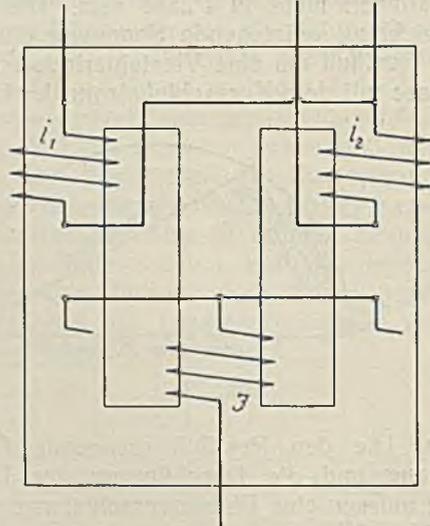


Abb. 25.

sekundären Belastungsstrom der primär beschädigten Säule zuzuschreiben ist. Die Abb. 25, die der einphasigen Belastung der V-Schaltung, und zwar nur in der auf der beschädigten Säule

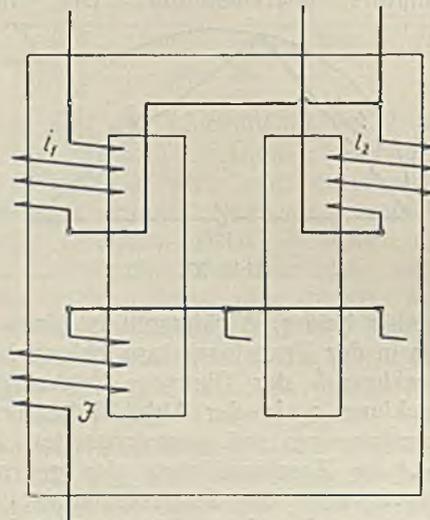


Abb. 26.

sitzenden Phase entspricht, entnimmt man leicht die Gleichungen:

$$I + i_1 = 0,$$

$$I + i_3 = 0,$$

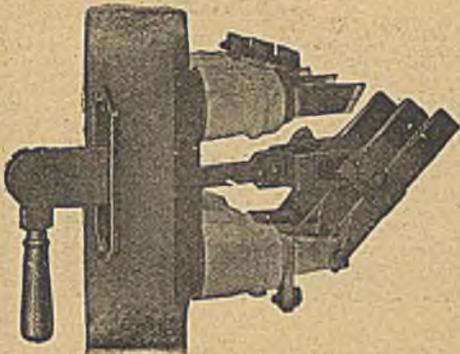
$$i_1 - i_3 = 0$$

des magnetischen Gleichgewichtes in den drei geschlossenen Eisenstromkreisen. Es ist somit

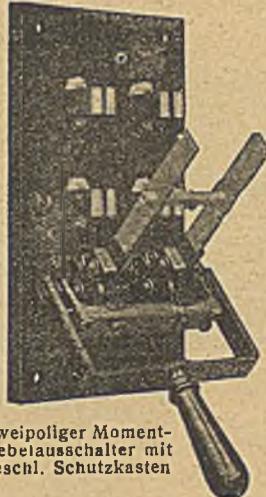
$$i_1 = i_3 = -I$$

Hebelaus- und Umschalter

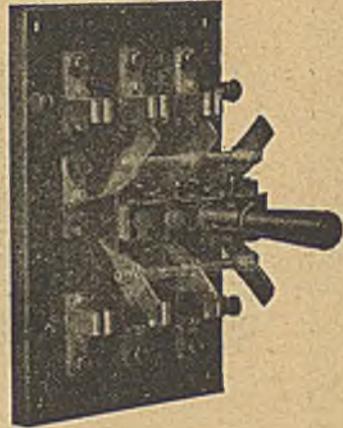
Typen für Montage vor und hinter der Schaltwand
für 250 bzw. 500 Volt und bis zu 6000 Ampere



Hebelausschalter für Montage
hinter der Schaltwand



Zweipoliger Moment-
Hebelausschalter mit
geschl. Schutzkasten



Dreipoliger Hebelumschalter
mit Unterbrechung

Verlangen Sie Spezialanbot von

Dr. PAUL HOLITSCHER & Co. WIEN IV

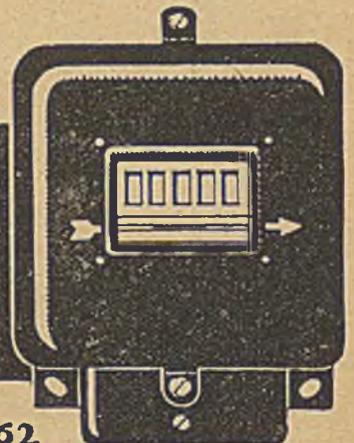
Fernsprecher: 57-5-50 Serie

STARHEMBERGGASSE 4—6

Telegr.-Adr.: Elektromaterial

AEG

der neue
**EINHEITS-
LICHT-ZÄHLER**
FÜR EINPH. WECHSELSTROM



AKT. GES. FÜR ELEKT. BEDARF
WIEN, VI, NEUBAUGASSE 15. TEL. 38-5-60 - 62

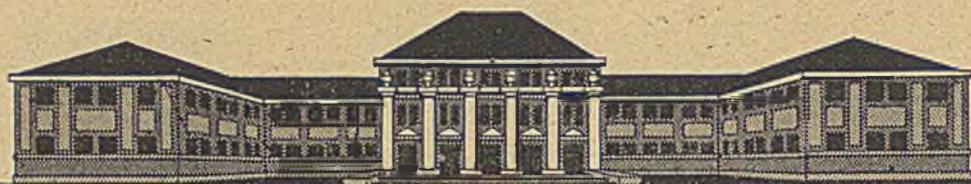
Akkumulatorenfabrik Ing. Robert Feilendorf
WIEN VII, BERNARDGASSE NR. 5

Stationäre Akkumulatoren

Reparaturen und Instandhaltung derselben aller Systeme.
Akkumulatoren für Kraftbetriebe, Grubenlokomotiven, Last- und Lieferungs-
Wagen, Plattform-Wagen, Theater-Notbeleuchtung, elektr. Zugsbeleuchtung,

nach Lizenz Gottfried Hagen A.G., Köln—Kalk

Akkumulatoren für Automobilbeleuchtung, Starter-Batterien, Telefonsignal-
Anlagen, Handlaternen, Heiz- und Anoden-Batterien für Radiozwecke etc.



HAUS DER ELEKTROTECHNIK

E.

V.



**DIE ERZEUGNISSE
DER DEUTSCHEN
ELEKTROTECHNIK**

TECHNISCHE-FRÜHJAHR-S-MESSE-LEIPZIG

6.-13. MARZ

1927



AUSKUNFT: MESSAMT-LEIPZIG

und es entsteht ein Zusatzfeld von gleicher Größe wie bei symmetrischer Vollast.

Zum Überfluß zeigt Abb. 26, die der einphasigen Belastung einer unbeschädigten Säule entspricht, die Gleichgewichtsbedingungen:

$$\begin{aligned} I - i_1 + i_3 &= 0, \\ I - i_1 &= 0, \\ i_3 &= 0 \end{aligned}$$

aus denen sofort:

$$\begin{aligned} i_1 &= I, \\ i_3 &= 0 \end{aligned}$$

folgt. Diesmal entsteht kein Zusatzfeld.

Klar folgt daraus, daß man durch Ermäßigung der Belastung jener Phase, die auf der beschädigten Säule sitzt, die Nachteile der V-Schaltung beliebig verkleinern kann. Schaltet man diese Phase überhaupt ab, so hat man in den beiden anderen einen tadellosen Betrieb, wobei man sekundär den vollen Nennstrom erreichen darf.

Jetzt ist die V-Schaltung nicht mehr eine minderwertige Notschaltung. Die beschädigte Primärphase ist bald weggeräumt und die Wiederaufnahme des Betriebes bald möglich. Es ist nicht einmal notwendig, die eine Phase ganz abzuschalten. Die wichtigsten Anschlüsse dieser Phase wird man ruhig weiterversorgen können.

Unerfreulich ist immerhin für die V-Schaltung der Motorenbetrieb. Aber die Motoren bleiben nicht stehen. Wenigstens die wichtigsten Antriebe können weiterlaufen. Im Notbetrieb schaut man weder auf Verluste im Transformator noch auf Verluste in den Motoren.

Man könnte eigentlich die Theorie des einphasigen Zusatzflusses mit der Feststellung der Vorteile der Dreieckschaltung abschließen, wenn nicht noch ein sehr wichtiger Umstand zu berücksichtigen wäre, nämlich das Verhalten der Kesselwand des Öltransformators gegenüber dem Zusatzfluß. Die Kesselwand bildet eine kurzgeschlossene Windung entsprechend der Abb. 24. Sie bietet außerdem den Kraftlinien des Zusatzflusses einen bequemen Weg.

Der Zusatzfluß wird zweifellos in die Kesselwand eintreten. Zwar hat das Eisen nur einen kleinen Querschnitt, aber dafür eine mehr als 1000mal größere magnetische Leitfähigkeit. Trotzdem ist das physikalische Bild sehr verwickelt, denn sobald der Zusatzfluß durch die Kesselwand fließt, werden auch Kurzschlußströme in dieser Wand entstehen, die den Zusatzfluß drosseln werden.

Die drosselnde Wirkung der Kurzschlußströme in der Kastenwand kommt einer Verkleinerung der magnetischen Leitfähigkeit der Wand gleich. Je näher andererseits die Kesselwand an die Wicklung heranrückt, umso kleiner wird der dem Zusatzfluß zwischen Wicklung und Kessel zur Verfügung stehende Querschnitt sein. Je größer die Kesselblechstärke, umso stärker die Drosselwirkung umso günstiger allerdings auch der Eisenweg. Je größere Wellen der Kastenmantel hat, umso schwächer wird der Kurzschlußstrom in der Kesselwand sein, aber der Eisenquerschnitt wird den Zusatzfluß stärker anziehen.

Die Erscheinung ist der Rechnung nicht leicht zugänglich. In der 2. Auflage seines Werkes „Die Transformatoren“ (Berlin, J. Springer 1925, S. 50ff) hat der Verfasser es unternommen, die zusätzlichen Stromwärmeverluste in der Kastenwand für das einphasige Zusatzfeld der dritten Oberwelle des Magnetisierungsstromes zu berechnen. Für die übrigen einphasigen Zusatzfelder ist die Rechnung auf dieselbe Weise durchführbar. Jedenfalls zeigt sowohl die Rechnung als auch die Erfahrung, daß mit bedeutenden Zusatzverlusten gerechnet werden muß.

Der Zusatzfluß der dritten Oberwelle kann in der Kastenwand die Leerlaufverluste nochmals hervorbringen. Bei einphasiger Vollast entstehen erheblich höhere Verluste. Das Feld ist viel stärker, allerdings ist die Periodenzahl nur ein Drittel. Sehr hohe Verluste müssen bei der V-Schaltung auftreten.

Diese zusätzlichen Verluste, die man leicht nachweisen kann, wenn man den Transformator einmal im Kessel, das andere Mal aus dem Kessel herausgehoben untersucht, sind gewiß wichtig genug, daß man sich mit ihnen beschäftigt. Das Zusatzfeld der dritten Oberwelle des Magneti-

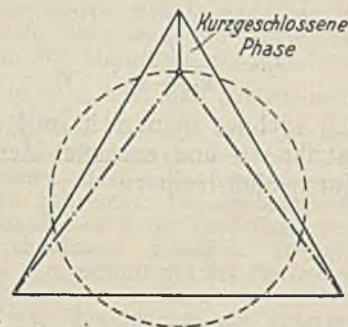


Abb. 27.

sierungsstromes kann man unschädlich machen, wenn man die Liniendichte im Eisenkern bescheiden — bei mittleren Leistungen nicht über 13 000 Gauß — wählt. Einseitige Belastungen und ihre Zusatzfelder muß man mit Lichtschaltungen bekämpfen.

Es ergibt sich ein wichtiger Grund mehr, wenn man diese eigentümlichen Zusatzverluste berücksichtigt, dem einphasigen Zusatzfluß des Drehstromtransformators die volle Aufmerksamkeit zuzuwenden. Es ist offenbar eine sehr unangenehme Beigabe unserer dreiphasigen Bauart, die noch viel zu wenig bekannt ist.

Aber nicht immer ist der einphasige Zusatzfluß das Übel, das er nach den Ergebnissen der vorangehenden Untersuchungen zu sein scheint. Es gibt einen Betriebsfall, in dem das sich bildende einphasige Zusatzfeld direkt ein Segen ist, nämlich im einphasigen Kurzschluß, also im Schluß einer Phase zum Nulleiter.

In diesem Falle ist das Ergebnis nach der oben durchgeführten Untersuchung sofort klar. Der entstehende Kurzschlußstrom entspricht einer sehr starken, fast rein induktiven einphasigen Belastung.

Er wird den primären Nullpunkt sehr stark verschoben. Abb. 27, die offenbar dieser eigentümlichen, einphasigen Belastung entspricht, zeigt, daß die Spannung der kurzgeschlossenen Phase stark sinkt.

Der Transformator wehrt sich selbst und zwar energisch gegen den einphasigen Kurzschluß. Er entzieht ihm die treibende Spannung. Allerdings muß er, wie Abb. 27 ebenfalls zeigt, die beiden übrigen Phasenspannungen stark erhöhen. Eine merkwürdige Folge des Kurzschlusses!

Die Nullpunktverschiebung durch den einphasigen Zusatzfluß, das heißt, die Zusatzspannung, ist, wie bekannt, dem einphasigen Belastungsstrom proportional. Andererseits zeigt die Abb. 26, daß der Kurzschlußstrom der Differenz der normalen Phasenspannung und der Zusatzspannung proportional ist. Bezeichnen wir somit die Phasenspannung mit E , die Zusatzspannung mit:

$$\Delta E = k_1 \cdot I_k$$

und den Kurzschlußstrom mit I_k , so ist mit einer zweiten Konstanten k_2 :

$$I_k = \frac{E - \Delta E}{k_2} = \frac{E - k_1 I_k}{k_2}$$

oder

$$I_k = \frac{E}{k_1 + k_2}$$

Gewöhnlich rechnet man nicht mit dem Einfluß des Zusatzflusses und erwartet deshalb den einphasigen Kurzschlußstrom zu

$$\frac{E}{k_2}$$

das heißt

$$\frac{k_2}{k_1 + k_2} \text{ mal}$$

zu groß.

Der Unterschied ist bedeutend, denn wenn schon etwa der zehnfache Vollaststrom als einphasiger Belastungsstrom genügt, um den Nullpunkt um die volle Phasenspannung zu verschieben, während erst der 15- bis 25-fache Vollaststrom die Phasenspannung in der Transformatorwicklung voll aufbraucht, ist:

$$k_1 = 1.5 \text{ bis } 2.5 k_2$$

und der wirkliche einphasige Kurzschlußstrom 2.5- bis 3.5-mal kleiner als der erwartete.

Die Sternschaltung primär hat demnach gerade deshalb, weil sie beim einphasigen Kurzschluß den Kurzschlußstrom ganz erheblich herunterdrückt, eine schätzenswerte Eigenschaft, die der Dreieckschaltung in diesem Falle fehlt.

So erweist sich schließlich auch der einphasige Zusatzfluß des dreiphasigen Transformators in einem besonderen, nicht unwichtigen Falle nützlich. Es ist sehr wohl möglich, seine bösen Folgen zu vermeiden und seine nützlichen Eigenschaften zu verwerten. Dazu gehört aber der genaue Einblick in diese bisher zu wenig beachtete Erscheinung. Vielleicht genügen die vorstehenden Untersuchungen für die richtige Behandlung des einphasigen Zusatzflusses und ganz besonders der V-Schaltung, die einen starken Zusatzfluß hervorbringt.

Rundschau.

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Über amerikanische und europäische Wirkungsgradberechnung bei Wasserturbinen berichtet R. Neeser, Direktor der Ateliers des Charmilles, Genf. Ergibt sich nach europäischer Rechnungsweise das effektive Gefälle H_e , so bestimmt Amerika dasselbe nach der Gleichung $H_a = H_e - \frac{v_s^2}{2g}$, wobei v_s die Geschwindigkeit im Saugrohraustrittsquerschnitte ist. Daraus ergeben sich in Europa und Amerika verschiedene Wirkungsgrade

$$\eta_e = \frac{75 N_{\text{eff}}}{\gamma Q H_e} \quad \text{und} \quad \eta_a = \frac{75 N_{\text{eff}}}{\gamma Q H_a}$$

Da $H_a < H_e$, ist stets $\eta_a > \eta_e$. Mit

$$75 N_{\text{eff}} = \gamma Q \left(H_e - \varrho H_e - \frac{v_s^2}{2g} \right)$$

ergibt sich

$$\eta_e = 1 - \varrho - \frac{v_s^2}{2g H_e}, \quad \eta_a = 1 - \varrho \frac{H_e}{H_a}$$

Diese Werte sind unso verschiedener, je kleiner das Gefälle bzw. je größer die Schnellläufigkeit der Turbinen ist. Diese Differenz wäre durch Normenausschüsse oder durch internationale Ingenieurkongresse aus der Welt zu schaffen. Es wird angeregt, v_s durch die Abflußgeschwindigkeit hinter dem Saugrohrauslaufe zu ersetzen. β . (Engineering, Bd. 72, Nr. 3169, 1926.)

Schaltanlagen, Schalt- und Sicherungsgeräte.

Generatorschutz. Von Richard Bauch. Während der Differentialschutz nach Merz und Price bei Transformatoren, insbesondere dann, wenn er durch hochempfindliche wattmetrische Relais ergänzt wird,

grundsätzlich alle Fehlerarten erfassen kann, ist dies beim Stromdifferentialschutz der Generatoren nicht der Fall. Bei Windungsschlüssen in der Statorwicklung wird nämlich das Gleichgewicht im Differenzkreis nicht gestört, da der Fehlerstrom nur in der in sich geschlossenen Spulengruppe fließt. Ein äußeres Merkmal dieses Fehlers ist jedoch die Verschiebung des Sternpunktes der Maschinenwicklung gegenüber dem Systemnullpunkt. Verbindet man also den Generatorsternpunkt mit einem künstlich erzeugten Systemnullpunkt, so muß die Nullpunktleitung bei Windungsschluß im Generator Strom führen. Durch Einschaltung eines Relais in diesen Stromkreis wird Abschaltung der Maschine herbeigeführt. Das Windungsschlußrelais muß als wattmetrisches Relais ausgeführt werden, weil es auf höhere Harmonische die auch im störungsfreien Betrieb in der Sternpunktverbindung vorhanden sein können, nicht ansprechen darf. Die SSW verwenden ein zweipoliges Wattmeterrelais. Jeder Pol erhält in der einen Spule den Nulleiterstrom und in der anderen eine verkettete Spannung zugeführt. Da die Dreiecksspannung die dritte Harmonische nicht enthält, wird die geforderte Selektivität erreicht. Der künstliche Nullpunkt wird in der „Stütz drossel nach Bauch“¹⁾, einer Drehstromdrossel mit sekundärer Meßwicklung und tertiärer, kurzgeschlossener Dreieckswicklung, erzeugt. Eine zweite Fehlerart bei Generatoren ist der Gestellschluß. Auf diese spricht der Merz-Price-Schutz allerdings nur deshalb nicht an, weil seine Empfindlichkeit meist nicht ausreicht. Arbeiten mehrere Generatoren unterspannungsseitig über gemeinsame Schienen parallel, so müssen Erdschlußrichtungsrelais zur selektiven Ab-

¹⁾ Vgl. E. u. M. 1926, Seite 844.

schaltung verwendet werden. Ihre Schaltung erfolgt ebenso wie bei Kabel- oder Freileitungsabzweigen. Reicht der Wattreststrom des Netzes zu einem sicheren Ansprechen nicht aus, so empfiehlt sich seine Vergrößerung durch Anordnung einer indirekten oder direkten höherohmschen Nullpunktserdung der Sammelschienen. Als Gestellschlußschutz bei Generatoren, welche mit dem Transformator zu einer Einheit verbunden sind, wird ein Spannungsrelais, das an einen Spannungswandler zwischen Generatorsternpunkt und Erde anzuschließen wäre, empfohlen. (Hiebei ergibt sich aber einerseits die Möglichkeit kapazitiver Spannungsübertragung von der Hochvoltseite, andererseits besteht die Gefahr des Entstehens von Resonanzspannungen an der Spannungswandlerinduktivität bzw. Verbindungskabelkapazität mit einer höheren Harmonischen in den Phasenspannungen als Treibspannung. Durch Erdung des Sternpunktes über einen Ohmschen Widerstand und Verwendung eines empfindlichen Stromrelais können diese ungewünschten Folgen der Erdung über einen Spannungswandler umgangen werden. D. Ref.) Bei allen Störungen in der Maschine soll diese nicht nur rasch abgeschaltet, sondern auch, um Zerstörungen möglichst klein zu halten, entregt werden. Hiefür reicht bei kleinen Maschinen Feldschwächung durch Einschaltung eines Widerstandes in den Nebenschlußkreis der Erregermaschine aus, während bei großen Generatoren vollständige Aberregung, zum Beispiel durch einen Rüdenergschen Schwingungswiderstand¹⁾, zu empfehlen ist.

E. Gr.

(Siemens-Zeitschrift, Band 6, Heft 10 und ETZ, Band 47, Heft 34, 1926.)

Elektrische Meßkunde.

Über ein neues Permeameter der Société des Ateliers J. Carpentier berichtet Picou. Während bei dem früheren Modell der Probestab zwischen zwei U-förmige Joche eingespannt war, benützt Picou jetzt die einfache Anordnung eines rechteckigen, magnetischen Kreises, dessen eine Längsseite durch die Probe gebildet wird. Die Streuung an den Einspannstellen wird durch zusätzliche Magnetisierungswicklungen kompensiert. In üblicher Weise wird das Feld H durch die Amperewindungszahl der Magnetisierungswicklung, die Induktion B durch eine Sonderwicklung ballistisch gemessen. Wesentlich ist die Methode, nach der die Gleichmäßigkeit der Magnetisierung geprüft wird. Diese ursprünglich von dem Amerikaner Burrows und nunmehr von Carpentier wieder gefundene Methode besteht darin, daß in gleichen Abständen von der mittleren Prüfspule zwei gleiche, aber entgegengesetzt gewickelte Spulen in Serie geschaltet sind. Legt man diese Spulen an das ballistische Galvanometer unter Zwischenschaltung eines rotierenden Kommutators, so läßt sich durch gleichzeitiges Einregulieren des Stromes für die Kompensierung der Streuung der Ausschlag auf Null bringen. Dann ist aber auch der Fluß in dem mittleren Teil des Probestabes gleichförmig, so daß die Induktion B richtig gemessen werden kann. Picou zeigt weiters die seinem ursprünglichen Apparat anhaftenden Fehler, die durch eine Ungleichförmigkeit des Feldes infolge Streuflusses entstanden. Der neue Apparat gibt niedrigere Werte für die Magnetisierungslinie als der alte Apparat. Daß dies auf Richtigkeit beruht, konnte an Probestäben gezeigt werden, die vom National Physical Laboratory in England geeicht waren. Co.

(Rev. gén. Electricité, Bd. 20, Nr. 10, 1926.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Über die Bedeutung stetiger Betriebsüberwachung für die Wirtschaftlichkeit elektrischer Schiebebühnen und Drehscheibenantriebe. Bei Schiebebühnen und Drehscheiben entfallen in unbelastetem Zustand etwa 50 vH, in belastetem Zustand etwa 80 vH der gesamten Betriebszeit auf das Anlassen. Es wird daher eine richtige Betriebsüberwachung bei derartigen Antrieben ihr

Hauptaugenmerk auf den Anlaßvorgang lenken müssen. Das Anlaßdrehmoment setzt sich aus dem Reibungsmomente und dem Beschleunigungsmomente zusammen. Letzteres und damit der Anlaufstrom ist verkehrt proportional der Anlaufzeit. Ist die Anlaufzeit kurz, so werden die Anlaufströme hoch und damit Motor und mechanischer Teil sehr schwer beansprucht. Ist die Anlaufzeit zu groß, so unterliegen die Anlaßapparate stärkerem Verschleiß. Reichsbahnoberrat Schmelzer untersucht die diesbezüglichen Verhältnisse an einer Lokomotivschiebebühne des Bahnbetriebswerkes Seddin. Die Hauptwerte der Anlage sind folgende:

Eigengewicht	70 t
Tragfähigkeit	350 t
Motorleistung (45 Min.)	54.4 PS
Motordrehzahl	970 U/min
Fahrwerk mit umschaltbarem Vorgelege und zwei Übersetzungen	1:40 und 1:27.4
Laufgrad-Durchmesser	700 mm
Laufwiderstand bei unbelasteter Bühne	400 kg
„ „ belasteter Bühne	2750 kg

Berechnet man für Anlaßzeiten 1 bis 12 sec das Anlaßdrehmoment, so zeigt sich, daß zum Beispiel bei 1 sec Anlaßzeit der Motor im Durchschnitt 6.85 fach überlastet ist, beim Einschalten sogar 13 fach. Bei 12 sec Anlaßzeit beträgt die Überlastung im Mittel das 1.4fache der Normalbelastung, beim Schalten das 1.9fache. Vorausgesetzt ist hierbei, daß innerhalb der Anlaßperiode das ermittelte mittlere Anlaßdrehmoment nicht überschritten wird, das heißt die Aufteilung der gesamten Schaltzeit auf die einzelnen Anlaßstufen dementsprechend erfolgt. Die auf die Anlasserstufen entfallenden Zeiten lassen sich in einfacher Weise zeichnerisch ermitteln. Man trägt die Drehmomente in Abhängigkeit von der Motordrehzahl auf. Nach der Gleichung $M = 716 \frac{N}{n}$ sind die Drehmomente verkehrt

proportional mit der Drehzahl. Die Momentenlinie ist demnach eine Gerade, welche bei der Leerlaufdrehzahl des Motors, das heißt Drehmoment Null, die Abszissenachse schneidet. Der Schnittpunkt mit der Ordinatenachse, das heißt für Tourenzahl Null, ist durch das Anlaufdrehmoment gegeben. Bringt man die Momentenlinie zum Schnitt mit der Horizontalen, welche dem Normalmoment entspricht, so erhält man durch Herabloten dieses Punktes auf die Abszissenachse die Tourenzahl, bei deren Erreichung das Weiterschalten auf die nächste Anlasserstufe erfolgen darf. Es tritt eine sprunghafte Vergrößerung des Drehmomentes auf, bei praktisch gleicher Tourenzahl, und zwar läßt man diesen Momentenzuwachs bis zum zulässigen Maximaldrehmoment ansteigen, das ebenfalls durch eine Horizontale gegeben ist. Der Ausgangspunkt für die Momentengerade der zweiten Anlasserstufe liegt demnach auf der Horizontalen des Maximaldrehmomentes und dem Lote, das durch den vorher ermittelten Schnittpunkt zwischen erster Momentenlinie und Normalmoment-Horizontalen gezogen wurde. Der Endpunkt der neuen Momentengeraden liegt wieder im Leerlaufpunkt des Motors. Analog geht die Ermittlung für die einzelnen Anlasserstufen weiter. Man erhält eine Sägezahnkurve, welche mit dem Anlaufdrehmoment beginnt und zwischen zwei Horizontalen, dem Normal- und dem Maximaldrehmomente liegt. Gibt man der Abszissenachse eine Teilung derart, daß die Entfernung o bis Leerlaufdrehzahl der vollen Anlaufzeit entspricht, so geben die Entfernungen der Vertikalen der Sägezahnkurven direkt die Zeiten an, welche für das Schalten der einzelnen Stufen einzuhalten sind, wenn man weder das gewählte Maximalmoment überschreiten, noch nach Erreichung des Normalmomentes unnötig lang die Anlasserstufe festhalten will. In dem gewählten Beispiel betragen bei einer gesamten Anlaßzeit von 12 sec und zehn Anlasserstufen die einzelnen derart ermittelten Schaltzeiten: 2.4 — 4.6 — 2.4 — 1.23 — 0.65 — 0.34 — 0.19 — 0.09 — 0.06 — 0.04 Sekunden.

Zur dauernden Überwachung, daß die Schaltzeiten auch eingehalten werden, wurde auf der beschriebenen Anlage ein Überstrommelder eingebaut. Durch

¹⁾ E. u. M. 1925, Seite 736.

eine Spule, die im Motorstromkreis liegt, wird eine Zeigervorrichtung derart beeinflußt, daß hinter einem Schauglas ein weißes Feld erscheint, solange das Normalmoment erhalten ist, hingegen ein rotes Feld, das solange sichtbar bleibt, als das Normalmoment überschritten ist. Beim Schalten auf eine neue Anlasserstufe wird daher das rote Feld erscheinen. Ein Weitschalten darf erst erfolgen, bis das weiße Feld sichtbar wird. Ein außerdem angebrachter Höchststromauslöser wird knapp eingestellt (etwa 5 vH über dem Maximaldrehmoment) und versiegelt, so daß ein Nichteinhalten der Bedienungsvorschrift jederzeit nachgewiesen werden kann. Die Einrichtung soll sich auf der beschriebenen Anlage gut bewährt haben. Der Überstrommelder ist außerdem geeignet, Fehler der elektrischen oder mechanischen Einrichtungen, durch welche eine dauernde oder zeitweise Motorüberlastung auftritt, sofort anzuzeigen und damit schwerere Schäden zu verhindern.

E11.

(Glaser's Annalen, Bd. 99, Heft 2, Juli 1926.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Stromrückgewinnung bei der Chemnitzer Straßenbahn. W. Bettle berichtet über Messungen, welche mit der Schaltung von W. Welsch für Stromrückgewinnung¹⁾ gemacht wurden. Die Versuche wurden auf vier verschiedenen Strecken von durchschnittlich rund 41 km Länge und 380 m mittlerer Haltestellenentfernung und großen, zahlenmäßig leider nicht angegebenen Neigungen mit leeren Triebwagen von 141 t und besetzten Zügen von 27·5 t ausgeführt. Es ergaben sich Stromrückgewinnungen von der Größenordnung 15·6 vH für den leeren Triebwagen und 21·6 vH für den Zug, bezogen auf die für die Zugsbewegung aus dem Netz entnommene Energie. Ein Vergleich der Vorausberechnung ergab einen um 25 bis 30 vH größeren Rückgewinn als der Rechnung entsprach, die sich zunächst nur auf die Gefälls- und Haltebremsung bezogen hatte. Dies fand seine Erklärung darin, daß die Fahrgeschwindigkeit während der Fahrt wegen verschiedener Verkehrshindernisse, Krümmungen und dergl. mehr öfters vermindert werden mußte, was sich natürlich der Vorausberechnung entzieht. Die Anteile am Rückgewinn, die auf Gefällsbremsung, Haltebremsung und zufällige Geschwindigkeitsverminderung entfallen, sind im Durchschnitt etwa 26, 44 und 30 vH gewesen.

W1.

(Verkehrstechnik Heft 31, 1926.)

Vierachsiger Omnibus mit elektrischem Antrieb. In Albany, New-York, steht ein vierachsiger Omnibus in Erprobung, der von der Versare Corporation erbaut und von Westinghouse elektrisch ausgerüstet wurde. Der Wagen ist 11·6 m lang, hat 8·85 m Radstand, 1·7 m Spurweite, und kann dank seiner besonderen Lenkeinrichtung auf einem Bogen von 6·6 m Halbmesser wenden. Die beiden Drehgestelle von 1·37 m Achsabstand sind wie ein normales Autochassis gebaut, das heißt jeweils die beiden Vorderräder sind lenkbar und können auf einen bestimmten Bogen eingestellt werden. Die beiden Vorderräder sind nur in der geraden Fahrt parallel. Das Leergewicht ist 8·6 t. Der Wagenkasten hat ein blechverkleidetes Gerippe aus Holzpfosten, einen Einstieg beim Führerstand und eine Doppeltür vor dem rückwärtigen Drehgestell. Er faßt 44 Sitz- und 52 Stehplätze. Die große Achszahl hat den Vorteil bei hohem Gewicht noch mit Einfachrädern auszukommen und den Wagen gegen Stöße unempfindlicher zu machen. Vorne unter einer Motorhaube ist ein Sechszylinder-Benzinmotor von 110 PS bei 1200 U/min untergebracht, der mittels nachgiebiger Kupplung einen 40 kW, 175 V Nebenschlußgenerator offener Bauart antreibt. Die beiden rückwärtigen Achsen beider Drehgestelle werden von einem 28 PS Reihenschlußmotor über ein Getriebe 10·5 : 1 angetrieben. Der Triebbraddurchmesser beträgt 760 mm. Der Motor liegt in der Längsachse des Wagens auf zwei Längsträgern, welche mittels Querträgern am Hauptrahmen befestigt sind. Zwischen Motor- und Triebachse ist ein Universalgelenk eingebaut, das die

¹⁾ Vgl. E. u. M. 1925, Seite 492.

Radstöße von den Motoren fernhält. Der Fahrschalter schaltet die Motoren reihenparallel für die Vorwärtsfahrt und parallel für den Rücklauf, die bei normaler Fahrt benutzte Parallelschaltung ist der Ausstellung benachbart. Hierbei kann eine Geschwindigkeit von 48 km/h erreicht werden, doch wird gewöhnlich mit nur 40 km/h gefahren. Die elektrische Kurzschlußbremsung kann auch bei einer Fahrtstellung des Fahrschalters mittels Fußhebel eingestellt werden und dient lediglich als Gefällsbremse. Als Haltebremse wirkt eine Westinghouse-Druckluftbremse, die auf 4, 6 oder allen 8 Rädern angreift. Die Druckluft wird durch den Motor erzeugt. Außerdem ist auch eine Handbremse vorhanden. Die normale Geschwindigkeitsregelung erfolgt durch Regelung der Gaszufuhr, nur auf starken Steigungen oder bei besonderer Belastung wird eine Regelung der Generatorerregung zu Hilfe genommen. Die Beleuchtung des Wagens ist elektrisch. Benzin- und Druckluftbehälter, ersterer mit 150 l Inhalt, hängen in der Mitte unter dem Wagenkasten.

W1.

(ETZ, Bd. 47, Heft 42, 1926.)

Elektrische Apparate.

Vakuummeßvorrichtung für Quecksilberdampf-Großgleichrichter. Von A. Gaudenzi. Das von BBC gebaute Hitzdrahtvakuummeter (Ö. P. Nr. 101821) ermöglicht eine dauernde Messung und kann natürlich auch sonst zur Messung hoher Luftleeren (0·1 bis 0·001 mm Hg) benutzt werden. Es beruht auf der Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit der Gase vom Druck und besteht aus zwei im Vakuum liegenden Platinspiralen innerhalb eines H-förmigen Glaskörpers, der in ein Preßstück eingekittet ist (Abb. 1) Die beiden Spiralen A—D und B—C bilden zwei Zweige einer Wheatstoneschen Brücke, deren beide andere Zweige (Platinwiderstände) A—B und C—D außerhalb des Vakuums liegen und von Luft umspült werden. Bei Atmosphärendruck haben alle vier Zweige gleichen Ohmschen Widerstand, die Spannungsdifferenz zwischen A und C ist Null. Schwankungen der Raumtemperatur sind mit Rücksicht auf die Schaltung bei gleichmäßiger Erwärmung aller Teile ohne Einfluß. Mit abnehmendem Druck im Vakuummeter verringert sich die Wärmeleitfähigkeit des eingeschlossenen Gases und es steigt

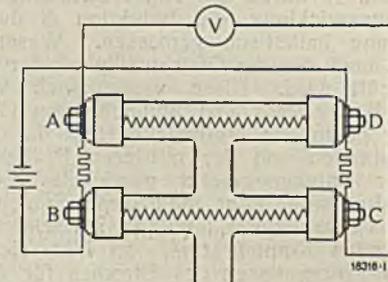


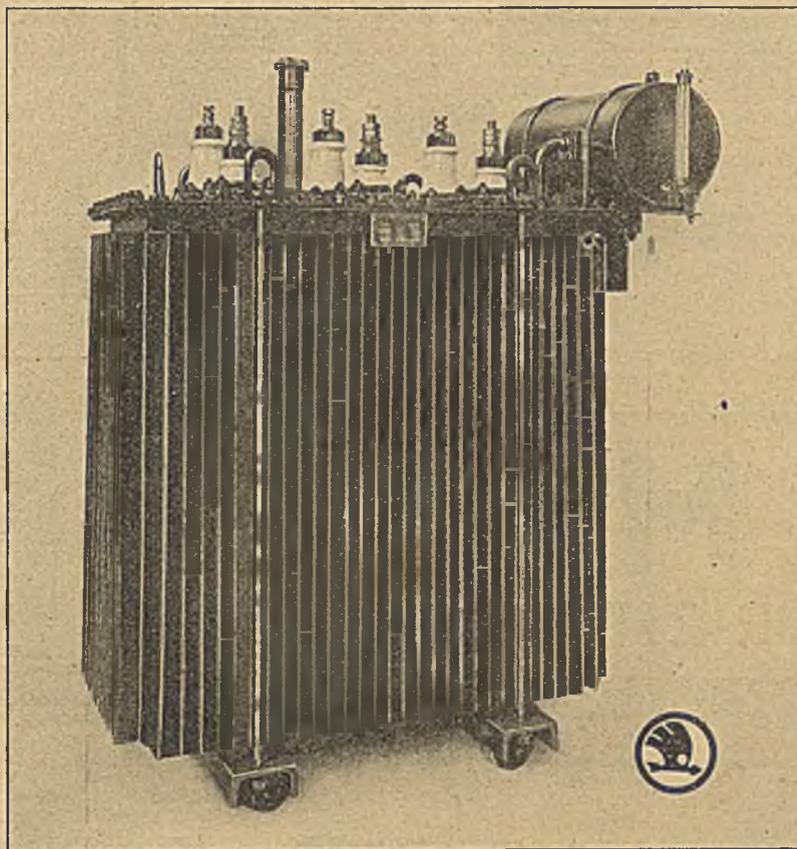
Abb. 1. — Aufbau und Schaltung eines Hitzdrahtvakuummeters Bauart Brown Boveri.

bei unveränderter Heizenergie der Widerstand der Zweige A—D und B—C und damit auch die Spannung A—C, die ein Maß für den zu messenden Druck bildet. Das Vakuummeter kann sowohl an Gleichstrom als auch an Wechselstrom angeschlossen werden. Bei Gleichstrom ist Aufladen der Batterie erforderlich, auch muß der Heizstrom von Zeit zu Zeit nachreguliert werden. Bei Anschluß an Wechselstrom entfallen diese Arbeiten. Als Anzeigergerät dient dann ein ferrodynamisches Galvanometer mit mechanischer Richtkraft, das einem Gleichstrom-Drehpulvergerät nachgebildet ist, mit dem Unterschiede, daß an Stelle des permanenten Magneten ein Elektromagnet tritt. Wesentlich ist bei Wechselstrom, daß der Speisestrom und Heizstrom für das Vakuummeter dauernd unverändert bleiben. Dies wird durch Einschaltung eines Eisenwiderstandes in den Stromkreis des Gerätes erreicht, der bei Spannungsschwankungen im Netz auf gleichbleibenden Strom regelt und damit einen Regelwiderstand erspart und auch das Nachregeln überflüssig macht.

J.

(BBC-Nachrichten, Jahrg. 13, 1926, Heft 9.)

A. G. VORMALS

SKODAWERKE**IN PILSEN.****ELEKTROTECHNISCHE FABRIK:
PILSEN-DOUDLEVCE.****General- und Kommerz.-Direktion:
PRAG.****Normal-Transformatoren****Drehstrom-Öltransformator 100 kVA, $6000 \pm 4\%$ /400/231 V mit Ölausdehnungs-Gefäß.****ELEKTROINGENIEUR-BUREAUX:**

PRAG II, Jungmannova 37 (zugl. Verkaufsstelle u. Lager) Fernspr. 251-51 bis 60.
 PILSEN, Skodawerke, Werkbahngelände, (zugleich Lager) Fernspr. Skodawerke 24, 73, 97, 353.
 KÖNIGGRÄTZ, Skodawerke, Fernspr. 340.
 TURN-TEPLITZ, Hauptstr. 80, Fernspr. 1172.
 REICHENBERG, Kasernenplatz 4, Fernspr. 1440.



BRÜNN, Falkensteingasse 5, Fernspr. 3028, 3083.
 MÄHR. - OSTRAU, Bahnhofstrasse, Gebäude der Živnobanka, Fernspr. 457.
 BRATISLAVA, (Preßburg), Šafaříkovo nám 3, Fernspr. 2659.
 LJUBLJANA, Šelenburgova 7, Fernspr. 966.
 SOFIA, Ulica Levski 10, Fernspr. 2304.

Walter de Gruyter & Co.  Berlin W 10 und Leipzig
 Postscheck-Konto: Berlin NW7 Nr. 59533

SIEMENS-HANDBÜCHER

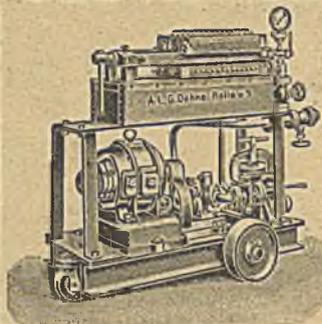
Herausgegeben von der Siemens & Halske A.-G.
 und den Siemens-Schuckert-Werken G. m. b. H.

Bisher sind erschienen:

- I. Band: Allgemeine Grundlagen der Elektrotechnik. Geb. M 5.-
- V. Band: Das Kraftwerk Fortuna II. Geb. M 6.50
- VIII. Band: Elektrisches Schaltzeug. Geb. M 5.40
- XIII. Band: Elektrizität im Bergbau. 1926. Geb. M 11.50

Ausführlicher Prospekt kostenlos

OEL-FILTERPRESSEN zum



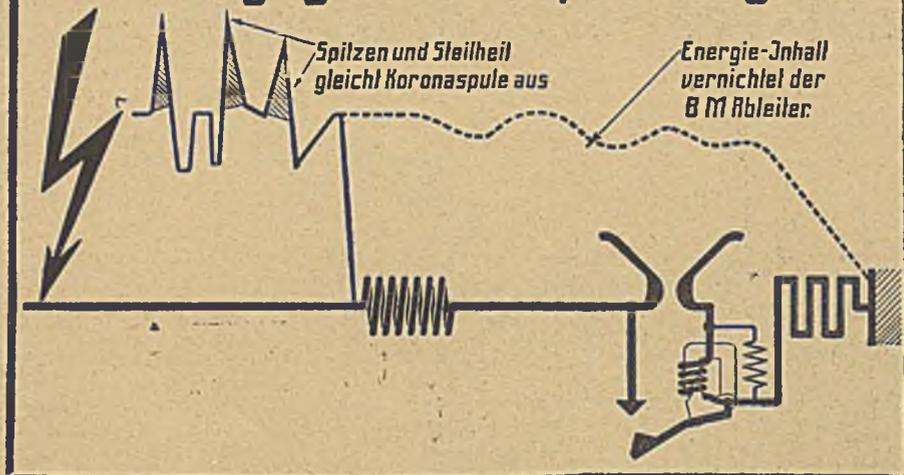
Filterieren u. Trocknen
 von
 Transformatorenöl

Öl-Kochanlagen
 fahrbar oder stationär
 Dampf oder Elektr.

Generalvertretung für
 Oesterreich:
 Ing. Richard Blumenfeld
 Wien IV, Paulanergasse 9
 Telefon 58-1-56

A. L. G. Dehne, Maschinenfabrik, **Halle a/S**

Schutz gegen Überspannungen.



Der
 vollkommenste

Schutz

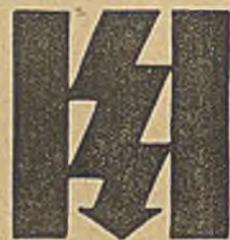
gegen
 Überspannungen
 ist der

Bendmann-
Ableiter und
Korona Spule

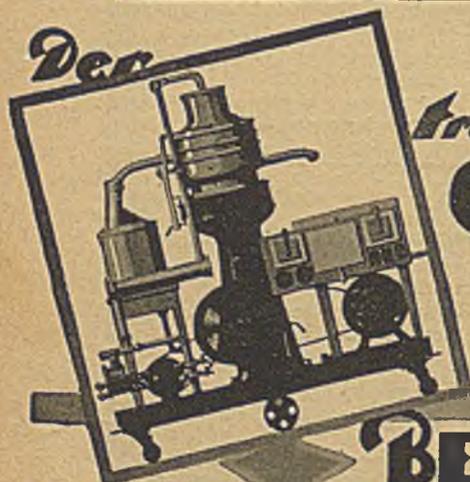
EMAG

ELEKTRIZITÄTS-AKT. GES.

FRANKFURT AM MAIN



Alleiniger Vertreter
 für Oesterreich u. Jugoslawien:
 „Elektromag“ GmbH
 Wien II, Aspernbrückengasse



transportable De Laval Ölreinigungs-Separator

reinigt
 unübertroffen, ohne Filter
 Transformatoröle
 von Wasser und Schmutz

BERGEDORFER EISENWERK A/G

WIEN XII, Wienerbergstraße 31 - Tel. 83-3-93

Elektrische Heizung, Elektrische Öfen, Elektrometallurgie.

Elektrowärme in Haushalt und Industrie. Dipl. Ing. H. Beskert¹⁾ ermittelt den „Konkurrenzpreis“ der elektrischen Arbeit, das ist jenen Preis, bei welchem die elektrisch gewonnene Kalorie gleich teuer zu stehen kommt, wie die mit einem anderen Brennstoff erzeugte, zu

$$x = 860 \frac{P \cdot \eta_{el}}{H \cdot \eta_b},$$

worin P den Preis des Konkurrenz Brennstoffes je Einheit, H seinen Heizwert bezogen auf die gleiche Einheit und η die Wirkungsgrade der beiden Heizeinrichtungen bedeuten. Für gewöhnliche Raumheizung mit Steinkohle errechnet sich zum Beispiel x zu 48 Pfg./kWh, wenn $P = 5$ Pfg./kg, $H = 6000$ WE/kg, $\eta_{el} = 100$ vH und $\eta_b = 15$ vH ist. Läßt sich auch ein so niedriger Preis nicht immer erzielen, so kann dennoch unter Hinweis auf die wesentlichen betrieblichen Vorteile mit Erfolg für die Elektrizität als Wärmequelle geworben werden. Dies gilt in gleicher Weise für die industrielle Verwertung, wie auch für die Wärmeerzeugung im Haushalt.

Mit dem diesem Zweck dienenden Wärmegeräten hat sich Dr. J. Wolf in einem auf der Wiesbadener VDE-Tagung gehaltenen Vortrag²⁾ beschäftigt. Bei allen Wärmegeräten ist die Frage der Heizkörper von größter Bedeutung, bei vielen auch die der Temperaturregelung. Als Widerstandsmaterial für die Heizkörper eignet sich von den Metallen am besten Chromnickel mit oder ohne Zusatz von Eisen, das noch bei 1000 bis 1150° C vom Luftsauerstoff nicht angegriffen wird, während von den keramischen Materialien sich das Silit am besten bewährt. Es verträgt Temperaturen bis zu 1300° C und läßt sich auch plötzlich abschrecken, ohne zu zerspringen. Allerdings neigt es dazu, sich in der Hitze zu verformen, und muß deshalb federnd befestigt werden. Die zweite Aufgabe, die Temperaturregelung, wird durch eine Bimetallfeder gelöst, die sich bei einer bestimmten Temperatur plötzlich verbiegt und dadurch einen oder mehrere Kontakte rasch öffnet. Auf diese Weise können bei 250 V bis zu 700 W direkt geschaltet werden. Fast alle Wärmegeräte haben im Vergleich zu den im Haushalt verwendeten Glühlampen einen wesentlich größeren Leistungsverbrauch. Die bei stärkerer Verbreitung dieser Geräte daraus entstehenden Schwierigkeiten (Unzulänglichkeit der bestehenden Leitungen, bedeutende Erhöhung der Belastungsspitze) lassen sich in sehr wirtschaftlicher Weise durch die Verwendung von Speichern umgehen. Ihr niedriger Anschlußwert findet mit den bestehenden Leitungen das Auslangen, der Umstand, daß sie zu beliebigen Zeiten eingeschaltet sein können, ermöglicht den Elektrizitätswerken die Einführung von Sperrzeiten und damit einen Lastausgleich. Heißwasserspeicher³⁾ können auch für die Speisenerbereitung herangezogen werden, wie aus den Untersuchungen von Dr. Robert Haas und Georg Kamuf⁴⁾ hervorgeht, die auch nachgewiesen haben, daß Kesselsteinablagerungen kein ernstes Hindernis für die Verwendbarkeit dieser Apparate bilden. Speicheröfen und Speicherherde verwenden dasselbe in anderer Anwendung. Als Speichermasse dient gewöhnlich Sand, Speckstein oder auch Eisen. Die industrielle Verwertung der Elektrowärme und ihre wirtschaftliche

Bedeutung behandelt Dr. Bruno Thierbach in einem jüngst erschienenen Buche⁵⁾.

Bemerkenswert sind Angaben aus Amerika über besondere Heizverfahren, bei welchen die Vorteile der elektrischen Wärmeerzeugung gegenüber der Kohlenfeuerung besonders hervorstechen⁶⁾. So erfolgt die Erhitzung von Preßluft unter 5 at Überdruck auf 400° C in einem elektrisch beheizten Kessel. Die Fabrik erzeugt Gegenstände aus einer Papiermasse, die erst bei Erhitzung unter Druck die nötige Festigkeit erhalten. Bei der früheren Gasheizung gab es alle zehn Tage zweitägige Reparaturen, die 50 bis 60 Doll. kosteten und jetzt nahezu verschwunden sind. Die Beheizungskosten sind von 220 auf 50 Doll. im Monat gefallen. Ein Gebiet, auf welchem sich die elektrische Heizung besonders gut eingeführt hat, sind die Glühöfen⁷⁾. Bei den meisten Fertigungsvorgängen wird vom Glühofen eine mit möglichst großer Genauigkeit eingehaltene, im Ofenraum möglichst gleichmäßige Temperatur verlangt, eine Forderung, die die elektrische Heizung in nahezu vollkommener Weise zu erfüllen befähigt ist. In dem erwähnten Aufsatz sind einige Beispiele hierfür angeführt, so das Ausglühen nahtlos gezogener Messingrohre oder von Stahlgußwerkstücken. Auf diesem Gebiet ist die Beschreibung L. E. Everetts der von der Nugent Steel Castings Company verwendeten Glühofenanlage hervorzuheben⁸⁾. Bemerkenswert ist daran, daß der Boden der Glühöfen als fahrbarer Karren ausgebildet ist, der ebenfalls Heizkörper enthält, die ihren Strom über seitlich angeordnete Stromschienen erhalten. Das Einbringen des Glühgutes geschieht da ganz einfach durch Einfahren des Wagens, welcher den im Ofen befindlichen Wagen gleichzeitig auf der anderen Seite hinausstößt. A. F.

Baustoffe.

Die Verwendung von Regeneratgummi für die Gummihüllen isolierter Leitungen. Von Dr. A. pt, Berlin. Die vom VDE herausgegebenen Vorschriften über die Prüfung von Kautschuk, die sich hauptsächlich auf die Zusammensetzung des Stoffes beziehen, sollen eine möglichst gleichmäßige Zusammensetzung und Güte sichern und hiedurch für die Lebensdauer der Gummihülle eine Gewähr bieten. Dieses Prüfverfahren, laufend auf die Erzeugung angewendet, bietet gegenwärtig die einzige Gewähr für ein zuverlässiges Erzeugnis. Das vielfach angepriesene Kautschukregenerat ist kein dem Rohgummi gleichwertiger Stoff, wie etwa Altkupfer dem Neukupfer, da die durch den Vulkanisierungsvorgang entstandenen Zustandsänderungen nicht mehr rückgängig gemacht werden können. Da es nun sehr schwierig ist, Regenerate irgendwie nach der Güte einzuteilen, so kann man das Auftreten minderwertiger Erzeugnisse kaum verhindern. Eine chemische Kontrolle, wie die oben erwähnte, ist hierbei nicht möglich, und da es bisher kein elektrisches oder mechanisches Prüfverfahren gibt, lassen sich keine zuverlässigen Anhaltspunkte für die Güte des Regeneratgummi geben. Bei den in Deutschland jährlich verbrauchten 1500 t Rohgummi kämen ungefähr 500 t als Ersatz durch Regeneratgummi in Betracht. Die hiedurch erzielte Ersparnis würde, wenn man die Kosten des umständlichen Regenerierverfahrens berücksichtigt, sich auf rund 1·8 Mill. Mk stellen. Bedenkt man aber, daß jährlich für 4 Mill. Mk Kaviar, für 2·8 Mill. Mk französischer Champagner eingeführt wird, die ans Ausland zu bezahlen sind, so erscheint die Ersparnis, die aus dem Regeneratgummi zu erzielen ist, klein und würde dessen Zulassung angesichts der erwähnten Summen für reine Luxuswaren gegenüber den großen Werten, die der Sicherheit der gummiisolierten Leitungen anvertraut sind, geradezu leichtfertig erscheinen. V. H.

(Elektrizitätswirtschaft, Heft 415, 1926.)

¹⁾ Elektrowärmewirtschaft in der Industrie. Von Dr. B. Thierbach. 5. Bd. der „Elektrizität in industriellen Betrieben“. 154 Seiten, 17 × 24 cm, mit 152 Abb. Verlag von S. Hirzel in Leipzig, 1926. Preis geb. Mk. 12.—, geb. Mk. 15.—.

²⁾ Electrical World, Bd. 87, Heft 4, 1926; vgl. a. E. u. M. 1926, TWN, Seite 239.

³⁾ Vgl. a. E. u. M. 1926, TWN, Seite 33, 148.

⁴⁾ Electrical World, Bd. 87, Heft 23, 1926.

¹⁾ Bergmann-Mitteilungen 1926, Heft 2. Der Aufsatz enthält auch eine Fluchtlinientafel zur raschen Ermittlung des „Konkurrenzpreises“. — Vgl. a. I. Mayrhofer, „Das Elektrizitätswerk“, 1926, Heft 6, Seite 52.

²⁾ Siehe ETZ, Bd. 47, Heft 25, 1926.

³⁾ Vgl. a. E. u. M. 1926, Das El.-Werk, Seite 95.

⁴⁾ Siehe ETZ, Bd. 47, Heft 25, 1926.

Magnetismus und Elektrizitätslehre, Physik.

Zur Definition der magnetischen Feldgrößen.

J. Wallot. Es ist eine eigentümliche Erscheinung, daß die theoretisch und praktisch so wichtigen elektromagnetischen Grundbegriffe ihrer Definition gewisse Schwierigkeiten bereiten. Häufig wird die Kraftwirkung auf elektrisch geladene Körper bezw. permanente Magnete gemäß dem Coulomb'schen Gesetz zur ersten Begriffsbestimmung herangezogen. An Hand der vollständigen Theorie erweisen sich die Vorgänge hierbei jedoch als so verwickelt, daß erst nachträglich durch eine eigene Betrachtung die Möglichkeit und Berechtigung dieses Verfahrens bestätigt werden müssen und diese Definitionsmethode für Grundbegriffe wenig geeignet erscheint. Andere Definitionsverfahren, die offenbar aus diesem Grunde verwendet werden, sind von Mängeln gleichfalls nicht frei. Aus diesen Gründen gibt es heute auch noch kein allgemein anerkanntes, grundlegendes Begriffssystem der elektromagnetischen Größen und dem Versuche ein solches zu schaffen, stellen sich nicht geringe Schwierigkeiten entgegen. So bemerkt J. Wallot in Ausführungen, die einem dem Ausschuß für Einheiten und Formelzeichen (AEF) vorgelegten Entwurf entstammen, bezüglich der Definition der magnetischen Feldgrößen, daß es wegen der starken Meinungsverschiedenheiten hier nicht möglich ist, so wie auf anderen Gebieten, einfach die herrschenden Gebräuche festzustellen, sondern daß zur Festsetzung einheitlicher Bezeichnungen für die Einheiten der magnetischen Größen zunächst in das Durcheinander der Begriffsbestimmungen Ordnung gebracht werden müsse. Er schlägt vor, die erwähnte, an das Coulomb'sche Gesetz anknüpfende und wegen ihrer weiten didaktischen Verwertung als „schulmäßig“ bezeichnete Definition, im Hinblick darauf, daß der permanente Magnet eines der kompliziertesten Gebilde der Physik ist, aufzugeben und den Kraftangriff des Magnetfeldes auf einen stromführenden Leiter oder die durch die Bewegung des Leiters im Magnetfelde in Bewegung gesetzte Elektrizitätsmenge zur Grunddefinition heranzuziehen; definiert wird hierdurch die „magnetische Induktion“. Bei der Verwendung eines Prüfrechteckes, in welcher Form der Leiter am zweckmäßigsten verwendet wird, zeigt sich jedoch die Schwierigkeit, daß wohl die Feldlinie der magnetischen Induktion eindeutig bestimmt wird, daß aber eine Richtungsbestimmung ohne Willkür nicht möglich ist. Es wird hieraus der Schluß gezogen, daß die Feldgröße „Induktion“ weder als Vektor, noch als Skalar, sondern nur als Drehgröße definiert werden kann. Im weiteren Ausbau des Begriffssystems wird nun die Frage aufgeworfen, ob neben der magnetischen Induktion noch eine zweite Feldgröße definiert werden soll. Obwohl, gemäß den Ausführungen, die meisten Physiker und Elektrotechniker nur eine Feldgröße benutzen, der sie nur verschiedene Namen geben, besteht doch offenbar ein Bedürfnis nach einer zweiten. Für eine solche, und zwar für unsere magnetische Feldstärke \mathfrak{H} , liegen nun zwei verschiedene Definitionen, die von Maxwell und die von Abraham vor. Die erstere hat den Nachteil, an die schulmäßige Definition anzuknüpfen. Denkt man in einem Stoff zwei zylindrische Höhlungen, die eine fadenförmig und sehr dünn relativ zu ihrer Länge, die andere scheibenförmig und sehr kurz relativ zu ihrem Durchmesser und beide mit ihren Achsen parallel zum Magnetfeld liegend, so gibt die Kraft auf den positiven magnetischen Einheitspol in der Mitte der fadenförmigen Höhlung die magnetische Feldstärke \mathfrak{H} , in der Scheibenmitte die magnetische Induktion \mathfrak{B} an. Die Definition nach Abraham ist eine rein rechnungsgemäße; sie besteht in der Auffassung der ersten Maxwell'schen Gleichung als Definitionsgleichung für \mathfrak{H} . Nach weiteren eingehenderen Betrachtungen über den Drehgrößencharakter der magnetischen Feldgrößen wird schließlich noch auf die Möglichkeit hingewiesen, auf Grund der Äquivalenz von Stromschleife und magnetischer Schale das Coulomb'sche Gesetz wieder einzuführen.

Wenn nun der Bericht zu diesen Ausführungen

Stellung nimmt, so geschieht es nicht im Sinne einer Kritik, sondern aus der Erwägung, daß zur befriedigenden Lösung der Definitionsfrage Erörterungen nach möglichst vielen Seiten nur zweckmäßig sein können. Die Ablehnung der schulgemäßen Definition der Feldstärke \mathfrak{H} und die Einführung der Definition der magnetischen Induktion \mathfrak{B} mittels des Prüfrechteckes bedeutet gewiß eine Verbesserung. Es spricht für die meßtechnische Verwendbarkeit der letztgenannten Methode, daß die Messung der Inklination des magnetischen Erdfeldes mit einer der Messung der Deklination ebenbürtigen Genauigkeit erst und nur vermittels der rotierenden Leiterschleife gelungen ist. Eine Schwierigkeit, die auch dieser Methode anhaftet, ist jedoch die Veränderung des ursprünglichen magnetischen Induktionsfeldes durch den Prüfstrom bei Vorhandensein magnetisierbarer Stoffe oder, allgemein gesprochen, bei räumlich variabler magnetischer Permeabilität. Da diese auszuschließen natürlich nicht möglich ist, bleibt nichts übrig, als den Strom im Prüfrechteck, bilde nun der Kraftangriff oder die in Bewegung gesetzte Elektrizitätsmenge die Meßgröße, als verschwindend schwach anzunehmen, analog der Ladung des Probekörpers im elektrostatischen Felde bei Ermittlung der elektrischen Feldstärke \mathfrak{E} . Ob dieser Nachteil überhaupt umgehbar ist, bleibe dahingestellt. Nach der Definition von \mathfrak{H} ist es möglich, sogleich die magnetische Permeabilität μ zu definieren. Man mißt hierzu die magnetische Induktion in den beiden oben erwähnten Maxwell'schen Hohlräumen; das Verhältnis der Induktion im scheibenförmigen zu der im fadenförmigen Raum ergibt bereits die magnetische Permeabilität des Stoffes, in dem sich die Hohlräume befinden. Die Frage, ob dann noch die magnetische Feldstärke eingeführt werden soll, läuft dann lediglich darauf hinaus, ob der Ausdruck \mathfrak{B}/μ einen eigenen Namen erhalten soll. Wird man dies schon aus Gründen der sprachlichen Elastizität nicht ablehnen, so tritt noch fürsprechend hinzu, daß die Feldstärke \mathfrak{H} infolge ihrer Verknüpfung mit dem elektrischen Strom eine praktische Bedeutung besitzt, die der von \mathfrak{B} wohl nicht nachsteht. Der Vorwurf, daß sie lediglich eine Rechnungsgröße darstellt, kann schon deshalb nicht sehr schwer wiegen, da es viele wichtige Begriffe in der Physik gibt, die ebensowenig eine unmittelbare Messung gestatten, zum Beispiel die Masse, und die doch gewiß keine bloßen Rechnungsgrößen sind. Die Gleichung $\mathfrak{B}/\mu = \mathfrak{H}$ ist entsprechend als Definitionsgleichung für \mathfrak{H} aufzufassen. Das hier angedeutete Begriffssystem hätte den Vorzug, daß die Maxwell'schen Gleichungen ihrer Auffassung nach Verknüpfungsgleichungen oder Naturgesetze bleiben, was sie gemäß dem allgemeinen Empfinden doch auch sind, und nicht zu Definitionsgleichungen erniedrigt werden.

Ein Wort sei noch über die Unterscheidung der Feldgrößen in Vektoren und Drehgrößen oder in anderer Ausdrucksweise in polare und axiale Vektoren angefügt. Wünscht man den Charakter einer Größe zu erkennen, so darf man nicht von allereinfachsten Experimenten ausgehen, sondern nur vom Verhalten der Größe im Extremen. Die magnetische Permeabilität erweist sich in Kristallen als Dyade, die magnetischen Vektoren sind in der Relativitätstheorie wahrscheinlich axial. Die Bedeutung dieser Erkenntnisse soll gewiß nicht angetastet werden, aber was sollen diese in der Elektrotechnik? Es wird Niemandem einfallen, μ allgemein als Dyade anzusehen, die sich nur bei den technischen Anwendungen wie ein Skalar behandeln läßt. Analog gehört auch die Auffassung der magnetischen Vektoren als Drehgrößen nicht hierher, da sie weder theoretisch nötig, noch sachlich oder didaktisch nützlich ist. Überblickt man die ganzen mit der Definition der elektromagnetischen Größen verknüpften Fragen und Schwierigkeiten, so kommt man wohl zum Schluß, daß es ein allen theoretischen und experimentellen Ansprüchen genügendes, geschlossenes Begriffssystem nicht gibt. Auch hier wird, wie so oft in der Technik, ein Kompromiß die Lösung bilden müssen. Kneissler-Maixdorf.

(ETZ. 47. Jahrg., Nr. 35, 1926.)

Literaturberichte.

1942 **Technische Hydrodynamik**, von Dr. F. Prášil, Professor an der eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich. Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage. 303 Seiten, 15 × 23 cm, mit 109 Abbildungen im Text. Berlin 1926. Verlag von J. Springer. Preis geb. Mk. 24.—

Das Buch, welches gegenüber der Erstauflage teilweise sehr durchgreifende Veränderungen erfahren hat, ist nicht als eigentliches Lehrbuch, sondern als Sammelwerk der Studien des Verfassers über ausgewählte Kapitel der Hydrodynamik zu betrachten.

Es bringt in der Einführung die physikalischen Eigenschaften des Wassers, die darauf aufgebauten Grundgleichungen der Hydrodynamik für ideale Flüssigkeiten, wie auch für Flüssigkeiten mit innerer Reibung und Turbulenz. In der Hydrostatik wird der Fall relativer Ruhe in offenen und geschlossenen Gefäßen behandelt. Der größte Raum ist der Hydrodynamik gewidmet, wobei die stationäre Strömung durch, um und in feststehenden und bewegten Räumen untersucht wird. Zur sinnfälligen Veranschaulichung werden die Zeitflächen und konformen Netze ausgiebig herangezogen, wobei durch Verwendung von Spiegelbildern, Überlagerungen¹⁾ usw. die verwickeltesten Strombilder erhalten werden.

Das Buch, dessen Durcharbeitung allerdings eine hohe mathematische Vorbildung voraussetzt, führt den Leser weit über den Rahmen der landläufig in den Lehrbüchern gebotenen Hydraulik hinaus; seine Ergebnisse werden durch lehrreiche Versuche erhärtet, die im Züricher Hochschullaboratorium durchgeführt wurden.

Dr. Hans B a u d i s c h.

793 **Hilfsbuch für Elektrotechniker**, begründet von Wietz und Erfurth, neu bearbeitet von H. Krieger und B. Königsmann, I. Band. Verlag von Hachmeister und Thal, Leipzig 1926. Preis geb. Mk. 3.—

Der Inhalt des nunmehr in 28. Auflage erscheinenden Buches umfaßt das Schwachstromgebiet, und zwar: I. Allgemeine Vorkenntnisse; II. Galvanische Elemente; III. Herstellung von Telegraphen- und Fernsprechlinien; IV. Telegraphie; V. Telephonie; VI. Zeitweilige elektrische Beleuchtung mit galvanischen Elementen oder Akkumulatoren; VII. Elektrische Uhren; VIII. Gebäudeblitzableiter; IX. Rundfunktechnik und X. Anhang. Das erste Kapitel enthält eine Reihe von Unrichtigkeiten, die unbeschadet der gemeinverständlichen Fassung zu vermeiden gewesen wären. Es wird zum Beispiel behauptet, daß sich die Erwärmung der Flüssigkeit ändert, wenn man zu einem in Säure befindlichen Zinkstab einen Kupferstab stellt, der ihn nicht berührt; das Farad wird als Ladung bezeichnet, das Henry als ein induktiver Widerstand; beim spezifischen Widerstand des Quecksilbers ist das Ohm mit der SE verwechselt; die Abb. 13 ist bezüglich des Öffnungsstromes falsch usw. Auf Seite 16 heißt es: „Die in einem Leiterstück in einer bestimmten Zeit, zum Beispiel einer Minute entwickelte Wärmemenge ist gleich dem Widerstande des Leiterstückes multipliziert mit dem Quadrat der Stromstärke.“ Interessant ist das zur Rettung vom Blitze Getroffener empfohlene „Erdbad“; das so hergestellt werden soll, „daß in Menschenlänge ein etwa 60 cm tiefer Graben ausgehoben wird, in den man den Verunglückten mit erhobenen Kopfe nackt hineinlegt und seinen Körper 30 bis 60 cm hoch mit Erde bedeckt.“

Im übrigen enthält das Buch eine Menge praktischer Anweisungen zur Herstellung von Schwachstromanlagen der verschiedensten Art, sowie Erklärungen der meist gebräuchlichen Schwachstromapparate, so daß es auf praktischem Gebiete immerhin gute Dienste leisten wird. Der Anhang enthält VDE-Leitsätze für Fernmelde- und Blitzableiteranlagen, gesetzliche Bestimmungen und Maßtabellen.

Dr. Rich. H i e c k e.

2851 **Elektrizität im Bergbau** bearbeitet von Prof. Dr. Ing. e. h. W. Philipp. Siemens-Handbücher, Bd. XIII. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig 1926. Oktavband, 390 Seiten, 335 Abb., 3 Tafeln.

Das neue Werk behandelt eines der wichtigsten und interessantesten Gebiete der elektrischen Kraftübertragung und ist schon deshalb zu begrüßen, weil unsere technische Literatur Mangel an zusammenfassenden Spezialwerken aufweist, welche dem projektierenden Ingenieur oder dem Techniker der betreffenden Industrie in allen einschlägigen Fragen rasch Aufschluß geben. Das vorliegende Buch ist ein Sammelwerk, dessen Kapitel die besten Spezialingenieure der Siemens-Schuckert-Werke zu Verfassern haben, an ihrer Spitze den durch seine grundlegenden Arbeiten auf dem Gebiet der elektrischen Fördermaschinen bekannten Prof. Dr. Philipp, der ausführlich die Sondervorschriften für Bergwerke des VDI erläutert und die Fördermaschinen behandelt. J. Bäumer bespricht die Bohr- und Schrämmaschinen, Rutschen und Haspeln; R. Schade hat eine treffliche Arbeit über Wasserhaltungsmaschinen, eine andere über Bergwerks-Ventilatoren mit ihren Regelmöglichkeiten, endlich eine Abhandlung über Briquetpressen geliefert. Von A. Passauer stammen die Abhandlungen über Grubenlokomotiven und Ab-raumbahnen. Ein besonders wertvolles Kapitel widmet H. Kreisler den Eimerketten- und Löffelbaggern, welche neuerdings im einheimischen Tagbau in Aufnahme kommen, endlich sind die Elektrofilter von C. Hahn, die Erfordernisse der Petroleumgruben von L. Steiner behandelt. Den Schluß bildet eine Abhandlung über die für Bergwerke so wichtigen Signal- und Sicherheitseinrichtungen. — Von allen diesen Arbeiten kann gesagt werden, daß sie ihrer Aufgabe, das Arbeitsgebiet in knapper, trotzdem klarer und leichtfaßlicher Art darzustellen, durchaus gerecht geworden sind. Dabei sind überall, wo dies nötig ist, ausführliche Rechnungsgrundlagen, Tabellen, Schaltbilder, Diagramme und vorzügliche Abbildungen eingefügt, welche eingehendes Verständnis über die Vorgänge und Einrichtungen vermitteln. In dieser Richtung muß die Behandlung der Fördermaschinen besonders gerühmt werden. Hier sind die vollständigen Rechnungsgrundlagen zur Herstellung des Energiediagramms entwickelt, es sind alle vorkommenden elektrischen Anordnungen mit ihren Eigenschaften und ebenso die Steuer- und Brems-einrichtungen deutlich dargestellt. — Daß in dem ganzen Werk die Eigenkonstruktionen der SSW besonders berücksichtigt werden, ist begreiflich, doch beeinträchtigt dies den Wert keineswegs, denn die Darstellungen sind allgemein gültig und die Hinweise auf die besonderen Ausführungen sind als Beispiele wertvoll. Aus diesen Gründen kann das handliche Buch sowohl dem projektierenden Elektro- und Maschineningenieur als auch jedem Bergingenieur warm empfohlen werden.

Dr. H o r s c h i t z.

3431 **Kreisprozeßkunde**. Von Dr. R. v. Dallwitz-Wegner (Sammlung Lebende Bücher, herausgegeben von A. Decker). 578 Seiten mit 226 Abb. A. Ziemsen, Verlag, Wittenberg, 1926.

Das Buch soll nach dem Untertitel „eine Übersicht über die ausgeführten, die erstrebenswerten und die möglichen Wärme-Arbeits-Kreisprozesse mit und ohne Temperaturgefälle, warmer und kalter Verbrennung, nebst einer Einführung in die Wärmelehre und die Molekulartheorie der Materie für Techniker und Physiker“ bieten. Bei der Einführung in die Wärmelehre wird von der kinetischen Gastheorie ausgegangen und schließlich auch die neuzeitliche Lehre vom Atomaufbau berührt. Im Hauptteil wird zunächst eine ganze Reihe von Kreisprozessen, wie sie für die gebräuchlichen Wärmekraftmaschinen und Arbeitsmaschinen (Verdichter usw.) in Betracht kommen, behandelt, dann folgen Angaben über die maschinellen Hilfsmittel zur Durchführung der Kreisprozesse, Abschnitte über die Gewinnung der Betriebsenergie, über Wärmeübergang und Heizung, über die Analyse von Gas- und Dampfkreisprozessen teils ausgeführter, teils vorgeschlagener Maschinen. Der letzte Abschnitt befaßt sich mit den reinen Wärme-Kreisprozessen und Vorgängen, sowie

¹⁾ Vgl. Z. d. Ö. I. u. A.-V. 1910, Heft 6.

anderen Kreisprozessen, die alle außerhalb des Geltungsbereiches des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie stehen. Ein Anhang enthält hauptsächlich Aufgaben über die spezischen Warmen von Gasen bei verschiedenen Drücken und Temperaturen. Der Inhalt des Buches ist also ein recht umfangreicher, an einzelnen Stellen wird vielleicht sogar zu viel gebracht, bezw. manches was über den Rahmen des Stoffes hinausgeht oder aber für den allergrößten Teil der Leser überflüssig ist. Hierbei hat der Verfasser anscheinend nicht berücksichtigt, daß das Buch schon seines Umfanges wegen sicher nicht zur Einführung oder für den Anfänger bestimmt ist, sondern nur für jene Kreise, die wirklich tiefer in das Wesen der Kreisprozesse eindringen wollen. Aus einer genauen Durcharbeit des Buches wird man Nutzen ziehen und viele Anregungen erhalten, besonders aus dem letzten Abschnitte, wenn es sich hier auch vorläufig nur um Vorschläge handelt, die der Verfasser selbst derzeit als praktisch nicht verwertbar bezeichnet. Leider ist die Schreibweise überflüssig breit, die Einführung neuer Begriffe und Bezeichnungen ist nicht immer gutzuheißen, vieles steht, wie schon erwähnt, nur in losem Zusammenhange mit dem eigentlichen Inhalte. Literaturangaben finden sich, im Ganzen genommen, sehr reichliche, sie sind aber wenig systematisch. Würde sich der Verfasser zu einer Umarbeitung des Buches und Beschränkung auf die Kreisprozeßkunde selbst entschließen, so würde das Buch sehr viel gewinnen und dem Leser die Arbeit sehr erleichtert werden. Jellinek.

Elektro-Bureau-Compaß. Ein Comptoirhandbuch mit Vormerkkalender 1927. 341 Seiten. Compaßverlag, Wien XX. Preis geb.

Das Buch enthält in einem Umfang, der an vielen Stellen weit über die Mehrzahl der üblichen Taschenbücher, Fachkalender usw. hinausgeht, das wichtigste aus der Mathematik, über die Erzeugung, Leitung und Verwendung der elektrischen Energie, eine Zusammenstellung der physikalischen Eigenschaften verschiedener Stoffe und ein französisch-englisch-deutsches Wörterbuch der wichtigsten Fachausdrücke der Elektrotechnik. Besonders wertvoll dürften für den Praktiker die vielen Zahlenangaben zum Beispiel über Preise sein, die man sonst nur schwer findet. Aus dem folgenden statistischen Teile ist ein Aufsatz von Kommerzialrat Honigmann über den österreichischen Handel mit elektrotechnischen Erzeugnissen und die Zolltarife der Nachfolgestaaten zu erwähnen; ferner Angaben über die österreichischen Wasserkräfte, aus dem kommerziellen Teil Verzeichnisse der elektrotechnischen Firmen in Österreich, der Tschechoslowakei, Jugoslawien und Ungarn. Das Buch wird den in der Elektrotechnik technisch und kommerziell Tätigen recht gute Dienste leisten. Empfehlen würde es sich, bei einer Neuausgabe nicht ein so ungewöhnliches Format zu verwenden. J.

Eingegangene Bücher.

Handels- und Gewerbekammer für Rotterdam.

Jahresbericht 1925. (Auszug in deutscher Sprache.) 182 Seiten mit 4 Tafeln.

Unfallverhütungskalender. Um das Verständnis für die Unfallverhütung zu wecken, hat die Reichsarbeitsverwaltung gemeinsam mit dem Verbands der Deutschen Berufsgenossenschaften einen aus zwölf Blättern bestehenden Wandkalender herausgegeben, dessen Bilder im Gegensatz zu den bekannten Unfallverhütungsplakaten ganz allgemein auf die Notwendigkeit der Unfallverhütung hinweisen, so daß der Kalender sehr zweckmäßig in Werkstätten und dergleichen Verwendung finden wird. (Beuthverlag G. m. b. H., Berlin SW, Preis bei Einzelbezug 1 Mk.) — Ein zweiter von der Unfallverhütungsbild G. m. b. H. beim Verband der Deutschen Berufsgenossenschaften herausgegebener Kalender (Stückpreis bei Abnahme von 500 Stück und mehr 11 Pf.) ist ein Büchlein von 64 Seiten, das neben Abbildungen Angaben über Unfallverhütung, über erste Hilfe (auch bei elektrischen Unfällen) u. a. m. enthält und sich daher besonders zur Verteilung an Arbeiter und Angestellte eignet. J.

Eingegangene Preislisten.

„Habege“ Hochspannungsapparatebau-Ges. m. b. H., Dresden.

Die Habege-Schutzdrossel. 40 Seiten mit 33 Abb. (Wesen der Überspannung, Theorie und Ausführung der H. B. G. Schutzdrossel, Überspannungsableiter).

Vereins-Nachrichten.

Vereinsversammlungen und Vorträge.

Die Vorträge finden — wenn nicht anders angegeben — im großen Saale des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, Wien, I., Eschenbachgasse 9, statt.

Donnerstag, den 3. Februar d. J., um 1/27 Uhr abends, Vortrag des Herrn Ministerialrat Ing. Rudolf Heider über: „Die österreichischen Fernkabelanlagen.“ (Mit Lichtbildern.)

Mittwoch, den 9. Februar d. J., um 1/27 Uhr abends, Vortrag des Herrn Prok. Dr. techn. Ing. Gustav Markt über: „Höchstspannungsfreileitungen.“ (Vorführung eines Films.)

Österr. Verband des Vereines deutscher Ingenieure.

Montag, den 7. Februar 1927, 3/46 Uhr abends, Vortrag des Herrn Ing. Fritz Eilmann über „Neuzeitliche Elektro-Werkzeuge und ihre vorteilhafte Verwendung in Industrie und Gewerbe“ (mit Lichtbildern). Österr. Museum für Kunst und Industrie, I., Wollzeile 41.

Die Mitglieder des Elektrotechnischen Vereines sind zu diesem Vortrag eingeladen.

Preise für Metalle und Metall-Halbfabrikate.

Preise für Metalle.

(Notierung der Vereinigung für die Deutsche Elektrolytkupfer-Notiz) Mk. je 100 kg

	18. I. 1927	20. I. 1927	21. I. 1927
Elektrolytkupfer (wirebars), prompt cif Hambg., Bremen od. Rotterdam	127 ³ / ₄	127 ³ / ₄	127 ³ / ₄

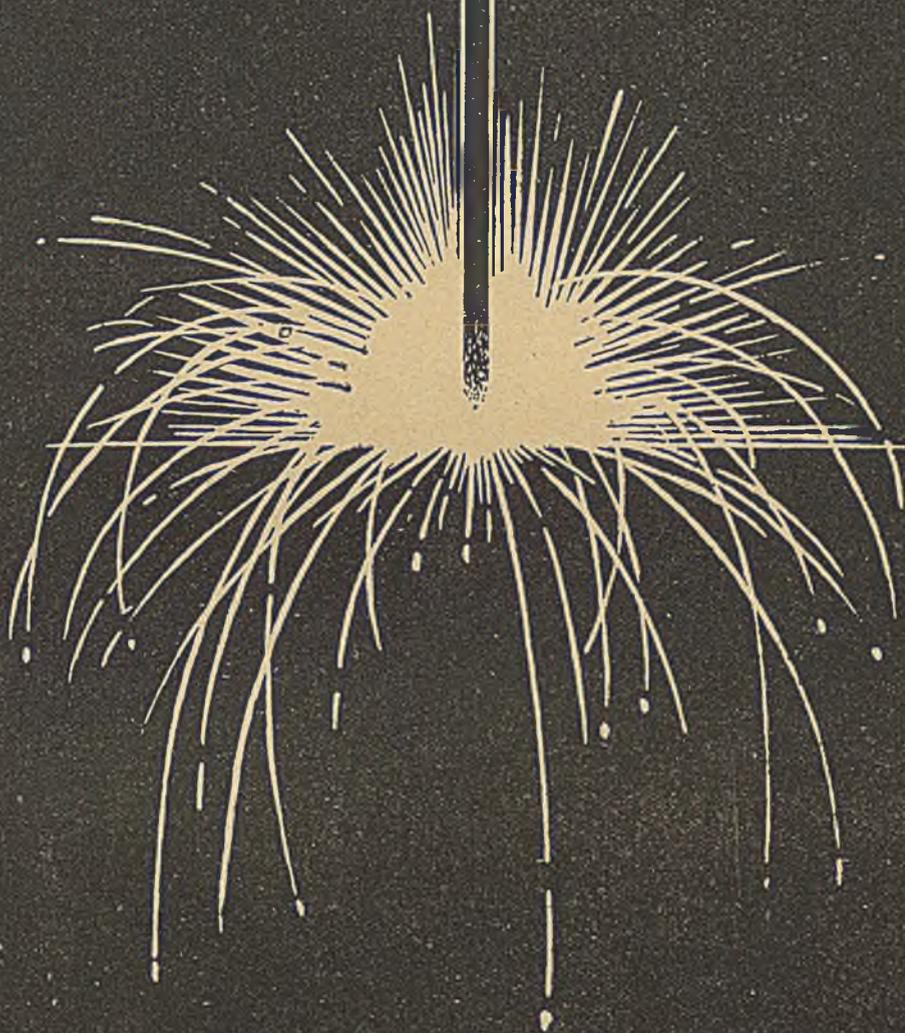
(Notierungen der Kommission des Berliner Metallbörsenvorstandes. Preis ab Lager in Deutschland) Mk. je 100 kg

Orig.-Hütt.-Rohzink (im freien Verkehr)	64 ¹ / ₂ —55	61 ¹ / ₂ —62 ¹ / ₂	61 ¹ / ₂ 62 ¹ / ₂
Remelted-Plattenzink (von handelsüblicher Beschaffenheit)	59 ¹ / ₂ —60	58—59	57 ¹ / ₂ —58 ¹ / ₂
Original-Hütten-Alumin. 98/99 vH (in Blöcken, Walz- oder Drahtbarren)	210	210	210
desgl. (in Walz- oder Drahtbarren 99 vH)	214	214	214
Rein-Nickel 98/99 vH	340—350	340—350	340—350
Antimon-Regulus	118—123	118—123	116—122

Londoner Börse.

(Nach „Mining Journal“ vom 21. Jänner 1927.)

Preise für 1 t (1016 kg)	Pf.	sh	d	Pf.	sh	d
Kupfer:						
Electrolytic	62	10	0	63	0	0
Wire bars	63	0	0	—	—	—
Standard { Kassa	55	10	0	55	12	6
{ 3 Monate	56	2	6	56	5	0
Zinn:						
Engl. ingots	298	0	0	298	10	0
Standard { Kassa	299	15	0	300	0	0
{ 3 Monate	294	5	0	294	10	0
Blei:						
Engl. plg common	29	0	0	—	—	—
Zink:						
Ordinary brands	30	8	9	30	7	6
Remelted	30	15	0	—	—	—
English Swansea	30	18	9	—	—	—
Aluminium: 98—99 vH p. t. Pf. 107 home: Pf. 112 exp.						
Nickel: 98—99 vH p. t. Home and export, Pf. 175.						
Platin: Pf. 23 p. Unze nom.						



Nr. 5390/26

**ELEKTRISCHE GLEICHSTROM-
LICHTBOGENSCHWEISSUNG**

PERNITSCH

"ELIN" AKT. GES. FÜR ELEKTRISCHE INDUSTRIE
Zentralbüro: Wien I, Volksgartenstraße 1-5

Unsere neue Broschüre Nr. 5390/26 steht Interessenten über Wunsch zur Verfügung



SCHEIBER & KWAYSSER



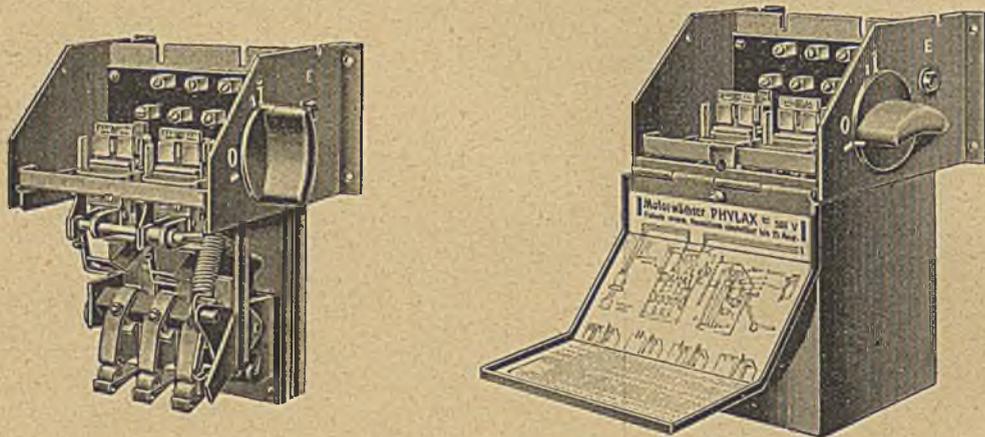
Gesellschaft m. b. H.

Gegründet 1893

Fabrik elektrischer Starkstromapparate
Telegramm-Adresse Rheostat Wien

Wien XIII/2A, Linzerstraße 16
Fernsprecher Nr. 34-5-28, 37-4-43

MOTORWÄCHTER PHYLAX



Der Motorschutzschalter
für Gleich-, Wechsel- u. Drehstrom
bis 500 Volt

Patente angemeldet

Geben Sie uns Stromart, Spannung und Nennstrom oder
Stromart, Spannung, Leistung und Drehzahl an
und wir dienen Ihnen sofort mit Anbot und ausführlicher Beschreibung.

Ersatzhefte der E. u. M.

können wir, soweit noch
vorhanden, nur bei gleich-
zeitiger Einsendung von

1 Schilling pro Heft

(Sonderhefte S 1·50)

nachliefern

Geschäftsstelle der „E. u. M.“

Hutter & Schrantz

A - G

Siebwaren- u. Filztuchfabriken
WIEN VI, Windmühlgasse 26

Drahtgeflechte für Einfriedungen,
Schutzgitter und jeglichen Bedarf

Drahtgewebe aus jeden Metall für che-
mische und industrielle Betriebe

Gelochte Bleche in allen Dessins für
Dekoration und Industrie

Dynamobürsten, Erdleitungsnetze

Filze für Dichtungen und sonstige
gewerbliche Zwecke

Kostenvoranschläge gratis und franko

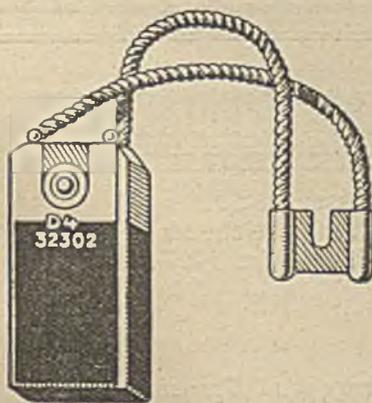
Telephon-
und Telegraphen-
Fabriks - A. G.

KAPSCH & SÖHNE

Wien XII, Johann
Hoffmannplatz Nr. 9
Fernsprecher Serie
89-5-20

Wir erzeugen

Telephon- und Telegraphen-Einrichtungen modernster Systeme, Telephon-
zentralen mit Hand- und automatischem Betrieb, Reihenschal-
tungs-Anlagen, Haustelegraphen, galv. Elemente und
Batterien, Radiohochleistungsapparate



RINGSDORFF-WERKE A.G.

ZWEIGNIEDERLASSUNG WIEN

KOHLBÜRSTEN

anerkannt das erstklassige Fabrikat!

Kontaktfedern Kontrollerteile
Kohlenbürsten Bürstenhalter

Ingenieurbüro und größtes am Platze vorhandenes Lager

Wien VII, Karl Schweighofergasse 10

Telegramm-Adresse: Kohlenbürste Wien :: Telephon 38-3-44

INSTALLATIONS-BÜRO FÜR ELEKTRISCHE ANLAGEN



SCHNEIDER & CO.



WIEN VIII, LAUDONGASSE 12, TEL. 25-0-58

FILIALE: GROSS-SIEGHARTS, TEL. 30

AUFZÜGE

für Kranke, Personen, Lasten,
Speisen und Akten

F. WERTHEIM & COMP.

Kassen- und Aufzugfabrik - Aktien - Gesellschaft
Wien IV, Mommsengasse 6

KASSEN

Einmauerschranken, Heimsparbüchsen
und Sicherheitschlösser

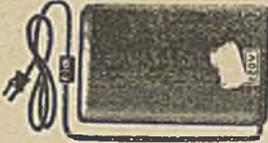
Aufzügefabrik A. Freissler Gesellschaft m. b. H.	Wien X, Erlachplatz 3, Telephon 50-2-80 Budapest VI, Horn Ede-utca 4 Gegründet 1868 11.000 Anlagen	Personen- und Lasten- Aufzüge Krane, elektr. Spills
---	--	--

<h1>KRUGER & CO.</h1>		Kabel- und Drahtfabrikations- Kommandit-Gesellschaft
Zentralbüro: Wien III/2, Gürtnergasse 1 / Tel. 96-3-30 u. 96-4-30		Fabrik: Wien XXI, Brünnerstraße 60 / Tel. 10-0-34
STARKSTROM-BLEIKABEL * SCHWACHSTROM-BLEIKABEL		
Ausführung kompl. Kabelnetze	Glühlichtschntüre — Wachsdrähte — Seidendrähte Dynamodrähte — Sämtl. Leitungsdrähte	Prompte Lieferung möglich

Elektromotoren

für sämtl. Stärken, neu oder gebraucht, sowie deren Reparaturen mit Beistellung von Ersatz-Motoren

ANTON GÖNNER - WIEN VI
 Mariahilferstraße 101 Telephon Nr. 8327



Elektrische Heizkissen

anerkannt beste Marke
erstklassige Ausführung

erzeugt und liefert prompt
ab Lager

August Hummel, Wien XII, Korbergasse 4. Tel. 81-3-70

Dynamo-Bürsten u. -Halter

Metallwaren und Kunstkohlen

für jeden Zweck, besonders auch Kohlendichtungsringe

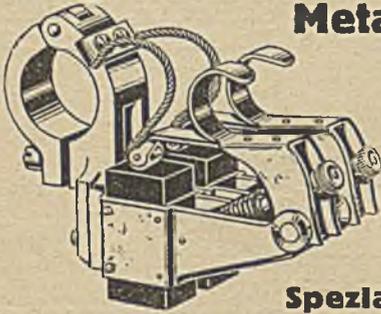
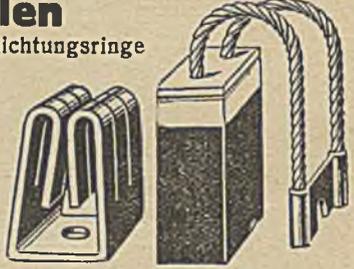
Stauend billig!
Schnelle Lieferung!

Nur Qualitätsarbeit!

Typenkarte, Typenblatt, Typenliste auf Wunsch / Maßskizzen oder Muster und Mengenangabe erbeten / Vertreter in allen größeren Städten des In- und Auslandes

Spezial-Werke Gebr. Höhme, Heldenau-Dresden 46, Tel. 793

Generalvertreter für Österreich: OSKAR ORGEL, WIEN, XII., Tivolggasse 70, Telephon Nr. 82-4-89

Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen

Die vom **Regulativ-Komitee** des Vereines beschlossenen **neuen** „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen“, welche ab 1. September 1927 in Geltung treten, erscheinen Anfang März 1927

Inhaltsübersicht:

Erster Teil: Allgemeines (Geltungsbereich, Erklärungen)

Zweiter Teil: Ausführungsvorschriften (Elektrische Maschinen und Transformatoren, Akkumulatorenbatterien, Apparate, Schaltanlagen, Leitungen, Stromsicherungen, Lampen, Fassungen und Beleuchtungskörper, Isolationszustand, Schutz gegen atmosphärische Elektrizität und gegen Überspannungen, Erdungen, Pläne)

Dritter Teil: Betriebsvorschriften

Anhang: Schaltzeichen und Schaltbilder, Prüfungsvorschriften für Schmelzsicherungen, Steckvorrichtungen, Dosenschalter, Glühlampenfassungen, Beleuchtungskörper und Handlampen

Bestell-Karten werden allen Interessenten demnächst zugestellt und auch der Vereinszeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau“ beigelegt werden

ELEKTROTECHNISCHER VEREIN IN WIEN

Wir suchen für die **Leitung** unserer **Prüffelder**, insbesondere für die Prüfung größter elektrischer Maschinen, eine

ERSTE KRAFT

Geeignete Bewerber wollen ihre Angebote mit Gehaltsansprüchen, Referenzen, sowie Angabe ob Wohnung erwünscht, an die E. u. M. unter „W. J. R. 123/2516“ richten

Zu kaufen gesucht:

Gleichstrom-Nebenschlußmotor 3 PS

gebraucht, aber gut erhalten, 150 Volt Spannung, 1000—1500 Touren, offene Ausführung. Angebote unter „Tirol 2529“ an die E. u. M., Wien VI.

Zu kaufen gesucht:

Zeltschr. f. Elektrotechnik (Wien) Elektrot. u. Maschinenbau (Wien)

Jahrg. 1901—1904, 1915, 1918, 1921, 1922 sowie alle anderen Jahrgänge.

Archiv f. Elektrotechnik, Jahrg. 1—15
DIERIG & SIEMENS, Antiquarität, BERLIN C 2,
Kl. Präsidentenstraße 4.

Käufer oder Lizenznehmer
gesucht für das österreichische
Patent Nr. 58693

„Elektrisches Meß- instrument“

und gefl. Zuschriften erbeten
an das Patentanwaltsbüro
V. Tischler, Wien VII/2. 2533

SIE

erhöhen Ihren Um-
satz, wenn Sie in der
E. u. M. inserieren

Die Inhaberin des österreichischen Patentes Nr. 93681 vom 15. Februar 1923, betreffend:

„Antenne für drahtlose Nachrichtenübermittlung“

wünscht behufs Verkaufes oder Lizenzerteilung bezüglich obigen Patentes mit Interessenten in Verbindung zu treten. Gefl. Anträge unter „Abg. 288/2536“ befördert die E. u. M.

Elektro-Ingenieur

energisch und arbeitsfreudig, mit 8jähr. Büro- und Montagepraxis bei ersten el. Großfirmen im Ausbaue von Kraftanlagen, Berg- u. Hütteneinrichtungen, Umspannwerken etc., sowie als Elektrobetriebsleiter eines Edelmetallwerkes erfolgreich tätig gewesen, gewandt im Verkehre mit Behörden und Kundschaft, guter Organisator

SUCHT

sich gestützt auf beste Zeugnisse u. Referenzen sofort oder später in geeignete Stellung im In- oder Auslande zu verändern. Gefl. Zuschr. erb. unter „E. 2526“ an die E. u. M., Wien VI.

Privatschule

für techn. Fernunterricht von Ing. Isste, Berlin-Schmargendorf B
Theoret. Ausbildung in Maschinenbau, Elektrotechnik d. Fernunterricht
ohne Beurlaubung. Auch Meisterkurse. Eintritt u. Programm sofort. Gepr. 1901.

Elektro-Ingenieur

Technik Wien, 23 Jahre, mit guten theoret. Kenntnissen u. Ferialpraxis, gepr. Autolenker, sucht entsprechende Stellung, spricht französ. u. ital., auch im Ausland. Gefl. Zuschriften erbeten unter „H. H. 2522“ a. d. E. u. M. Wien VI.

Dr. Ing.

d. Hochschule Karlsruhe, tschl. Staatsbürger, 29 J. alt, dzt. Laboratoriumsleiter großer Schwachstromfirma, sucht ähnliche, aussichtsreiche Stellung, womöglich i. d. Radioindustrie. Anbote unter „M. 2528“ a. d. E. u. M., Wien VI.

Elektro-Ingenieur

Absolv. techn. Hochschule, umfassende Kenntnisse, Ferial-Praxis, repräsentationsfähig,

sucht Stellung

in technischer oder techn. kaufmännischer Verwendung, auch für Akquisition, event. auch Ausland. Anbote unter „B. 2521“ an die E. u. M. erbeten

ELEKTRO-INGENIEUR

Akademiker, mit langjähr. Praxis im Prüffeld und aller Art von Montagen, mehrjähr., beste Erfahrungen in Hoch- u. Höchstspannungsanlagen, bei Großfirma in ungekünd. Stellung sucht erweiterungsfähige Stellung, womöglich bei Elektrizitätsgesellschaft. Zuschr. erb. unter „E. 2525“ a. d. E. u. M.

Junger Elektroingenieur (Zählerfachmann)

mit gründl. Praxis in Zählerlaboratorium und etwas Elektrizitätswerkspraxis

sucht

Stellung in elektrotechnisch. Unternehmen. Unter „In- und Ausland 2524“ an die E. u. M.

Behörd. konzess. Elektro-Betriebsleiter

mit guter Fachschulbildung u. 18jähr. Praxis in Betriebsführung sowie Instandhaltung von größ. Wasserkraft El. W. und Hochspannungsfernleitungen

sucht

gestützt auf erstkl. Referenzen u. Zeugnisse Dauerstellung Nimmt auch Stelle als Werkmeister an Gefl. Zuschr. erb. unt. „Gewissenhaft u. pflichteifrig 2527“ an die E. u. M.

Demnächst erscheint:

STATISTIK der ELEKTRIZITÄTSWERKE und ELEKTRISCHEN BAHNEN ÖSTERREICHS

Bearbeitet vom Elektrotechnischen Verein in Wien im Einvernehmen mit dem Verbands der Elektrizitätswerke.

Die Statistik der öffentlichen Elektrizitätswerke und elektrischen Bahnen Österreichs erscheint nach mehrjähriger, durch die Verhältnisse bedingter Unterbrechung anfangs Dezember dieses Jahres in neuer Auflage. Die Neuauflage ist hinsichtlich der statistischen Angaben gegenüber den früheren Auflagen wesentlich erweitert worden. Sie enthält folgendes:

1. Ein alphabetisch geordnetes Verzeichnis der Elektrizitätswerke.
2. Für alle Elektrizitätswerke mit mehr als 20 kW Anschlußwert:

Ort und Firma des Elektrizitätswerkes.	Zahl und Gesamtleistung in kVA der Verteil- und Abnehmertransformatoren, sowie der Verteilumformer, bzw. der Quecksilbergleichrichter.
Unternehmensform und Betriebseröffnung.	Zahl und Einwohnerzahl der versorgten Orte.
Name und Standort des Kraftwerkes.	Licht-, Kraft- und Bahn-Stromabgabe.
Art, Zahl und Gesamtleistung in PS der Antriebsmaschinen.	Zahl und Anschlußwert in kW der Glühlampen, sonstigen Lichtverbraucher, Elektromotoren, der Heiz- und Kocheinrichtungen, der elektromechanischen, bzw. elektrometallurgischen Einrichtungen.
Zahl, Gesamtleistung in kVA, bzw. kW, Stromart und Periodenzahl der Generatoren.	Zahl der Motoren und Gesamtleistung in kW für Bahnversorgung.
Zahl und Gesamtleistung der Akkumulatoren-Batterien.	Anzahl der Stromabnehmer mit Zähler- und Pauschaltarif.
Erzeugbare und erreichte Höchstleistung der Anlage.	Anzahl der Zähler für Licht, bzw. Kraft, sowie Angabe der Strompreise.
Betriebsstunden, erzeugte und bezogene 1000 kWh.	Angabe der an fremde Firmen und Wiederverkäufern abgegebenen kWh.
Generatorspannungen und Spannungen des bezogenen Stromes.	Die Art und den Verbrauch der Betriebsmittel.
Spannungen der Übertragungs-, Hochspannungsverteils- und Niederspannungsverteilsleitungen.	
Länge der Frei- und Kabelleitungen.	

3. Für die Elektrizitätswerke mit einer Gesamtleistung von mehr als 500 kW, Angaben über die Betriebsmittel der Werke und deren Verbrauch, sowie bei Wasserkraftanlagen über den ausgenützten Wasserlauf, über Wassermenge, Bruttogefälle usw.
4. Eine Statistik der elektrisch betriebenen Bahnen Österreichs.
5. Tabellarische Zusammenstellungen über die Ergebnisse der Statistik.

DER PREIS DES GEBUNDENEN WERKES BETRÄGT S 18.—

Für Mitglieder des E. V. W. S 15.30

BESTELLSCHEIN

An den Elektrotechnischen Verein, Wien VI, Theobaldgasse 12
Senden Sie sofort nach Erscheinen:

Exemplare der „Statistik der Elektrizitätswerke“, zum Preise von S 18.— pro Exemplar. Für Mitglieder des E. V. W. S 15.30. Der entfallende Betrag folgt gleichzeitig per Postanweisung.

Genau und deutliche Adresse:

Hartmann & Braun A G

Frankfurt am Main

„Fixohmmeter“



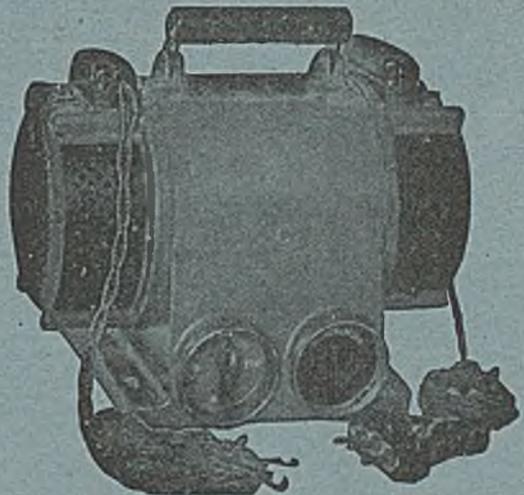
Verlangen Sie Liste 88a

**Drehpul-Isolationsmesser
mit Kurbelinduktor**

GENERAL-VERTRETUNG:

S. SCHÖN Aktiengesellschaft
für Elektrotechnik
Wien VII, Burggasse Nr. 58

Lorenz-Umformer



Spezial-Modell zum Laden von Akkumulatoren
Drehstrom und Wechselstrom beliebiger Spannung und
Periodenzahl, in Gleichstrom beliebiger Spannung
Traghare Ausführung **Leistung 200 Watt** Gewicht 15 Kilogramm
Kompendiöser Zusammenbau aller Apparate
und Instrumente, Absolute Betriebssicherheit

S. SCHÖN

AKTIENGESELLSCHAFT FÜR ELEKTROTECHNIK
ZENTRALE: WIEN VII, BURGASSE 58
Fabrik: Wien XII, Breitenfurterstraße 4—8
Drahtanschr.: „Elektroschön“ / Fernspr. Zentrale: Serie 32-5-25

Neue Normblätter

der Elektrotechnik

sind erschienen

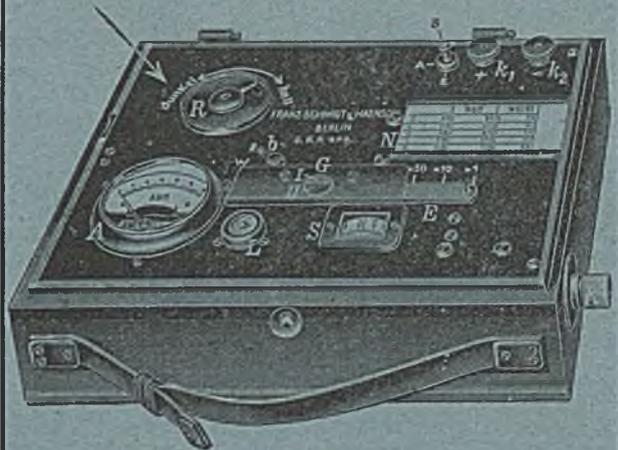


Verzeichnis auf Verlangen
Elektrotechnischer Verein in Wien
6, Theobaldgasse 12

Franz Schmidt & Haensch

Optisch-mechanische Werkstätten

Berlin S 42 Prinzessinnenstraße 16



Neuer Beleuchtungsmesser (Luxmeter)

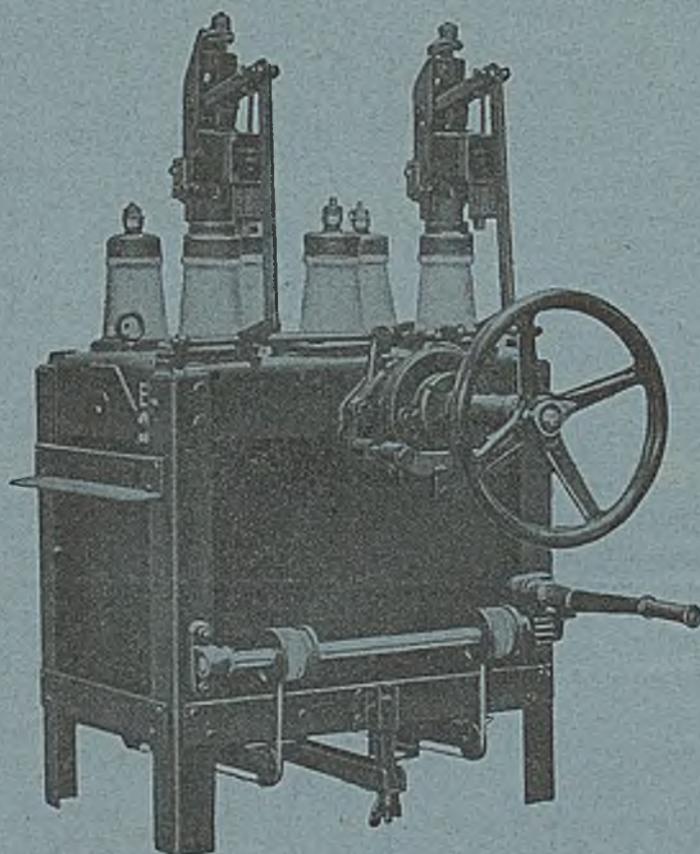
nach Bechstein,
auch in Verbindung mit Schatten-
werfeinrichtung nach Dr. Norden
zur Kontrolle von Beleuchtungsanlagen

Vertreter für die Oester. Republik **Oskar Orgel, Wien XII** Tivoligasse Nr. 70
Telephon 82-4-89

»KONTAKT« A.-G. WIEN

SPEZIAL-FABRIK ELEKTR. STARKSTROM-APPARATE
XVI, HEIGERLEINSTRASSE 36—40 TELEPHONE: 22-2-58, 22-2-59

==== GEGR. 1892 ====



III-pol. Hochspannungs-Ölschalter, Serie III, 12/15.000 Volt,
200 Amp., mit 2 Überstromzeitauslösern, Querantrieb,
hängende Ausführung.

VERLANGEN SIE LISTE O—1926, ÖLSCHALTER

SERIEN-HERSTELLUNG
VON
HOCHSPANNUNGS-APPARATEN!