

H. Prof. Dr. Fryze
Trampo V-Hecht *Bemonte*
H.B.

ETM

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN

HEFT 43, JAHRG. 46

WIEN VI. THEOBALDGASSE 12

21. OKTOBER 1928

INHALT: Prof. Dr. techn. Milan Vidmar: Zur Theorie der V-Schaltung. S. 1001. — Dr. Ing. W. Reiche: Die Anpassung des Querloch-Stromwandlers an schwere Kurzschlußbedingungen. S. 1006. — RUNDSCHAU: Elektrizitätswerke, Elektrizitätsversorgung. S. 1009. — Wasserturbinen, Windmotoren, Pumpen. S. 1010. — Elektrische Maschinen, Transformatoren. S. 1010. — Elektrische Meßkunde. S. 1011. — Leitungen und Leitungsbau. S. 1012. — Elektrische Bahnen, Fahrzeuge. S. 1013. — Energiewirtschaft. S. 1014. — PATENTBERICHT. S. 1015. — CHRONIK. S. 1015. — LITERATURBERICHTE. S. 1016. — BRIEFE AN DIE SCHRIFTFÜHRUNG. S. 1017.

Voith

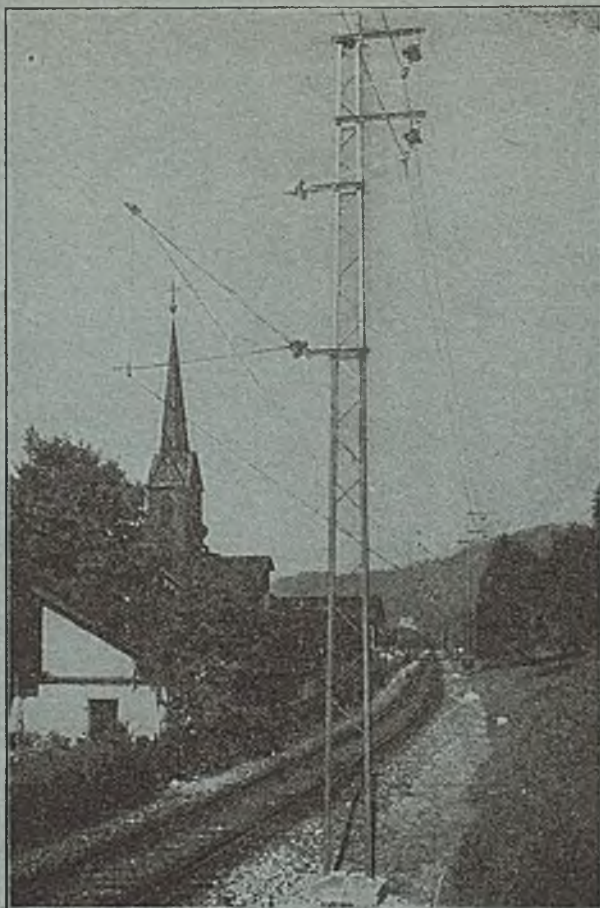
TURBINEN

VERKÖRPERN
KONSTRUKTIVE
VOLLKOMMENHEIT,
SIND DAHER AUF DEM
GEBIETE MODERNER
WASSER-
KRAFTNUTZUNG
FÜHREND



WIR BAUEN FERNER:
ALLE TRIEBWERKE,
SOWIE HOLZSTOFF-
UND PAPIERFABRIKS-
EINRICHTUNGEN NACH
EIGENEN PATENTEN

J.M.VOITH WERKE: ST. PÖLTEN N.O. HEIDENHEIM A.D.BRZ.WTTBG.
BÜROS: WIEN IV. ARGENTINIERSTR. 24. INNSBRUCK BOZNERPL. 1. HOHENELBE Č.S.R.



Fahrleitungsanlage Bludenz—Feldkirch. Einfahrt in den Bahnhof Feldkirch von der Bludener Seite. Die Fahrleitung weist die der Bahnhofausrüstung eigene, größere Systemhöhe von 2,1 m auf. Rechts oben die Umgehungs- und Verstärkungsleitungen.

Elektrisierung der österr. Bundesbahnen

Von der **Oesterreichischen Bergmann-Elektrizitäts-Ges. m. b. H. Wien** wurden ausgeführt:

15 kV Fahrleitungen für die Strecken:

- Bludenz—Feldkirch (Vorarlberg)
- Feldkirch—Buchs (Vorarlberg)
- Hochfilzen—Saalfelden (Salzburg)
- Salzburg—Zell am See—Bruck Fusch, im Bau (Salzburg)

55 kV Übertragungsleitungen:

- Nüziders—Feldkirch (Vorarlberg)
- Wörgl—Brixlegg (Tirol)
- Ruetzwerk—Matrei (Tirol)
- Saalfelden—Bruck Fusch (Salzburg)

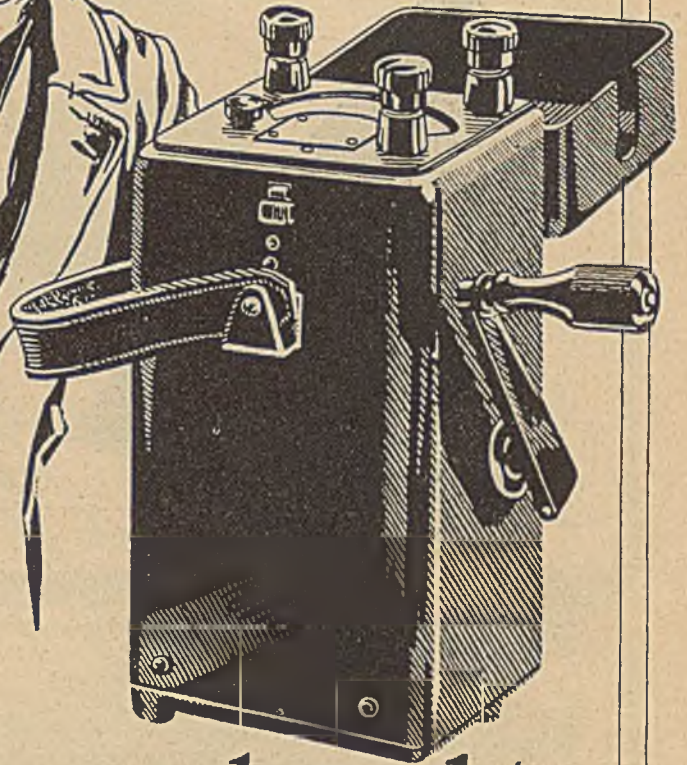


**OESTERREICHISCHE
BERGMANN-ELEKTRIZITÄTS-GES. M. B. H.**

Tel. U 11-1-41/42 WIEN III, SCHWARZENBERGPLATZ Nr. 7 Tel. U 11-1-41/42
Ingenieur- und Verkaufsbüro Innsbruck, Heiliggeiststraße 10 / Telephon 1656



*Verlangen Sie
unsere Druckschrift*



**Genau wie
ihn
der Betriebsmann braucht,
ist der neue**

Siemens - Isolationsmesser

Überaus zweckmäßige äußere Form, staubdichtes,
widerstandsfähiges Metallgehäuse

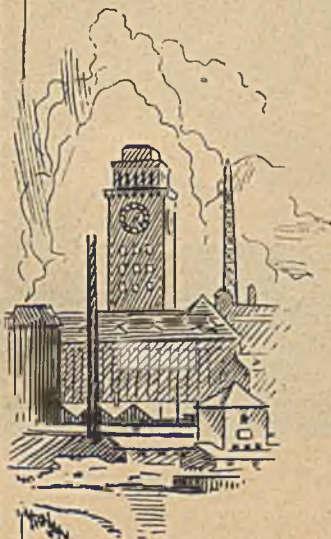
Umklappbare Kurbel

Geringes Gewicht

Hohe Meßgenauigkeit

Siemens & Halske A.-G.

Wiener Werk Wien III, Apostelgasse 12



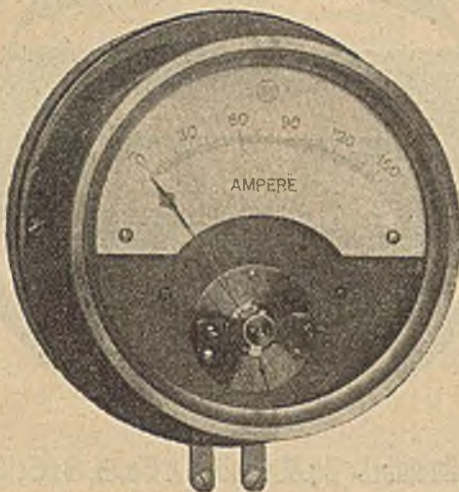
1903-1928



25
JAHRE

INDEX

Instrumente



— LISTE 20 / 20-R —



VEREINIGTE
TELEPHON- UND TELEGRAPHENFABRIKS-
AKTIEN-GESELLSCHAFT
CZEIJA, NISSL & Co.
WIEN
XX $\frac{1}{2}$ DRESDNERSTRASSE NR. 75



DANUBIA A. G.
WIEN—BUDAPEST

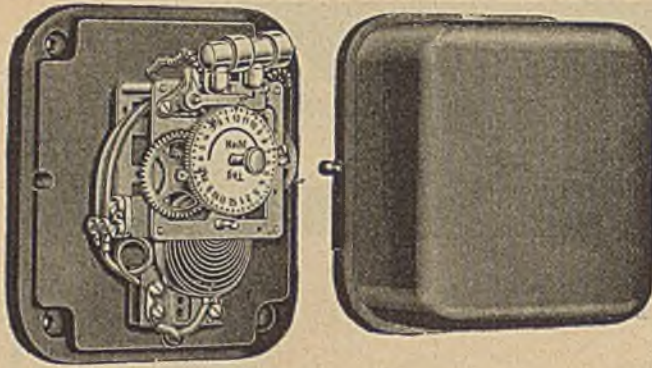
FABRIK und BUREAUX:
WIEN XIX
KROTTENBACHSTR. 82—88

TELEPHON NR. 12-5-50 SERIE
TELEGRAMM-ADRESSE:
DANUBIAZÄHLER

„Unterstütze die einheimische Industrie“

Elektrizitätszähler

für alle Stromarten und Spannungen



Modell MB

J. G. MEHNE
SCHWENNINGEN a. N.

**Automatische Schaltuhren
mit oder ohne Blinkvorrichtung**

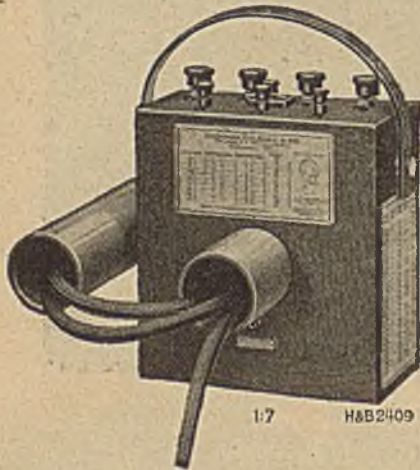
Belastung: **Hauptschalter 3 Amp.,
Blinkschalter 1 Amp.**

30stündige Gangzeit mit Quecksilberkontakt. Einfachster und zuverlässigster Schaltmechanismus. Handeinstellung. / Mehrmalige Ein- u. Ausschaltung in 24 Stunden möglich. / Blinkenschalter mit Platinkontakten. / Billige aber zuverlässige Schaltuhr für Reklame-Beleuchtung

Lager u. Auslieferung durch unseren Generalvertreter:
Ingenieure Kriskker & Nehoda
Wien VII, Halbgasse 2
Fernsprecher B 38-500 Serie

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

41 MESSBEREICHE HAT
DER



H & B
**VIelfach-
STROMWANDLER**

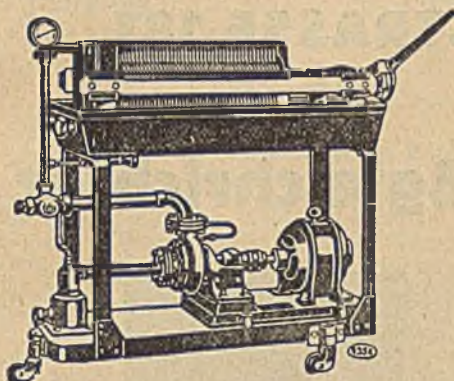
GENERALVERTRETUNG FÜR ÖSTERREICH:
S. SCHÖN A. G., WIEN
VII, BURGASSE 58 / / TELEPHON B 32-5-25

Für Stromstärken von 15 Ampere bis 1900 Ampere und Spannungen bis 6000 Volt. Die Genauigkeit dieses Präzisionsgerätes entspricht der Klasse E. — Vielseitig anwendbar. — Leicht und handlich gebaut. — Der vollkommene Stromwandler für Laboratorium, Prüffeld und Betrieb.

HARTMANN & BRAUN A-G
FRANKFURT A. M.

HERING

Ölreinigungsanlagen
Filtern — Schleudern — Kochen



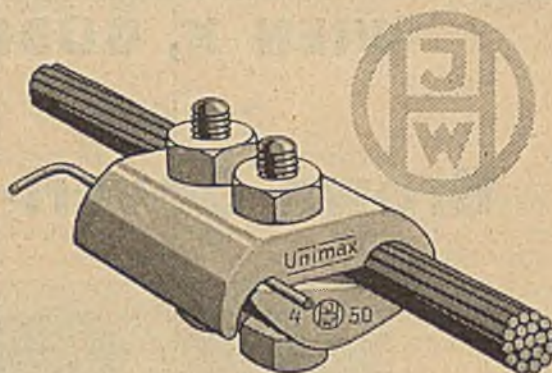
AKT.-GES. A. HERING

N Ü R N B E R G

Vertreter für Österreich:
Ing. Hubert Völkerer, Wien XVII, Wichtelgasse 55
Telephon B-45-2-81

UNIMAX

FREILEITUNGS-KLEMME

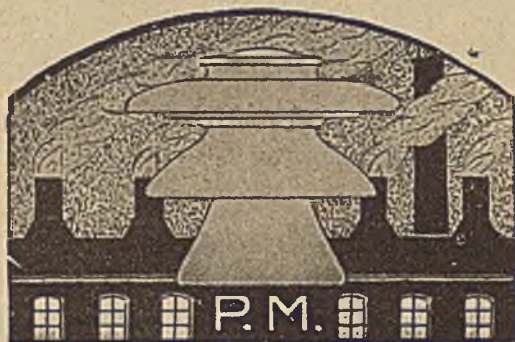


Unimax klemmt alles!

Generalvertretung für Österreich:
Dr. PAUL HOLITSCHER & Co.,
Wien IV, Starhembergasse 4-6

Zettlitzer Kaolinwerke-A.-G. in Zettlitz bei Karlsbad

Abt.: PORZELLANFABRIK MERKELSGRÜN



ISOLATOREN und ISOLIERMATERIAL

aus Hartporzellan für die gesamte Elektrotechnik

HOCHSPANNUNGS-ISOLATOREN

Fernruf: 94-3-16

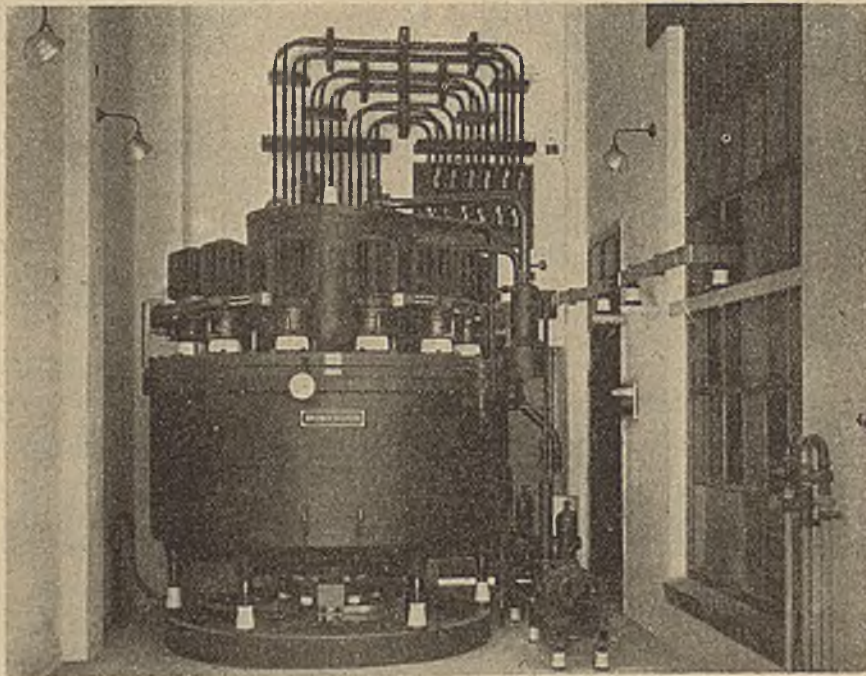
Verlangen Sie unseren neuen Hochspannungskatalog

Fernruf: 94-3-16

Vertretung für D.-Öst.: Emil Novaković, Wien III/4, Hohlweggasse 12

**ÖSTERREICHISCHE
BROWN BOVERI-WERKE A.G.
WIEN X, GUDRUNSTRASSE 187**

Brown Boveri-Großgleichrichter



Gleichrichtergruppe 4000 Amp., 585 Volt, 2340 kW für Straßenbahnbetrieb im Unterwerk Mariahilf der Städt. Elektrizitätswerke Wien

für E. W. Wien bisher geliefert:

**18 Gleichrichter mit
13860 kW**

für E. W. Wien in Anfertigung:

**13 Gleichrichter mit
26000 kW**

Hievon 10 Gleichrichter für je 4000 Ampère

Vom Brown Boveri-Konzern bis Februar 1928 geliefert bzw. in Auftrag:

**635 Anlagen mit 1169 Gleichrichtern
für insgesamt 659200 kW**

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.

46. Jahrgang

Wien, 21. Oktober 1928

Heft 43

Zur Theorie der V-Schaltung.

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

Zusammenfassung. Neben der einfachen V-Schaltung die sich als Notschaltung eines ursprünglich hochspannungsseitig in Dreieck geschalteten dreiphasigen Transformators nach der Entfernung einer beschädigten Hochspannungsphasenwicklung ergeben kann, kommt die doppelte V-Schaltung, primär und sekundär also, in Betracht. Die Theorie dieser doppelten V-Schaltung wird nun im Hinblick darauf, daß vom Verfasser in einer früheren Arbeit (E. u. M. 1927, Heft 5, S. 81 ff.) die einfache V-Schaltung bereits untersucht wurde, entwickelt.

Es zeigt sich zunächst, daß die doppelte V-Schaltung den Vergleich mit der normalen Stern- oder Dreieckschaltung nicht bestehen kann. Sie ist normal um 20 vH teurer, außerdem bringt sie ungleiche Spannungsabfälle in den beiden V-Phasen, auch bei symmetrischer Belastung.

Ferner wird nachgewiesen, daß die doppelte V-Schaltung erheblich besser ist als die einfache, daß sie aber praktisch wenig in Betracht kommt, weil eben niederspannungsseitig die dreiphasigen Transformatoren meist in Stern geschaltet sind.

Die einzige praktische Anwendungsmöglichkeit der doppelten V-Schaltung erscheint die Vereinigung zweier Spannungswandler in dreiphasigen Meßeinrichtungen. Dieser wichtige Fall wird deshalb genau untersucht.

Die V-Schaltung ist für den Betrieb als Notschaltung nicht wertlos. Ein beschädigter dreiphasiger Transformator kann zuweilen, nach der Entfernung der beschädigten Phasenwicklung, ganz gut den Betrieb aufrecht erhalten. Dabei behält er auf der Primär- oder auf der Sekundärseite seine normale dreiphasige Wicklung, er arbeitet also nur primär, oder nur sekundär in V-Schaltung.

Neben dieser einfachen V-Schaltung ist natürlich auch die doppelte V-Schaltung möglich. Man kann, oder man muß sowohl primär als auch sekundär die Wicklung einer Phase entfernen. Man kann jederzeit zwei gleiche einphasige Transformatoren in doppelter V-Schaltung als Drehstromtransformator arbeiten lassen. Die Meßeinrichtung von Transformatorenstationen zeigt diese Anordnung sogar als normale Konstruktion.

Der allgemeinste Fall der V-Schaltung würde entstehen, wenn man einem dreiphasigen Transformator primär eine Phasenwicklung, sekundär dagegen die Wicklung einer anderen Phase wegnehmen würde. Dies wäre selbstverständlich eine Schaltung, die nur in höchster Not in Betracht käme. So wenigstens müßte man auf den ersten Blick urteilen.

Die Theorie der V-Schaltung ist noch ziemlich unvollständig. In seiner Arbeit „Der einphasige, zusätzliche Kraftfluß des dreiphasigen

Transformators“¹⁾ entwickelte der Verfasser eine ziemlich erschöpfende Theorie der einfachen V-Schaltung. Man findet sie auch in des Verfassers Buch „Der Transformator im Betrieb“ (Springer, Berlin, 1927, S. 96). Dies ist indessen, wie aus den einleitenden Bemerkungen hervorgeht, nur ein Teil der Theorie der V-Schaltung.

Setzt man voraus, daß die Erscheinungen der einfachen V-Schaltung geklärt sind, so entsteht zunächst die Frage, wie sich die doppelte V-Schaltung, mit derselben fehlenden Phase primär und sekundär, verhält. Für die Meßtechnik ist die Lösung dieser Frage unmittelbar von Bedeutung.

Die nächste Aufgabe wäre ein Vergleich der einfachen und der doppelten V-Schaltung im Notbetrieb bei zwei ganz gesunden Phasenwicklungen. Endlich müßte auch noch die allgemeinste Form der V-Schaltung behandelt werden.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich hauptsächlich mit der doppelten V-Schaltung. Sie muß die Theorie der einfachen V-Schaltung als bekannt voraussetzen, wenn sie Vergleiche anstellt oder aber die allgemeine doppelte V-Schaltung untersucht. Ihr Ziel ist nach

all dem die Abrundung der Theorie einer Transformatoranschaltung, die immerhin einen größeren praktischen Wert besitzt, als man allgemein annimmt. Jede Erscheinung wird eben sofort wertvoller, wenn sie geklärt ist.

Wir gehen von zwei gleichen einphasigen Transformatoren aus und vereinigen sie nach Abb. 1 in doppelter V-Schaltung zu einem Drehstromtransformator. Sekundär legen wir zunächst an das dreiphasige Netz eine symmetrische induktionsfreie Belastung. Die drei Phasenbelastungs-

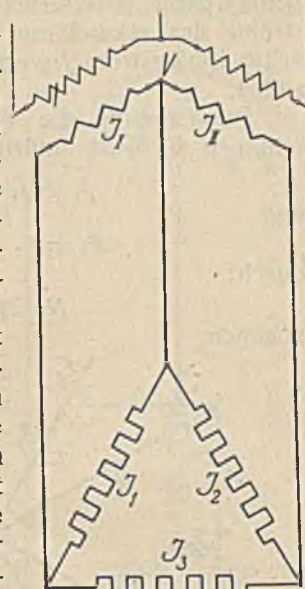


Abb. 1.

¹⁾ Vgl. E. u. M. 1927, H. 5, S. 81.

ströme des Netzes bilden dann das bekannte Vektorenbild der Abb. 2. Voraussetzungsgemäß sind nach Abb. 2 die verketteten Spannungen des Netzes in Phase mit ihren Belastungsströmen.

Aus dem Schaltbild der Abb. 1 ersieht man nun zunächst, daß der Belastungsstrom J_1 jedenfalls die Sekundärwicklung des Transformators I durchfließen muß. Ebenso hat der Belastungsstrom

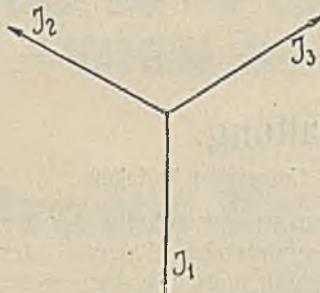


Abb. 2.

J_2 keinen anderen Weg als über die Sekundärwicklung des Transformators II. Der dritte Belastungsstrom J_3 dagegen fließt offenbar über beide Sekundärwicklungen.

Der Sekundärstrom des Transformators I J_I ist nach all dem als Differenz der Belastungsströme J_1 und J_3 erhältlich, der Sekundärstrom des Transformators II J_{II} als Differenz der Belastungsströme J_2 und J_3 (Abb. 3). Natürlich sind J_I und J_{II} zwei Linienströme des sekundären dreiphasigen Netzes. Der dritte Linienstrom J_{III} ergibt sich aus Abb. 3 von selbst.

Die Leistung, die dem Netz sekundär entnommen wird, ist natürlich mit:

$$J_1 = J_2 = J_3 = J$$

und

$$E_1 = E_2 = E_3 = E$$

durch:

$$N = 3 \cdot E \cdot J$$

gegeben.

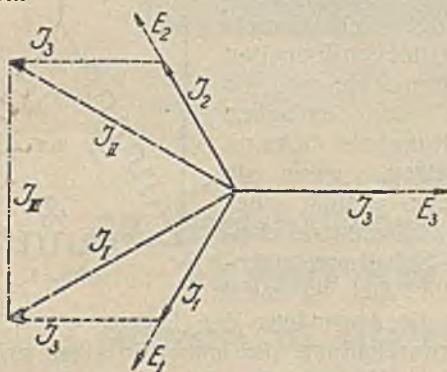


Abb. 3.

Nach Abb. 3 ist die vom Transformator I abgegebene Leistung

$$N_I = E_1 \cdot J_{II} \cdot \cos 30^\circ,$$

ebenso ist

$$N_{II} = E_2 \cdot J_{II} \cdot \cos 30^\circ,$$

Abb. 3 zeigt ferner, daß:

$$J_I = J_{II} = J \cdot \sqrt{3}$$

ist und da

$$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

ist, wird ganz richtig

$$N_I + N_{II} = 3 \cdot E \cdot J.$$

Bei symmetrischer, induktionsfreier Belastung arbeitet somit der Transformator in doppelter V-Schaltung mit 30° Phasenverschiebung. Es ist klar, daß primär und sekundär die Verhältnisse ganz gleich liegen müssen. Einer der beiden Transformatoren bekommt dabei einen voreilenden, der andere einen nacheilenden Strom.

Der erste Nachteil der doppelten V-Schaltung gegenüber der normalen Stern- oder Dreieckschaltung ist damit bereits aufgedeckt. Die volle Leistung des Transformators, bzw. des Transformatorpaars ist nicht ausnützlich. Die beiden in doppelter V-Schaltung zu einem Drehstromtransformator zusammengelegten einphasigen Transformatoren müssen offenbar für eine im Verhältnis:

$$2 : \sqrt{3}$$

größere Leistung gebaut sein als der normale dreiphasige Transformator.

Will man diesen Nachteil richtig bewerten, so muß man ihn vor allem genauer ansehen. Die vom Verfasser in seinen Arbeiten wiederholt benützten Wachstumsgesetze bieten dabei eine ausgiebige Hilfe, vor allem die beiden Gesetze der Leistung und des Preises des Transformators.

Vergrößert man alle Abmessungen eines gegebenen Transformators, ohne die Liniendichte im Eisenkern und die Stromdichte im Kupfer zu ändern, α -mal, so wächst die Linienzahl des Kraftflusses und ebenso die Stromstärke in der Wicklung auf den α^2 -fachen Wert. Die Leistung ist α^4 -mal größer geworden. Das Gewicht des Transformators und damit seine Herstellungskosten steigen gleichzeitig allerdings nur auf die α^3 -fache ursprüngliche Höhe. Der Preis des Transformators wächst nach all dem mit der $3/4$ ten Potenz der Leistung.

Nun muß noch berücksichtigt werden, daß man jederzeit aus einem dreiphasigen Transformator durch Weglassung einer Säule einen einphasigen Transformator machen kann, dessen Preis und Leistung zwei Drittel des Preises und der Leistung des dreiphasigen Transformators erreichen.

Vor allem sieht man, daß jeder einphasige Transformator im Verhältnis:

$$\frac{2}{3} \cdot \left(\frac{3}{2}\right)^{3/4} : 1 = 0.905 : 1$$

billiger ist als der dreiphasige Transformator gleicher Leistung. Zwei einphasige Transformatoren in doppelter V-Schaltung sind somit im Verhältnis:

$$2 \times \left(\frac{1}{2} \times \frac{2}{\sqrt{3}}\right)^{3/4} \times 0.905 : 1 = 1.2 : 1$$

teurer als der normale dreiphasige Transformator für dieselbe abnehmbare Leistung.

Der erhebliche Preisunterschied genügt vollkommen, um jeden Wettbewerb der doppelten

V-Schaltung mit der normalen Stern- oder Dreieckschaltung unmöglich zu machen. Warum verwendet man aber dann überhaupt zwei einphasige Spannungswandler in doppelter V-Schaltung statt eines einzigen dreiphasigen? Mit dieser Frage werden wir uns weiter unten beschäftigen müssen.

Das Bild der doppelten V-Schaltung wird noch ungünstiger, wenn der Fall eines dreiphasigen Transformators herangezogen wird, dessen eine Säule sowohl die Primär- als auch die Sekundärwicklung verloren hat.

Aus Erwärmungsrücksichten kann man die Wicklung des Transformators immer nur mit dem zulässigen Vollastphasenstrom belasten. Durch die Entfernung einer Phasenwicklung sinkt somit die Belastbarkeit des Transformators zunächst auf zwei Drittel der ursprünglichen Höhe. Die doppelte V-Schaltung bringt, wie oben festgestellt, eine weitere Verringerung der Belastbarkeit. Die endgültige zulässige Leistung des beschädigten dreiphasigen Transformators steht somit zur ursprünglichen

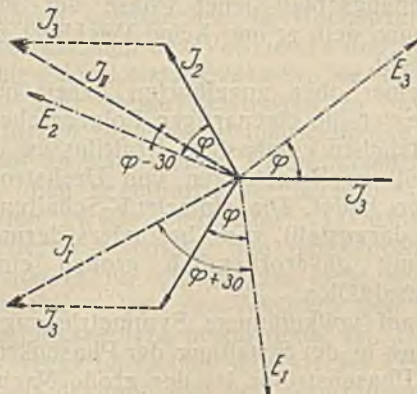


Abb. 4.

Leistung des unbeschädigten Transformators im Verhältnis:

$$\frac{2}{3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} : 1 = 0.578 : 1.$$

Die bisher ermittelten Ergebnisse gelten natürlich alle zunächst nur für die vorausgesetzte symmetrische induktionsfreie Belastung. Aber bei Phasenverschiebungen zwischen Strom und Spannung in den Verbrauchern kann sich keine andere Stromverteilung ergeben, solange die dreiphasige Belastung symmetrisch ist. Abb. 4, die ganz allgemein für symmetrische Belastungen gültig ist, ergibt sich von selbst.

Der Belastungsphasenwinkel φ äußert sich in den beiden, in doppelter V-Schaltung zusammengeschlossenen einphasigen Transformatoren in der Weise, daß der eine Transformator mit dem Phasenwinkel $30 + \varphi$, der andere mit dem Phasenwinkel $30 - \varphi$ arbeitet. Die Gesamtleistung der beiden Transformatoren ist dann:

$$N = E \cdot J \cdot \sqrt{3} \cos(30 + \varphi) + E \cdot J \cdot \sqrt{3} \cos(30 - \varphi) = E \cdot J \cdot \sqrt{3} \cdot 2 \cos 30 \cdot \cos \varphi = 3 E J \cos \varphi,$$

wie sie sein soll. Immer geben demnach die einphasigen Transformatoren in doppelter V-Schaltung eine im Verhältnis:

$$\sqrt{3} : 2$$

kleinere Leistung, als im normalen Betrieb.

Außerordentlich bemerkenswert ist nun die Tatsache, daß bei symmetrischen Belastungen immer die Größenverhältnisse der Abb. 3 zwischen den Belastungsströmen J_1, J_2, J_3 und den Wicklungsströmen J_I, J_{II} herrschen müssen, ohne Rücksicht darauf, ob die einfache oder die doppelte V-Schaltung vorliegt. Auch bei der einfachen V-Schaltung ergibt sich, wie aus der eingangs angeführten Arbeit des Verfassers ersichtlich ist, das Vektorendiagramm der Ströme der Abb. 4.

Schließlich versteckt sich hinter diesem Vektorendiagramm doch nur der Übergang von der Dreieck- in die Sternschaltung. In der Abb. 3 sind die Belastungswiderstände in Dreieckschaltung zusammengeschlossen, die Transformatoren in einer scheinbar unvollständigen Sternschaltung mit dem V-Punkt als Sternpunkt. Aber diese scheinbar unvollkommene Sternschaltung ist doch ganz und gar in Ordnung, wenigstens für die Ströme, die wie sonst $\sqrt{3}$ -mal größer sind als die Ströme im Dreieck der Belastungswiderstände und gegen diese natürlich 30° Phasenverschiebung zeigen müssen.

Hätte man nach Abb. 5 die Belastungswiderstände im Stern aufgebaut, so würde man natürlich die Belastungsströme der beiden in V-Schaltung vereinigten Transformatoren J_I und J_{II} unmittelbar auch in zwei Belastungswiderständen wiederfinden. Wieder wäre der V-Punkt eine Art Sternpunkt. Aber die Sekundärspannungen der beiden Transformatoren wären nach wie vor verkettete Spannungen des Systems.

Man darf nicht vergessen, daß man immer die Stromvektoren für die vom Sternpunkt aus wegfließenden Ströme zeichnet, die Spannungsvektoren der V-Schaltung dagegen in der notwendigen Dreieckfolge. So kommt man ungezwungen wieder zum Vektorenbild der Abb. 6, in dem man den einen Strom seiner Transformatorspannung um 30° vor-, den anderen ebenfalls um 30° nachhilen sieht.

Es ist an dieser Stelle erwähnenswert, daß die bekannte Zweiwattmetermethode bei der Leistungsmessung in dreiphasigen Systemen die Spannungsspulen der beiden Leistungsmesser ebenfalls in V-Schaltung vereinigt, durch die Stromspulen dagegen die Linienströme fließen läßt. So bekommt sie tatsächlich die volle Leistung des dreiphasigen Systems, ganz ebenso wie wir oben die beiden Transformatoren in V-Schaltung die volle ver-

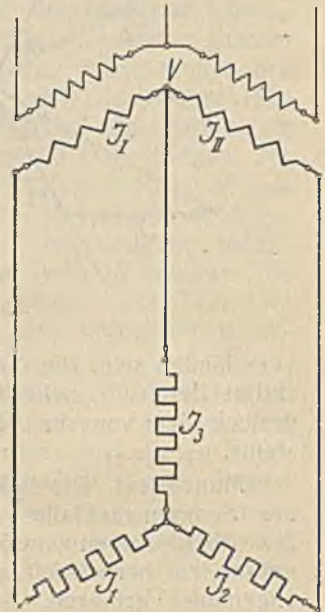


Abb. 5.

brauchte Leistung abgeben sahen und arbeitet bekanntlich ebenfalls einerseits mit 30° Voreilung, andererseits mit 30° Nacheilung.

Die einfache V-Schaltung hat vor der doppelten V-Schaltung, an einem beschädigten dreiphasigen Transformator angewandt, eigentlich gar nichts voraus. Wenn in beiden Fällen die eine Wicklung, die in V-Schaltung arbeitet, nur noch 58 vH der Leistung des unbeschädigten Transformators aufbringen kann, so ist es vom Erwärmungsstandpunkt aus ganz einerlei, ob die andere Wicklung ihre Belastung schön symmetrisch auf ihre drei Phasen aufteilt, oder aber dasselbe Belastungsbild zeigt. Bei Öltransformatoren mag ein kleiner Vorteil für die einfache V-Schaltung bleiben, viel ist bestimmt nicht zu holen.

Weder die einfache, noch die doppelte V-Schaltung können es nach all dem mit der normalen Stern- oder Dreieckschaltung im Transformator aufnehmen. Sie bringen beide, wie oben berechnet, eine 20prozentige Verteuerung. Das ist aber noch nicht alles. Wenn die beiden V-Phasen verschiedene Phasenverschiebungen zwischen Strom und Spannung bekommen, müssen auch die Spannungsabfälle in den beiden V-Phasen

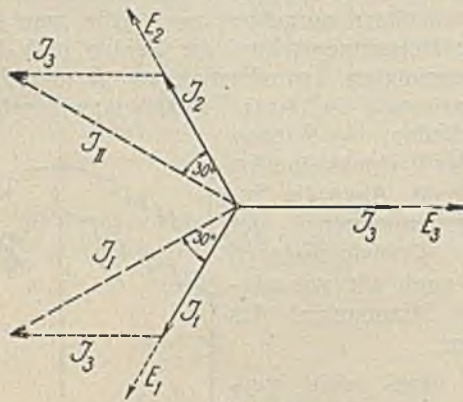


Abb. 6.

verschieden sein. Die doppelte V-Schaltung verunstaltet demnach sicherlich auch das Spannungsdreieck des von ihr bedienten dreiphasigen Systems.

Man pflegt, wie bekannt, bei der Berechnung des Spannungsabfalles meist nur die Projektion des Abfallspannungsvektors auf den Spannungsvektor zu berücksichtigen. Schon dieses, etwas ungenaue Verfahren, auf die V-Schaltung angewendet, läßt die Verzerrung des dreiphasigen Systems erkennen.

Bezeichnet man mit:

Δe_r . . den prozentuellen Ohmschen Spannungsabfall,
 Δe_x . . den prozentuellen induktiven Spannungsabfall,
 φ . . den Belastungsphasenwinkel des Netzes,
 so erhält man in dem einen Transformator den Spannungsabfall:

$\Delta e_I = \Delta e_r \cos(30^\circ + \varphi) + \Delta e_x \sin(30^\circ + \varphi) \text{ vH,}$
 im zweiten Transformator

$\Delta e_{II} = \Delta e_r \cos(30^\circ - \varphi) + \Delta e_x \sin(30^\circ - \varphi) \text{ vH.}$

Die beiden Sekundärspannungen der in V-Schaltung zusammengeschlossenen Transformatoren müssen sich somit um:

$$\Delta e_I - \Delta e_{II} = 2 \Delta e_r \sin 30^\circ \sin \varphi + 2 \Delta e_x \cos 30^\circ \sin \varphi \text{ vH}$$

unterscheiden. Es ist daher einfacher:

$$\Delta e_I - \Delta e_{II} = \sin \varphi (\Delta e_r + \sqrt{3} \Delta e_x) \text{ vH,}$$

die induktiven Spannungsabfälle sind es also, die vor allem ins Gewicht fallen.

Bei halbwegs größerer Leistung überwiegt der induktive Spannungsabfall des Transformators den Ohmschen erheblich. Bei großen Leistungen entstehen sogar ganz gewaltige Mißverhältnisse. Auf diese Weise müssen die Entstellungen der doppelten V-Schaltung bei großen Leistungen unerträglich werden.

So unangenehm aber die ungleichen, oder besser gesagt, ungleich sich auswirkenden Spannungsabfälle der doppelten V-Schaltung auch sein mögen, sie sind doch immer weit annehmbarer als der Spannungsabfall jener Phase der einfachen V-Schaltung, dem primär keine Wicklung zur Verfügung steht.

In seiner oben angeführten Arbeit beschrieb der Verfasser die eigenartigen Folgeerscheinungen des zusätzlichen einphasigen Kraftflusses, der sich bei einseitigen Belastungen von Drehstromtransformatoren bildet. Die einfache V-Schaltung leidet, wie dort dargestellt, ganz besonders darunter. Sie kämpft mit außerordentlich großen einseitigen Spannungsabfällen.

Der auf vollkommene Symmetrie zugeschnittene Zwang in der Schaltung der Phasenkraftflüsse und der Phasenströme ist der große Nachteil der einfachen V-Schaltung, die alles eher als eine symmetrische Schaltung darstellt. Deshalb ist die einfache V-Schaltung schwer im Nachteil.

Man kommt so zu dem überraschenden Ergebnis, daß man am besten auch noch die Sekundärwicklung jener Phase wegräumt, deren Primärwicklung verunglückt ist, allerdings nur dann, wenn man kann.

Aber leider ist das beim Einrichten des Notbetriebes meist unmöglich. Die V-Schaltung kommt als Notschaltung eines beschädigten Transformators zunächst überhaupt nur dann in Betracht, wenn die Wicklung vor der Beschädigung in Dreieckschaltung gearbeitet hat. Nur dann halten die zwei unbeschädigten Phasenwicklungen noch weiter den Zugang zu den drei Eckpunkten des Spannungsdreiecks offen.

Auf der Hochspannungsseite sind die Transformatoren häufig im Dreieck geschaltet. Die einfache V-Schaltung ist deshalb als Notschaltung ebenso häufig möglich. Auf der Niederspannungsseite findet man die Dreieckschaltung höchst selten. Die doppelte V-Schaltung ist als Notschaltung praktisch bedeutungslos.

Wie sehr eigentlich die doppelte V-Schaltung der einfachen überlegen ist, sieht man am besten, wenn man sich zunächst einen dreiphasigen Transformator aus drei selbständigen einphasigen Transformatoren aufbaut, wie das in Amerika üblich ist,

dann aber — Dreieckschaltung primär und sekundär vorausgesetzt — zur einfachen oder doppelten V-Schaltung übergeht, indem man einem der drei Einphasentransformatoren eine Wicklung wegnimmt oder aber ihn ganz entfernt.

Die doppelte V-Schaltung ist eine verhältnismäßig gute Schaltung, ganz besonders bei Belastungen, die mit geringen Phasenverschiebungen arbeiten, nur ist sie zu teuer. Wenn sie aber somit weder als Notschaltung, noch als Normal-schaltung in Betracht zu kommen scheint, welchen Sinn hat es dann überhaupt, sich mit ihr zu beschäftigen?

Fast zwangsläufig kommt man zur Erkenntnis, daß die Spannungswandler der dreiphasigen Meßeinrichtungen das einzige Anwendungsgebiet der doppelten V-Schaltung sind. Man kommt aber un-schwer noch zum weiteren Ergebnis, daß zwei einphasige Meßwandler in V-Schaltung dem dreiphasigen Meßwandler überlegen sind.

Die Spannungswandler der dreiphasigen Meßeinrichtungen ermöglichen in Hochspannungsanlagen den Anschluß des Voltmeters und der Spannungsspulen der Leistungsmesser. Sie haben demnach nur sehr kleine Leistungen zu bewältigen. Bei halbwegs höherer Primärspannung kommt man somit zu sehr kleinen Primärstromstärken.

Der oben angeführte Vergleich der Herstellungskosten zweier einphasiger Transformatoren in doppelter V-Schaltung und eines dreiphasigen Transformators für die gleiche Leistung, setzte voraus, daß der Preis der Wicklung dem Gewicht des Wicklungskupfers proportional ist. Diese Annahme versagt im Gebiet sehr kleiner Leistungen.

Es ist bekannt, daß der Kilogrammpreis des besponnenen Kupferdrahtes bei sehr kleinen Drahtdurchmessern rasch ansteigt. Die doppelte V-Schaltung muß aber, wie nachgewiesen, mit Primärströmen rechnen, die im Verhältnis:

$$\sqrt{3}:1$$

größer sind, als in der normalen Dreieck- oder Sternschaltung. Es ist somit sehr fraglich, ob bei den in Betracht kommenden sehr kleinen Leistungen der vom dreiphasigen Spannungswandler benötigte Primärwicklungsdraht noch weniger kostet als der Primärwicklungsdraht der einphasigen Spannungswandler der doppelten V-Schaltung.

Gerade das entgegengesetzte Bild wird sich normal ergeben.

Die Hochspannungswicklung der doppelten V-Schaltung wird billiger sein als die dreiphasige Hochspannungswicklung und die billigere Niederspannungswicklung wird die Verhältnisse auch nicht merklich verschieben. Das Eisen hat zweifellos bei so kleinen Leistungen nur einen unbedeutenden Einfluß.

Die Kostenfrage kann es nach all dem nicht sein, die in Meßeinrichtungen dreiphasige Spannungswandler erzwingen würde. Aber die größere normale Ebenmäßigkeit der Dreieck- oder Sternschaltung kommt ebenfalls bei Meßeinrichtungen nicht zur Geltung. Es ist nicht schwer, sich davon zu überzeugen.

Meßeinrichtungen arbeiten meist mit einseitigen Belastungen. Wenn eine Phasenspannung gemessen wird, ist der Meßstrom des Voltmeters ein einseitiger Belastungsstrom. Es ist klar, daß man auf die nachteiligen Folgen der einseitigen Belastungen gefaßt sein muß.

Der dreiphasige Meßwandler steht immer unter magnetischem Zwang. Sein Eisenkern ist eigentlich ganz und gar für symmetrische Belastungen gebaut. Die V-Schaltung einphasiger Meßwandler befreit die Meßeinrichtung vom magnetischen Zwang. Sie braucht nicht mit unangenehmen zusätzlichen Spannungsabfällen zu rechnen.

Man kann ruhig behaupten, daß die Entstellungen des Spannungsdreieckes durch die Spannungsabfälle der Meßwandler bei doppelter V-Schaltung geringer sind, als bei Verwendung des dreiphasigen Spannungswandlers. Wohl mußten wir oben nachweisen, daß sich auch bei symmetrischer Belastung Unterschiede in den Abfällen der beiden Transformatoren zeigen. Aber der Phasenwinkel φ des Meßstroms nimmt dem Unterschied jede Bedeutung und der sonst gefährliche induktive Spannungsabfall der Transformatorwicklung ist gerade bei kleinen Leistungen unbedeutend.

Der bezogene induktive Spannungsabfall ist bei jedem Transformator durch das Verhältnis der Kraftlinienzahlen des Streu- und des Hauptflusses bestimmt. Vergrößert man, bei unveränderter Liniendichte im Eisenkern und bei unveränderter Stromdichte im Wicklungskupfer alle Abmessungen des Transformators x -mal, so wird der Hauptkraftfluß x^2 -mal stärker. Der Streufluß steht unter dem Einfluß einer x^2 -mal kräftigeren Durchflutung, der ihm zur Verfügung stehende Querschnitt ist x^2 -mal größer geworden, seine Kraftlinienlänge ist dagegen nur x -mal vorhanden. Der bezogene induktive Spannungsabfall wächst nach all dem wie die linearen Abmessungen. Je kleiner der Transformator, um so kleiner ist sein bezogener induktiver Abfall.

Belastungen, die nur einen der beiden in V-Schaltung vereinigten Transformatoren treffen, zum Beispiel die Messung einer verketteten Spannung, bleiben eine Angelegenheit dieses Transformators allein. Er ist eben magnetisch unabhängig. Schaltet man dagegen den dreiphasigen Spannungswandler aus Ersparungsrücksichten hochspannungsseitig in Stern, so greift die unvermeidliche magnetische Unsymmetrie auch auf die anderen Phasen über.

Nach all dem ist die doppelte V-Schaltung für Meßeinrichtungen sehr empfehlenswert. Es wäre natürlich noch besser, drei einphasige Meßwandler in doppelter Dreieckschaltung zu verwenden. Daß diese Möglichkeit erheblich größere Kosten verursachen würde, liegt auf der Hand.

Unschwer erkennt man, daß die doppelte V-Schaltung in die Meßeinrichtungen einfach auf dem Wege über die Leistungsmessung eingedrungen ist. Die Spannungsspulen der Leistungsmesser werden bei der Zweiwattmetermethode immer in

V-Schaltung vereinigt. Galt es also, der Hochspannung auszuweichen, so war die Anwendung zweier Spannungswandler in doppelter V-Schaltung der natürliche Ausweg.

Ganz kurz kann man schließlich die doppelte V-Schaltung allgemeinsten Form erledigen, die primär und sekundär nicht mehr in derselben Phase ohne Wicklung ist. Daß sie mit selbständigen einphasigen Transformatoren nicht aufge-

baut werden kann, ist ohneweiters klar. Bei dreiphasigen Transformatoren mag es wohl vorkommen, daß gleichzeitig die Primärwicklung einer Säule und die Sekundärwicklung einer anderen Säule beschädigt werden. Aber niederspannungsseitig findet man so selten die Dreieckschaltung, die immer eine Vorbedingung der Anwendbarkeit der V-Schaltung ist, daß das Problem praktisch wirklich bedeutungslos wird.

Die Anpassung des Querloch-Stromwandlers an schwere Kurzschlußbedingungen.

Von Dr. Ing. W. Reiche, Dresden.

Übersicht: Forderungen an kurzschlußfeste Stromwandler sind teils berechenbar, teils aus der Erfahrung bekannt. Aus ihrer Berücksichtigung ist der Querloch-Stromwandler entstanden. Gleichzeitig auftretende hohe Ansprüche an Kurzschlußfestigkeit und Meßgenauigkeit werden durch Schaffung immer leistungsfähigerer Apparate erfüllt. Die eingehende Behandlung eines Beispiels zeigt, wie die Auswahl des geeigneten Modelles zu erfolgen hat.

Der Querloch-Stromwandler hat sich in einer siebenjährigen Entwicklung so viele Freunde erworben, daß eine Mitteilung über die Grundgedanken seiner Gestaltung allseitigem Interesse begegnen wird. Dabei darf die hervorragende Eigenschaft des Querloch-Stromwandlers, seine hohe Kurzschlußfestigkeit bei vorzüglicher Meßgenauigkeit, in den Vordergrund gestellt werden.

In einer anderen Arbeit hat der Verfasser den Nachweis geführt, daß sich jeder Stromwandler an beliebig hohe Kurzschlußströme anpassen läßt, lediglich durch Verringerung der Nennstromdichte im gleichbleibenden Wickelraum. Es ist ganz allgemein und für jede Art der Beanspruchung das zulässige Vielfache v des Überstromes umgekehrt proportional der Stromdichte i_n :

$$v = f_1 \left(\frac{1}{i_n} \right) \dots \dots \dots (1).$$

Diese Maßnahme ist allerdings mit erheblichen Opfern verbunden. Üblicherweise erhält die Wicklung eines Stromwandlers in Rücksicht auf ihre Erwärmung im Dauerbetriebe eine Stromdichte von etwa 2 A/mm². Die Verwendung verstärkter Leiterquerschnitte zur Erzielung einer niedrigeren Stromdichte bedingt zwangsläufig eine Verringerung der Windungszahl bzw. der Durchflutung. In ein und demselben Modell ist die Durchflutung D (Produkt aus Windungszahl w und Nennstrom I_n) direkt proportional der Nennstromdichte i_n :

$$D = w \cdot I_n = f_2 (i_n) \dots \dots \dots (2).$$

Die Leistungsfähigkeit N des Stromwandlers innerhalb einer gegebenen Genauigkeitsklasse ist aber ungefähr direkt proportional der 2,5ten Potenz der Durchflutung:

$$N \approx f_3 (D^{2.5}) \approx f_4 (i_n^{2.5}) \dots \dots \dots (3).$$

Bei halber Nennstromdichte ist mithin nur

noch etwa ein Fünftel bis ein Sechstel der bisherigen Leistung verfügbar.

Diejenige Stromwandlerkonstruktion wird also die beste sein, die zur Erzielung einer geforderten Kurzschlußfestigkeit die geringste Herabsetzung der Nennstromdichte verlangt.

Es ist notwendig, bei Anpassung des Stromwandlers an die gegebenen Kurzschlußbedingungen von der thermischen Beanspruchung auszugehen, weil hierbei sowohl Höhe als auch Dauer des Überstromes zu beachten sind. In keinem Wandler soll die Wicklungstemperatur bei Kurzschluß über etwa 200° C ansteigen. Dieses Ziel wird erreicht bei Bemessung der Stromdichte nach folgender empirisch bestätigten Formel:

$$i_n = \frac{173}{v \cdot \sqrt{t}} \text{ A/mm}^2 \dots \dots \dots (4).$$

Dabei ist v das Vielfache des Überstromes gegenüber dem Nennstrom und t die Dauer des Vorganges in Sekunden. Die Formel gilt ohne Unterschied für alle Bauarten von Stromwandlern.

Wird hiernach die thermische Kurzschlußfestigkeit der Wicklung vermehrt, so wächst entsprechend Gleichung (1) die Sicherheit des Wandlers gegenüber den sonstigen Überstromgefahren in gleichem Maße. Ist diese Sicherheit von Anfang an groß genug, so darf die vorliegende Konstruktion als gelungen bezeichnet werden. Es braucht dann eine Anpassung der Stromdichte nur in Rücksicht auf Erwärmung der Wicklung und nicht auch noch darüber hinaus auf Grund anderer Bedenken zu erfolgen.

Diese Bedenken beziehen sich insofern gleichfalls auf thermische Kurzschlußfolgen, als entflammare Füllstoffe bei starker Erhitzung gelegentlich Anlaß zu Explosionen und Bränden geben. Das Beste daher ist, auf solche Füllstoffe, wie zum Beispiel Vergußmassen und Isolieröle, überhaupt zu verzichten. Weiterhin können die Stromkräfte ungenügend befestigte Wicklung deformieren und verlagern und die Einführungen sprengen. Schließlich sei noch beachtet, daß die Primärspannung durch hohe Überströme eine beträchtliche Steigerung erfahren kann. Dieser Vorgang ist besonders gefährlich, wenn eine Strom-

wandlerform infolge hoher Streuinduktivität schon bei Nennbetrieb eine beträchtliche Primärspannung aufweist.

Für den Bau eines kurzschlußfesten Stromwandlers sind daher als Hauptgesichtspunkte maßgebend:

- a) Unverrückbar befestigte Wicklung,
- b) Sicherung der Einführungen,
- c) reichlicher Leiterquerschnitt, dem Überstrom angepaßt,
- d) Vermeidung von Füllmasse und Öl,
- e) niedrige Streuinduktivität.

Der in jeder Hinsicht betriebssichere Stromwandler muß im übrigen durch reichliche Isolation zwischen Wicklung und Erde sowie zwischen den Windungen hinreichende Festigkeit gegen Überspannungen aufweisen. Saubere Herstellung, geringes Gewicht und niedriger Preis sind schließlich selbstverständliche Forderungen.

So stand der Konstrukteur des Querloch-Stromwandlers vor einer Fülle von Aufgaben.

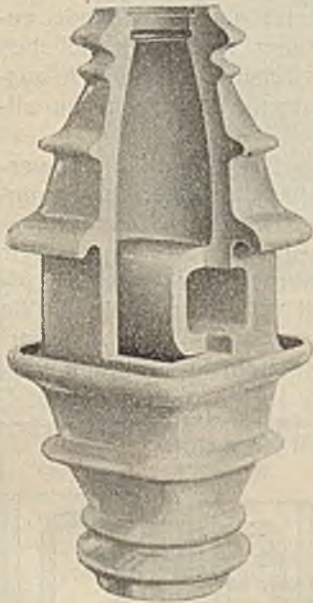


Abb. 1. Aufgeschnittener Querloch-Isolierkörper.

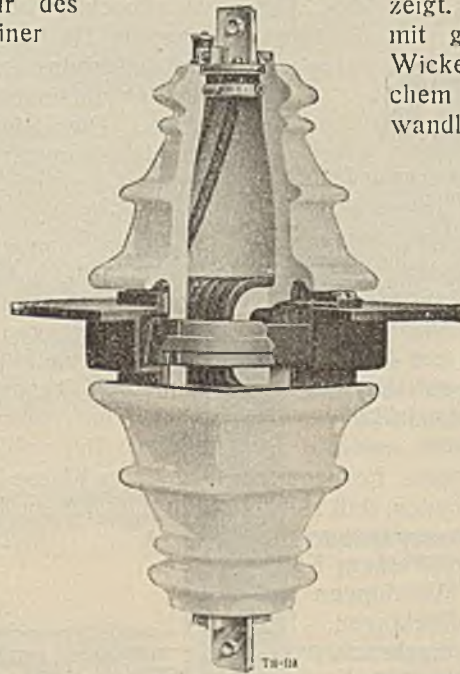


Abb. 2. Querloch-Durchführungsstromwandler.

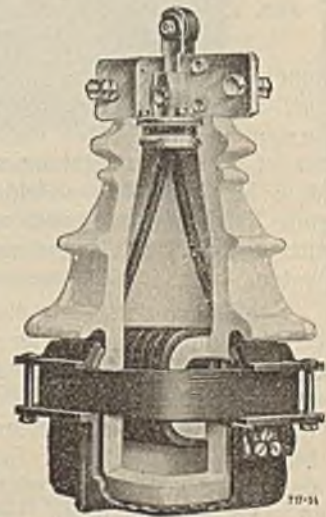


Abb. 3. Querloch-Stützerstromwandler.

Der Querloch-Stromwandler führt bekanntlich seinen Namen nach dem eigenartigen Isolierkörper, der einteilig aus Porzellan hergestellt wird und in seiner geometrischen Gestalt aus zwei einander durchdringenden Zylindern besteht (Abb. 1). Der Hauptzylinder ist für Durchführungs-wandler (Abb. 2) symmetrisch zur Querebene ausgebildet, mit je einer Öffnung oben und unten. Beim Stützerstromwandler (Abb. 3) erhält der Hauptzylinder einen geschlossenen Boden wie eine Flasche und nur eine einzige Öffnung am oberen Ende. Im Hauptzylinder verbleiben zwischen den Außenwänden des Querrohres und den Innenwänden des Außenrohres zwei schmale Rechtecke, welche den primären Wickelraum bilden. Die Primärwicklung besteht aus biegsamer Kupferlitze, welche um das Querrohr aufgewickelt wird. Im Innern

des Querrohres liegt, konzentrisch zur Primärspule, die Sekundärspule. Sie ist auf ein stabiles Hartpapierrohr aufgewickelt, das mit Endscheiben zur Randabstützung der Sekundärwicklung versehen ist. Der Mantelkern ruht mit seinem Mittelschenkel innerhalb der Sekundärwicklung, während die Außenschenkel sich um die Seitenwände des Isolierkörpers legen. Zur Befestigung des Stromwandlers dienen ein Flansch oder ein Gefäß. Die Enden der Primärwicklung sind an Anschlußkappen, die Enden der Sekundärwicklung an eine Klemmleiste geführt.

Die Konstruktion des Stromwandlers nimmt sorgfältig Rücksicht auf Kurzschlußgefahr, die überaus gedrängte Bauart läßt in den Wicklungen nur ein Mindestmaß an Streuung auftreten. Einen Vergleich gerade in dieser Hinsicht mit anderen Bauarten zeigt Abb. 4, welche Schleifenwandler und Querlochwandler in Längs- und Querschnitt zeigt. Beide Formen sind dargestellt mit gleicher Isolationshöhe, gleichem Wickelraum, gleichen Wandstärken, gleichem Eisenquerschnitt. Beim Schleifenwandler bildet in der Tat die Primär-

wicklung eine umfangreiche Schleife, deren Induktivität beträchtlich ist; wegen des induktiven Spannungsabfalles ist die Primärspannung am Schleifenwandler rund zehnmal höher als am gleichwertigen Querlochwandler.

Für eine Festlegung der Primärwicklung im Querlochwandler sorgt der Porzellanisolator, der die Primärwicklung allseitig umgibt. Die Sekundärwicklung stützt sich andererseits auf die Endscheiben ihres Spulenkörpers. So können die Wicklungen niemals, selbst bei unsymmetrischer Anordnung, durch einen Überstrom in achsialer Richtung verschoben und etwa gegen den Eisenkern gepreßt werden. Ein solcher Vorgang hat schon manchen Topfstromwandler gewöhnlicher Bauart zerstört. Die Enden der Primärwicklung sind an den Kappen des Querlochwandlers mit einer kräf-

tigen Kerbverbindung derart fest geklemmt, daß kein Herausreißen möglich ist. Dieser Umstand ist sehr wichtig, weil schlechte Klemmverbindungen bei hohen Strömen zur Entwicklung von Spritzfeuer neigen. Nennenswerte Zugkräfte würden an den primären Wicklungsenden überhaupt nur am Stützermodell auftreten, bei dem die beiden Enden

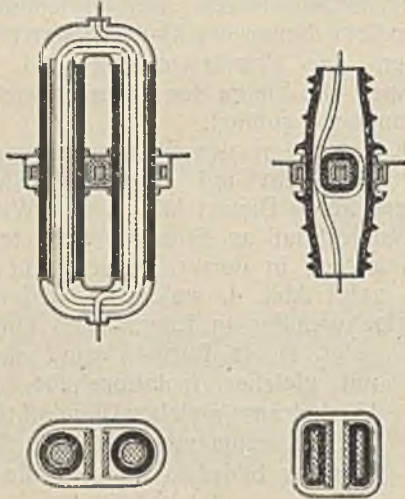


Abb. 4. Schleifenwandler und Querlochwandler in Längs- und Querschnitten.

gemeinsam nach oben an die geteilte Kappe geführt sind. Das Durchführungsmodell mit seinen Kappen an den beiden entgegengesetzten Öffnungen ist von dieser Gefahr so gut wie frei. Angelötete Kabelschuhe, welche sich bei Übererwärmung lösen könnten, sind sowohl auf der Primärseite, wie auf der Sekundärseite grundsätzlich vermieden.

Schließlich ist noch eine weitere Festlegung der Wicklungen dadurch erzielt worden, daß sämtliche Hohlräume innerhalb des Stromwandlers mit Sand ausgefüllt sind. So werden bei einem Kurzschluß etwaige Bewegungen der Wicklungen und ihrer Enden durch den Sand aufgefangen. Die Sandfüllung kann ohne weiteres eingebracht werden, weil sie ja nicht zu isolieren braucht. Es wird sogar der Sand im Raume der Primärwicklung durch einen Graphitzusatz schwach leitend gemacht, um das statische Feld im Innern des Wandlers zu vergleichmäßigen. Sonst könnte durch Glimmentladungen und Ozonbildung unmittelbar am Leiter die Baumwollisolation zerstört werden.

Der Isolierkörper trägt außen eine Anzahl umlaufender Rippen. Die unmittelbar am Flansch oder Gefäß liegende Rippe besitzt eine innen metallisierte Hohlkehle und dient zur Unterdrückung vorzeitiger Glimmentladungen an dieser Stelle höchster statischer Feldstärke. Die anderen Rippen vermehren die Festigkeit gegen Hochfrequenz-Überschläge. Übrigens können diese Rippen auch in bekannter Weise vergrößert werden, um den Querlochwandler für Freiluftverwendung einzurichten. Für die Entlastung der Windungsisolation gegen die Überbeanspruchung durch Sprungwellen sorgt ein der Primärwicklung parallel geschalteter Silit-Widerstand.

Der einteilige Querloch-Stromwandler wird von der Firma Koch & Sterzel A.-G., Dresden, als Durchführung mit der Formbezeichnung DIF und als Stützer mit der Formbezeichnung IF gegenwärtig für vier verschiedene Prüfspannungen hergestellt, wie nachstehende Zahlentafel zeigt:

Zahlentafel 1.

| Formbezeichnung als Stützer | Durchführung | Freie Isolatorenhöhe mm | Prüfspannung kV gegenwärtig | in Aussicht genommen |
|-----------------------------|--------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------|
| IF III | DIF III | 135 | 30 | 42 |
| IF IV | DIF IV | 195 | 50 | 64 |
| IF V | DIF V | 260 | 70 | 86 |
| IF VI | DIF VI | 325 | 100 | 119 |

Daneben bestehen noch etliche Modelle für Sonderzwecke. Die in Aussicht genommenen Prüfspannungen entsprechen den geplanten R. E. H./1929 für die Reihen 6 bis 45. Für noch höhere Prüfspannungen kann der einteilige Querloch-Isolator heute noch nicht geliefert werden. Zur Verwendung in Höchstspannungsnetzen werden daher zwei oder drei einteilige Querloch-Stützerstromwandler aufeinander gesetzt und in Kaskade geschaltet. Die Primärwicklung wird nach Belieben für alle Stromstärken zwischen 5 und 800 A ausgeführt; die Sekundärstromstärke beträgt im allgemeinen 5 A.

Es soll nun an einem Beispiel erläutert werden, in wie hohem Maße der Querloch-Stromwandler selbst an außerordentlich schwere Kurzschlußbedingungen angepaßt werden kann. Wir wählen hierzu die Ausführung für 70 kV Prüfspannung. Dieses Modell wird normal in Größe „a“ und mit einer Nennstromdichte von 2 A/mm² geliefert. Bei voll ausgenutztem Wickelraum vermag es in Klasse E etwa 18 VA und in Klasse F etwa 110 VA zu leisten. Diese Werte sind sicher

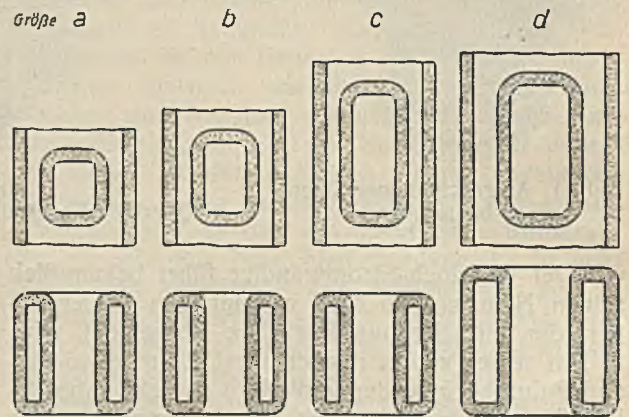
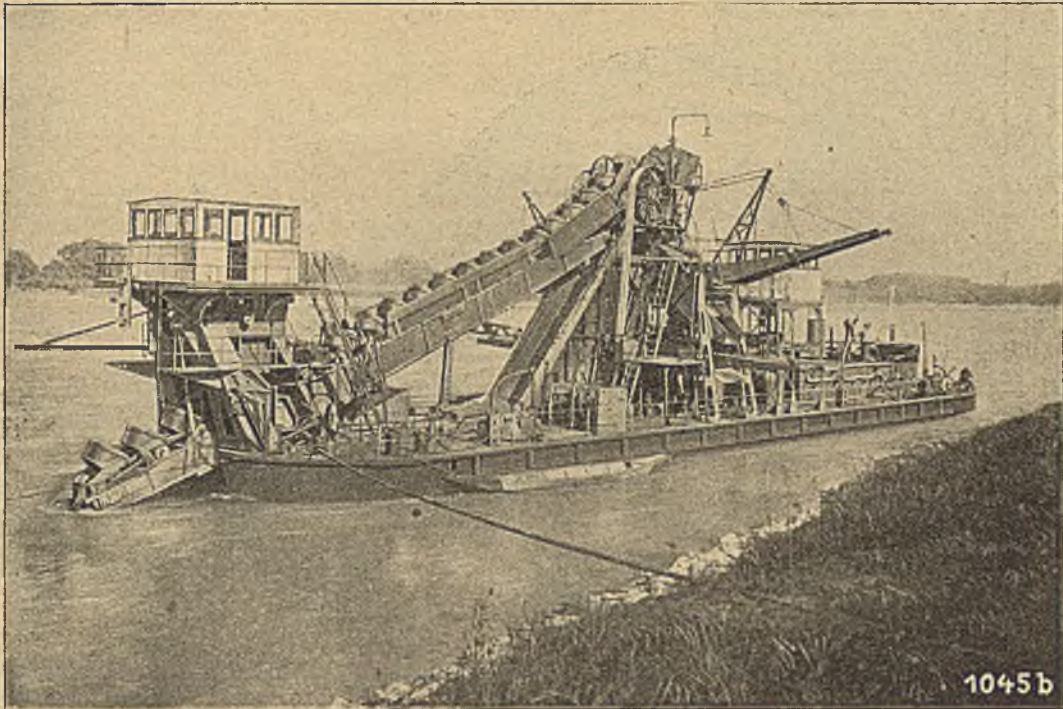


Abb. 5. Mittelteile einer Reihe von Querlochisolerkörpern in Längs- und Querschnitten.

erreichbar; kleine Verschiedenheiten in den Maßen der Porzellankörper gestatten gelegentlich auch etwas höhere Leistungen. Die thermische Kurzschlußsicherheit der normal bemessenen Wicklung wird nach Formel (4) berechnet und ergibt, daß während einer Sekunde das 86,5fache des Nennstromes geführt werden darf. Die mechanische Festigkeit des Wandlers gegenüber Stromkräften ist dabei etwa viermal höher.

ELEKTRISCHE SCHIFFSAUSRÜSTUNGEN



Eimerkettenbagger „Fasold“

Besteller: Bundes - Strombauamt
Wien für Donauregullerungs-
zwecke

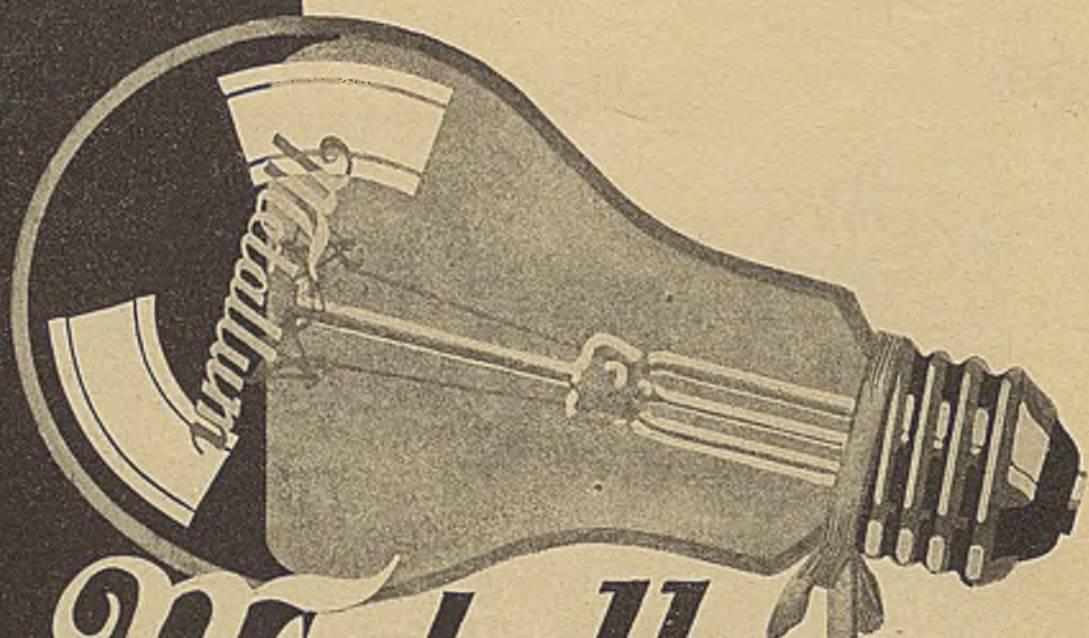
Hersteller des Baggers: Climax-
Motorenwerke und Schiffs-
werfte Linz A. G., Wien-Linz

**Erster Flußbagger mit elektrischem
Antrieb der Eimerkette und durch-
wegs elektrischen Einzelantrieben
für sämtliche Winden, Transport-
bänder, Schütteleinnen etc.**

**Gesamtleistung der 3 Dieseldiese-
generatoren: 126 kW**

**Gesamtleistung der 14 Antriebs-
motoren: 220 PS**

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



Metallum



Schon diese Sicherheit genügt gesteigerten Ansprüchen. Muß mit noch schwereren Beanspruchungen gerechnet werden, so ist die Nennstromdichte herabzusetzen. Daß hierbei die Leistung des Modelles rasch abfällt, zeigt nachstehende Zahlentafel:

Zahlentafel 2.

| Form IF/DIF Va Stromdichte | Thermisch zulässiges Vielfaches d. Nennstromes während | | Sekundärleistung | |
|-------------------------------|--|------------|------------------|----------|
| | 1 Sekunde | 3 Sekunden | Klasse E | Klasse F |
| | A/mm ² | | VA | VA |
| 20 | 86.5 | 50 | 18 | 110 |
| 1.5 | 115 | 67 | (10) | 52 |
| 1.0 | 173 | 100 | (4.5) | 20 |
| 0.5 | 346 | 200 | — | 5.5 |

Da die Klasse E eine Mindestleistung von 15 VA bedingt, sind kleinere Werte eingeklammert.

Um den Querloch-Stromwandler auch bei stark verringerter Stromdichte zur Hergabe ausreichender Leistungen einzurichten, sind für jede Prüfspannung noch zwei weitere Modellgrößen „b“ und „c“ geschaffen worden. Diese unterscheiden sich von Größe „a“ lediglich durch gesteigerte Schichthöhe des Eisenkernes. Da bei sehr niedrigen Durchflutungen das Mittel der Eisenvermehrung schließlich kaum noch eine Leistungszunahme bewirkt, ist für eine letzte Größe „d“ nicht mehr die Eisenmenge, sondern der Wickelraum vergrößert worden. Dabei ist die Breitenausdehnung des Wandlers bis auf die Maße des Modells für die nächsthöhere Prüfspannung angewachsen. Abb. 5 gibt in Längs- und Querschnitten einen Überblick über die Größenverhältnisse im Mittelteil des Porzellankörpers für die gesamte Reihe „a“ bis „d“.

Zahlentafel 3.

| | |
|--|-----------------------|
| Dauerkurzschlußstrom . . . $J_d = 10\,000\text{ A}$ während 3 Sek. | |
| Erforderlicher Mindest-Leiterquerschnitt . . . $q = 100\text{ mm}^2$ | |
| Primärer Nennstrom . . . $J_n = 100\text{ A}$ | 50 A |
| Primäre Nennstromdichte . . . $i_n = 1\text{ A/mm}^2$ | 0.5 A/mm ² |
| Thermisch zulässiges Vielfaches des Nennstromes | 100 200 |

| Form IF/DIF V Größe | Leistung bei $i_n = 1\text{ A/mm}^2$ | | Leistung bei $i_n = 0.5\text{ A/mm}^2$ | |
|------------------------|--------------------------------------|----------|--|----------|
| | Klasse E | Klasse F | Klasse E | Klasse F |
| | VA | VA | VA | VA |
| a | (4.5) | 20 | — | 5.5 |
| b | 16 | 70 | (4.5) | 11 |
| c | 30 | 125 | (7.5) | 22 |
| d | 140 | 720 | 28 | 115 |

Mit dieser Auswahl ist es leicht, die verschiedenartigsten Bedingungen zu erfüllen. Wir wollen beispielsweise einen Dauerkurzschlußstrom von 10 000 A für 3 Sek. annehmen und nun feststellen, welche Leistungen in den verschiedenen Größen bei dieser Beanspruchung zur Verfügung stehen. Dabei möge der primäre Nennstrom 100 bzw. 50 A betragen.

Schließlich wollen wir bei 10 000 A während drei Sekunden und bei einer Sekundärleistung von 30 VA in Klasse F feststellen, bis zu welchen primären Nennstromstärken herab die einzelnen Modellgrößen lieferbar sind. Bei dieser Gelegenheit sei auch noch die Proportionalität zwischen Primär- und Sekundärstrom bei Überstrom beachtet. Bekanntlich vermag der Sekundärstrom wegen Übersättigung des Eisenkernes nicht bis zu jeder beliebigen Höhe dem Primärstrom zu folgen. Es möge nun mit „n“ derjenige Wert des Vielfachen auf der Primärseite bezeichnet sein, bei dem das Übersetzungsverhältnis noch keinen größeren Fehler als 5 vH aufweist. Steigt der Primärstrom weiter an, so nimmt dieser Fehler rasch zu. Für den Betrieb von Selektivschutz-Relais ist die Kenntnis der Zahl „n“ von großer Bedeutung, da solche Relais nur dann einwandfrei arbeiten können, wenn die Relaisströme auch im Kurzschlußfall ein getreues Abbild der Netzströme sind. Im allgemeinen wird für die Zahl „n“ der Betrag 10 bis 15 gefordert.

Zahlentafel 4.

| | |
|--|--|
| Dauerkurzschlußstrom $J_d = 10\,000\text{ A}$ während 3 Sekunden | |
| Erfordl. Leiterquerschnitt $q = 100\text{ mm}^2$ | |
| Verlangte Sekundärleistung $N = 30\text{ VA}$ in Klasse F | |

| Form IF/DIF V Größe | Nennstromdichte | Kleinster zulässiger Nennstrom | Thermisch zulässiges Vielfaches d. Nennstr. während 3 Sekunden | n |
|------------------------|-------------------|--------------------------------|--|----|
| | A/mm ² | A | | |
| a | 1.20 | 120 | 83 | 19 |
| b | 0.73 | 73 | 137 | 19 |
| c | 0.58 | 58 | 172 | 29 |
| d | 0.30 | 30 | 333 | 29 |

Das durchgearbeitete Beispiel zeigt, daß die vorhandene Reihe von Modellen abgestufter Leistungsfähigkeit den verschiedenartigsten Kurzschlußbedingungen gerecht zu werden vermag. Ist erst die voraussichtliche Höhe der größten Beanspruchung ermittelt, so bereitet die Anpassung des Stromwandlers keine Schwierigkeiten mehr.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Elektrizitätsversorgung.

Die Kachletstufe bei Passau. Oberbaudirektor Prof. K. Dantscher, München, berichtet, daß die Donau auf der 27 km langen Strecke Hofkirchen—Passau, das Urgestein des Bayrischen Waldes mit einem Gefälle bis zu 2.7 m/km durchbricht¹⁾. Wurde früher durch Sprengungen eine entsprechende Fahrinne geschaffen, so genügte dies den steigenden Anforder-

ungen der Schifffahrt bald nicht mehr. Doch erst während des Krieges kam das Kachletproblem in Form einer Überstauung der ganzen Gefällstufe ins Rollen, da die in dieser Stromstrecke vorhandenen 11 m Rohgefälle ausgenützt werden sollten. Die Stauanlage, welche 1922 begonnen, 1927 vollendet wurde, liegt 3.5 km oberhalb Passau. Sie enthält zwei Kammerstleusen von je 230 m Nutzlänge und 24 m Breite, von denen jede einen ganzen Schiffszug, bestehend aus Raddampfer und vier Schleppern zu je 1000 t aufnehmen kann. Diese derzeit größten Schleusen Europas haben am Ober- und Unterhaupt Stemmtore, die wegen ihrer

¹⁾ Vgl. E. u. M. 1923, TWN, S. 78; 1924, Das El.-Werk, S. 144, 149.

Ausmaße mit Schwimmkästen versehen sind. Sie werden, ebenso wie die Füll- und Entleerungsschützen elektrisch betrieben. Das südwärts winkelrecht anschließende Krafthaus, sowie das Stauwehr sind in einer Flucht angeordnet. Das Stauwehr hat eine maximale Hochwassermenge von 6000 m³/s abzuführen und im Winter zeitweilig große Eismassen zu bewältigen. Die sechs Öffnungen haben eine Weite von je 25 m, die Pfeilerstärke beträgt 5 m, das gesamte Wehr ist demnach zwischen den Widerlagern 175 m lang. Jede eiserne Schütze besteht aus einem 8·3 m hohen Unter- und einem 3 m hohen Oberteil, welcher zur Abfuhr kleinerer Hochwässer und zur Eisabfuhr versenkbar ist. Das Krafthaus verarbeitet eine Wassermenge bis zu 700 m³/s, die an rund 130 Tagen jährlich zur Verfügung steht. Das Gefälle schwankt zwischen 9·2 m bei niedrigstem Wasserstande und nahezu 0 m bei höchstem Hochwasser, es beträgt im Mittel 7·65 m. Die jährlich erzeugbaren 248 Mill. kWh werden in 8 Propellerturbinen¹⁾ von 7450 bis 9320 PS bei 75 U/min gewonnen. Das Maschinenhaus ist 147 m lang, 15·87 m breit. Die Kühlluft der Generatoren wird oberstrom in Dachhöhe ein- und ausgeführt. Der vorgebaute Einlauf ist 257·6 m lang, 6·5 m tief, er hat 1674 m² Einströmfläche und ist mit einem Feinrechen mit 5 cm Stababstand ausgerüstet. Senkrecht zum Krafthaus ist das Niedervolthaus errichtet, von welchem der Strom über einen die Schleusen überbrückenden Kabelsteg zum Umspannwerk des Bayernwerkes geleitet wird, worin er auf 20 bzw. 100 kV umgeformt wird. Die umfassende Regulierung der verschiedenen Bacheinläufe in der 27 km langen Staustrecke, die Verlängerung der Eisenbahnbrücke über die Donau knapp unterhalb des Kraftwerkes machte umfangreiche Nebenarbeiten erforderlich.

(Z. V. D. I., Bd. 72, Nr. 33, 1928.)

Wasserturbinen, Windmotoren, Pumpen.

Die Turbinen des 150 000 PS Bhira Kraftwerkes der Tata Power Co. in Indien. Das Werk wurde 1927 auf Grund der Erfolge errichtet, welche mit dem 81 000 PS Khopoli Kraftwerke²⁾ und mit dem 90 000 PS Andhra Valley Kraftwerke in Indien gemacht wurden. Es ist an den West Ghats gelegen, besitzt ein Totalgefälle von 519, ein Effektivgefälle von 489 m und erzeugt in 5, im Vollausbau in 6 in einer Achsflucht aufgestellten Maschinensätzen je 30 000 PS. Die sich von 2·14 auf 0·91 m verjüngenden 10 Rohrstränge von 10 bis 19 mm Wandstärke haben eine Länge von je 1·65 km. Das Krafthaus ist 114 m lang, 13 m breit. Druckrohrleitungen und Unterwasserkanal liegen auf der selben Seite des Maschinenhauses. Jede Turbine ist als einstrahlige Zwilling-Freistrahlturbine ausgeführt, deren Laufräder fliegend auf der Generatorwelle sitzen. Die Laufräder haben einen Außendurchmesser von 2·95, einen Strahlkreisdurchmesser von 2·25 m, ihre Drehzahl beträgt 375, ihre Durchgangsdrehzahl 675 U/min. Die 18 Becher jedes Laufrades sitzen reiterförmig auf der Radscheibe, sie werden darauf nur durch eine Durchschraube, dafür aber auch durch gegenseitige Verkeilung gehalten. Zwischen dem gußeisernen Radkasten und der Blechhaube ist ein Blech eingelegt, das mit geringem Spiel das Laufrad umschließt, um die Luftzirkulation zu unterbinden. Der durch einen Rost zugängliche Abfallraum unter der Turbine ist überall mit 10 mm Blech ausgekleidet, der horizontal angeordneten Düse gegenüber aber mit Stahlgußdeflektoren versehen. Die Zulaufrohre zu den Sewerischen Stroudüsen von 760 mm Weite sind durch je einen entlasteten Rundschieber, dessen Schlußzeit begrenzt ist, abschaltbar. Beide Düsen eines Maschinensatzes werden durch einen einzigen Regler beherrscht. Die 50 Per/s. 9400 bis 11 000 V Drehstromgeneratoren von 17 500 kW Dauerleistung sind durch 10 h auf 21 000 kW überlastbar. Eine Erprobung bei der Durchgangsdrehzahl zeigte, daß

¹⁾ Vgl. E. u. M. 1926, S. 681, 717.

²⁾ Vgl. E. u. M. 1927, S. 640.

hierfür eine Leistung von etwas über 1000 kW erforderlich ist. Das Schwungmoment beträgt 41 400 kgm², der Rotor wiegt 14, die Welle 20 t. Sie wird in zwei mit zwangsläufiger Ölkühlung ausgerüsteten Lagern von 560 mm Bohrung bei 1020 mm Lagerlänge getragen. Die Erregung aller Generatoren wird durch zwei Gleichstrommaschinen von 500 kW bei 190 V und 2600 A besorgt, die durch je eine kleine fliegend angeordnete Freistrahlturbine von 600 U/min getrieben werden.

(Engineering, Bd. 125, Nr. 3257 bis 3259, 1928.)

Die Turbinenanlagen Inawashiro in Japan nützen nach J. Moser ein Gefälle von 40·6 und 63·4 m bei einer Wassermenge von 21·3 m³/s aus. Ihre Leistung stellt sich demnach auf 10 000 und 15 000 PS in jeweils drei Einheiten. Die vertikalachsigen Spiralturbinen von 250 U/min haben Präzisionsaugrohre, die in starken Betonkegeln verankert sind. Die Spiralgehäuse sind aus Blech, die Stoßstellen der einzelnen Bleche überlascht und zusammengeschweißt. Als Abschlußorgane sind den Turbinen hydraulisch gesteuerte Drosselklappen von 2300 mm, bzw. Kugelschieber von 1800 mm Durchgangsweite vorgeschaltet; jede Einheit besitzt eine eigene Öldruckanlage, die von einer kleinen Freistrahlturbine getrieben wird, doch sind die Windkessel und Ölreservoirs mit einander verbunden, so daß im Falle einer Störung, ein Regler von den Ölpumpen der beiden anderen beliefert wird. Bei der Anlage mit kleinerem Gefälle sind keine Druckregler vorgesehen. Die Generatoren besitzen Fremderregung, die von einer horizontalachsigen Spiralturbine bezogen wird, die 400 PS bei 720 U/min erzeugt. Diese Turbine ist auf dem Generatorboden aufgestellt. Zur Verringerung der Saughöhe ist hierfür ein Überfallwehr vorgesehen.

(Escher-Wyß-Mitteilungen, 1. Jg. Nr. 3, 1928.)

Elektrische Maschinen, Transformatoren.

Eine neue Gleichung für den Entwurf von Gleichstrommaschinen. Von Prof. Claudius Schenfer, Moskau. Bei dem Entwurf von Gleichstrommaschinen geht man von der „Leistungsgleichung“ aus:

$$kW = \frac{1}{c} \cdot a B_0 \cdot AS \cdot 10^{-11} \cdot D^3 \cdot L \cdot n.$$

Es gibt bekanntlich Tafeln, wo B_0 und AS in Abhängigkeit vom Durchmesser D aufgetragen sind. Ersetzt man nun diese zwei Kurven durch Gleichungen von der Art

$$B_0 = a \sqrt{D}, \quad AS = b \sqrt{D}$$

oder

$$B_0 = a_1 \sqrt[3]{D}, \quad AS = b_1 \sqrt[3]{D}$$

oder

$$B_0 = a_2 \sqrt[4]{D}, \quad AS = b_2 \sqrt[4]{D}$$

so müssen die Festwerte a, b, a_1, b_1, a_2, b_2 versuchsmäßig ermittelt werden.

Mit dem ersten Gleichungspaar für B_0 und AS , und mit $L = m \cdot a \tau_p = m \cdot a \frac{D \pi}{2 p}$ wird der Durchmesser aus der Leistungsgleichung

$$D = C \cdot \sqrt[4]{\frac{2 p \cdot kW}{m \cdot n}},$$

wobei

$$C = \sqrt[4]{\frac{6 \cdot 10^{11}}{\pi \cdot a^2 \cdot a \cdot b}}$$

Setzt man die Polteilung

$$\tau_p = k \sqrt{D},$$

dann wird aus der Gleichung

$$2 p = \frac{D \pi}{\tau_p}$$

die Polzahl $2 p = k' \cdot \sqrt{D}$ und der Ankerdurchmesser

wird damit $D = C \cdot \sqrt{\frac{kW}{m \cdot n}}$, wobei α, β, γ Versuchswerte sind.

Nimmt man schließlich noch $m \approx 1$ an, so erhält man eine Gleichung für den Ankerdurchmesser aus Leistung und Drehzahl

$$D = C \cdot \sqrt{\frac{kW}{n}}$$

Der Verfasser fand für die beiden Festwerte C und α aus einer Reihe von Versuchen die Zahlen

$$C = 100 \div 120 \text{ und } \alpha = 3.$$

Es ergibt sich daher für den Ankerdurchmesser einer Gleichstrommaschine die ungemene einfache Formel

$$D = (100 \div 120) \sqrt{\frac{kW}{n}}$$

Squz.

(Zeitschrift für theoretische und experimentelle Elektrotechnik, Moskau, Nr. 2, 1928.)

Elektrische Meßkunde.

Über ein Verfahren der Eisenprüfung mit dem magnetischen Spannungsmesser und Messungen an Eiseneinkristallen berichtet W. Wolman. Der von Rogowski¹⁾ angegebene magnetische Spannungsmesser besteht aus einem flachen biegsamen Solenoid von geringem, gleichbleibenden Querschnitt f und gleichbleibender Windungszahl je cm n . Es ist dann

$$\Phi = 0.4 \pi n \cdot f \cdot \int_1^2 H \cdot ds$$

Der mit den Windungen des magnetischen Spannungsmessers verkettete Gesamtfluß Φ ist also proportional der MMK zwischen den Wicklungsenden. Der magnetischen Spannungsmesser wird in Verbindung mit einem ballistischen Galvanometer verwendet, das beim Umkehren der Feldrichtung ausschlägt. Da die Empfindlichkeit des ballistischen Galvanometers gering ist und bei Drehspulensinstrumenten zwischen 10^{-5} bis 10^{-6} Voltsekunden liegt, ferner die Impulsverstärkung durch einen Röhrenverstärker auf Schwierigkeiten stößt, ist es nötig, die spezifische Windungsdichte und den Querschnitt des magnetischen Spannungsmessers zu erhöhen. Hiemit ist allerdings eine gewisse Einbuße an Meßgenauigkeit und der Verzicht auf die Biegsamkeit verbunden. Der Spannungsmesser wurde daher als fester Halbkreis ausgebildet und mit 10 Drahtlagern aus 0.1 mm starkem Emailedraht bewickelt. Die Abmessungen waren: Spulenbreite 16 mm; Spannweite 30 mm; mittlere Windungszahl je cm Spulenlänge 700; Empfindlichkeit 0.116 AW/cm auf 1 mm Ausschlag bei 1 m Skalenabstand; Meßgenauigkeit etwa 0.5 vH. Beim festen magnetischen Spannungsmesser ist die Feldstärke H_{fe} im Eisenprüfling unter der Voraussetzung ihrer Konstanz zwischen den Endflächen des Spannungsmessers durch die Gleichung

$$\Phi = 0.4 \pi n \cdot f \cdot H \cdot L$$

gegeben, worin L die Spannweite des magnetischen Spannungsmessers bezeichnet. Es ist also

$$H = \Phi / 0.4 \pi n \cdot f \cdot L,$$

wobei sich der Fluß Φ in bekannter Weise aus dem Ausschlage des ballistischen Galvanometers ergibt. Die Eichung des magnetischen Spannungsmessers kann erfolgen: 1. im homogenem bekannten Feld einer langen Spule (konstantes $H = 0.4 \cdot W \cdot J/l$); 2. im Felde eines oder mehrerer in der Ebene der Endfläche des magnetischen Spannungsmessers liegenden geraden Drähte (Flachspule von der Windungszahl W ; $H \cdot ds = J \cdot W/2$); 3. indem man seine Mitte mit einer stromführenden Wicklung von bekannter Windungszahl W umgibt und

seine Endflächen auf einen Flacheisenstab von vernachlässigbarem magnetischen Widerstande aufsetzt ($H \cdot ds = J \cdot W$). Die drei Eichverfahren zeigen große Unterschiede im Flußlinienverlauf, sie liefern daher auch, wenn sie nacheinander angewendet werden, Angaben über die zu erwartende Meßgenauigkeit. Bei der Durchführung des dritten Verfahrens betrug der Anteil des Eisens am $\int H \cdot ds$ immerhin noch 1 vH, wurde jedoch entsprechend berücksichtigt. Bei der praktischen Erprobung wurden Flacheisenstäbe oder Blechstreifen auf die ebenen Pole eines starken U-förmigen Joches aufgelegt, auf dessen Mittelstück sich die Magnetisierungsspule befand. Der magnetische Spannungsmesser wurde in der Mitte des Blechstreifens aufgesetzt, der zwischen den Endflächen des Spannungsmessers eine kleine, mit einem zweiten ballistischen Galvanometer verbundene Induktionsspule turg. Es wurden die Ausschläge beider Galvanometer bei der zyklischen Umkehrung des Magnetisierungsstromes beobachtet. In anderen Fällen wurde der Blechstreifen in das Feld einer langen, im übrigen eisenfreien Magnetisierungsspule gebracht. Beide Magnetisierungsarten liefern nach den älteren Verfahren wegen des verschiedenen Endeneinflusses verschieden geseuerte Hysteresisschleifen; verwendet man aber zur magnetischen Feldstärkemessung den magnetischen Spannungsmesser, so erhält man in beiden Fällen dieselbe Hysteresisschleife. Koerzitivkraft und Remanenz können unmittelbar und dadurch genauer gemessen werden. Zur Messung der ersteren wurde eine Schaltung angewendet, die den magnetisierenden Strom so steuert, daß zuerst ein schwacher, der Koerzitivkraft entsprechender Strom besteht, dann auf kurze Zeit ein starker Strom eingeschaltet und dann der schwache Strom kommutiert wird. Der starke Strom wird auf die gewünschte Höchstfeldstärke, der schwache dagegen so eingestellt, daß die Induktionsspule $\int dB = 0$ anzeigt.

Dann liefert der magnetische Spannungsmesser $\int dH$, das ist die doppelte Koerzitivkraft. Ähnlich wird zur Messung der Remanenz ein schwacher, voreingeschalteter Strom kommutiert und dazwischen kurze Zeit ein starker Strom eingeschaltet. Der schwache Strom wird so eingestellt, daß $\int dH = 0$ ist. Dann ist $\int dB = 2 B_{rem}$.

Der magnetische Spannungsmesser hat in der vorliegenden Form als Eisenprüfgerät bezüglich Handlichkeit, Unempfindlichkeit gegen Störungen, Benützung beliebig geformter Proben den Anforderungen weitgehend genügt und die Genauigkeit eines wissenschaftlichen Meßgerätes gezeigt. Er wurde auch zur Untersuchung von Eiseneinkristallen, die Prof. Dr. Ing. P. Oberhoffer beigestellte, verwendet. Die chemische Analyse des Ausgangseisens zeigte

| Gehalt an | C | Mn | Si | P | S |
|-----------|------|------|------|-------|-------|
| in vH | 0.10 | 0.47 | 0.01 | 0.022 | 0.044 |

Das Eisen wurde bei 950° zur Erreichung einer günstigen Korngröße und zur Entfernung des Kohlenstoffes 48 Stunden lang geglüht, dann um 3.5 vH deformiert und schließlich durch 72-stündiges Glühen bei 880° in einen Einkristall von den Abmessungen $130 \times 16 \times 2$ mm übergeführt. Die Hysteresisschleife zeichnet sich gegenüber dem Vielkristall durch geringere Steilheit aus. Die Koerzitivkraft ist halb so groß, die wahre Remanenz ein kleiner Bruchteil jener des Vielkristalls; auch die Ummagnetisierungsarbeit ist bedeutend geringer. Die Breite der Hysteresisschleife nahm mit der Raschheit der Feldänderung ab, so daß die Koerzitivkraft von 0.7 auf < 0.05 Gauß sank. Ähnliches wurde übrigens auch an dickeren Proben gewöhnlichen Handelseisens beobachtet. Bei den Versuchen sind elektrische Schwingungen in der Magnetisierungsspule oder mechanische im Prüfling wegen ihrer entmagnetisierenden Wirkung zu vermeiden. Man schaltet das Feld am besten durch Überbrückung der Magnetisierungsspule mit einem induktionsfreien Widerstande. In diesem Falle konnten mit einem Schleifenoszillographen elektrische Schwingungen nicht mehr nachgewiesen werden. Es wurden auch Versuche über den Einfluß von Zug-, Druck- und Biegungs-

¹⁾ D. R. P. Nr. 269 257. Vgl. a. E. u. M. 1912, S. 904.

beanspruchungen auf die Magnetisierungskurve und Hysteresisschleife angestellt. Zugbeanspruchungen vermindern die Induktion bei geringen und erhöhen sie bei höheren Feldstärken. Druck- und Biegungsbeanspruchungen vermindern sie bei allen Feldstärken ungefähr proportional der Beanspruchung. Die beiden Äste der Hysteresisschleife verlaufen bei elastisch deformierten Einkristallen mit größerer Neigung gegen die Achse der magnetischen Induktion, auch erscheint die Schleifenbreite etwas vergrößert. Als Vergleich kommen nur analoge Messungen von Gerlach¹⁾ in Frage, die im wesentlichen mit den beschriebenen übereinstimmen. Dagegen wurde die von Gerlach beobachtete Zusammensetzung der Hysteresisschleifen aus geradlinigen Stücken, die in Knickstellen aneinanderstoßen, nicht bemerkt. (Die bei elastischer Formänderung aufgenommene Hysteresisschleife zeigt aber doch ganz deutlich einen derartigen Verlauf, wenn auch die Knickstellen etwas abgerundet erscheinen. D. Ber.) Der Einkristall hat allerdings die Erwartungen, die man vielleicht anfangs auf seine elektrotechnische Anwendbarkeit gesetzt hat, nicht erfüllt. R. H.

(Arch. f. Elektrot., Bd. XIX, H. 3, 1928.)

Leitungen und Leitungsbau.

Über die Stabilität von Starkstromkabeln²⁾, M. Höchstädter und R. Barrat. Durch die am Kupferleiter und im Isoliermaterial während des Betriebes erzeugte Wärme dehnen sich die einzelnen Teile des Kabels. Bezeichnet man mit I den Strom, welcher durch den Leiter eines Einleiterkabels fließt, mit R den Widerstand der Längeneinheit, mit K die spezifische Wärmeleitfähigkeit des Isoliermaterials, mit θ die Temperatur, mit r den Radius im Aufpunkt, dann gilt als Wärmeleitungsgleichung:

$$RI^2 = K \cdot 2\pi r \frac{d\theta}{dr}$$

Integriert gibt dies als Temperaturdifferenz irgend eines Punktes gegen den Leiter

$$\theta_r^1 = \frac{R \cdot I^2}{2\pi K} \ln \frac{r}{r_1}$$

oder zwischen Kupfer und Blei

$$\theta_{r_2}^1 = \frac{R \cdot I^2}{2\pi K} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

und daher als Temperaturerhöhung des Aufpunktes gegen Blei

$$\theta_{r_2}^1 = \frac{R \cdot I^2}{2\pi K} \left[\ln \frac{r_2}{r_1} - \ln \frac{r}{r_1} \right],$$

wenn r_1 der Radius über Kupfer und r_2 der Radius unter Blei ist. Unter dem Einfluß dieser Temperaturerhöhungen dehnt sich das auf Längeneinheit zwischen dem Radius r und $r + dr$ enthaltene zylindrische Volumenelement

$$dv = 2\pi r dr \text{ auf } dv' = 2\pi r dr (1 + d\theta_r^1),$$

wenn α der lineare Ausdehnungskoeffizient des imprägnierten Papiere ist und zunächst angenommen wird, daß der Bleimantel auf konstanter Temperatur bleibt. Dies gibt eine Volumänderung der Kabelseele (je Längeneinheit) um

$$\begin{aligned} \Delta V' &= \int_{r_1}^{r_2} \alpha \frac{RI^2}{K} r \left[\ln \frac{r_2}{r_1} - \ln \frac{r}{r_1} \right] dr = \\ &= \frac{\alpha RI^2}{4K} \left[(r_2^2 - r_1^2) - 2 \ln \frac{r_2}{r_1} r_1^2 \right], \end{aligned}$$

wie man durch Integration des ersten Gliedes und durch partielle Integration des zweiten findet und wobei in Übereinstimmung mit der Erfahrung vorausgesetzt wird, daß die Ausdehnung des Kupferleiters vernachlässigbar ist. In allgemeinen Fällen wird nun der Bleimantel selbst nicht konstante Temperatur behalten, sondern der äußere Wärmewiderstand R_s des Kabels wird eine Temperaturerhöhung des Bleimantels

von $\theta_s = RI^2 \cdot R_s$ erzeugen, wodurch das Volumen der Kabelseele weiter gedehnt wird, und zwar um

$$\Delta V_1' = \alpha \pi (r_2^2 - r_1^2) \theta_s;$$

dies gibt eine totale relative Volumsvergrößerung von

$$\frac{V' - V}{V + V_{cu}} = \frac{\Delta V' + \Delta V_1'}{V + V_{cu}} = \frac{\Delta V}{V + V_{cu}},$$

die sich in einer relativen Vergrößerung δ des äußeren Radius der Kabelseele ausdrückt

$$\delta = \frac{r_2' - r_2}{r_2} = \frac{\sqrt{V'} - \sqrt{V}}{\sqrt{V}} = \sqrt{1 + \frac{\Delta V}{V}} - 1.$$

Die Größe δ gibt zugleich auch die Verlängerung an, welche die äußersten Papierfasern der Isolation beim Ausdehnen des Kabels erfahren. Soll die Papierisolation keine Schädigung erfahren, dann muß nach der Annahme der Autoren diese Verlängerung immer innerhalb der elastischen Dehnungsgrenze des Papiers bleiben. Beim frischen (nicht imprägnierten) Papierband würde diese Dehnung wohl etwa 2 vH betragen; da aber das Papier beim Aufbringen auf den Leiter (plattieren) gedehnt wird, wird angenommen, daß δ nicht größer als 0,01 werden darf, wodurch die Temperaturgrenze festgelegt wird, über welche hinaus das Kabel niemals dauernd erwärmt werden darf.

Ausgeführte praktische Erwärmungsversuche zeigen, daß berechnete und ermittelte Volumsausdehnung gut übereinstimmen, ferner zeigt sich, daß der Bleimantel sehr bald über seine Elastizitätsgrenze hinaus gedehnt wird und beim Abkühlen Hohlräume zwischen Bleimantel und Isolation bestehen bleiben, was man an dem Herabdrücken der Ionisierungsspannung merkt. Verlustkurven an Kabeln mit metallisierten Adern zeigen völlige Konstanz auch nach dem Abkühlen, was darauf schließen läßt, daß das metallisierte Papier die Wärmebewegung des Dielektrikums bis zu 50° Erwärmung vollkommen getreu mitmacht. Für derartige Kabel besteht demnach keinerlei Gefahr der Ionisierung durch Erwärmen und nachheriges Abkühlen.

Dr. Konst.

(Revue Gén. de l'El., Bd. 22, Nr. 26, 1927.)

Bleimantel für Kabel. Um den Bleimantel von Telephonkabeln, dort wo die Kabel großen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind, widerstandsfähiger zu machen, z. B. bei sogenannten Einziehkabeln, wird der Bleimantel seit mehr als 25 Jahren nicht aus reinem Blei, sondern aus einer Blei-Zinn-Legierung hergestellt. Um das teure Zinn zu ersetzen, sind schon lange Bestrebungen im Gange andere Legierungen zu verwenden, unter welchen sich bisher die Blei-Antimon-Legierung am besten bewährt hat, welche aus reinem Blei mit einem Zusatz von 1 vH Antimon besteht.¹⁾ Die erhöhte mechanische Festigkeit dieser Legierung erklärt sich daraus, daß der Bleimantel aus dieser Antimon-Blei-Legierung, wie jedes andere Metall, aus einzelnen größeren Kriställchen besteht, zwischen welche kleinere Kriställchen als „Kitt“ eingeschoben sind. Im vorliegenden Falle bestehen die großen Kristalle aus nahezu reinem Blei, während der Kitt aus Antimon-Kriställchen besteht. Dies hängt damit zusammen, daß bei hohen Temperaturen, etwa bei 250° C, das Blei mehr als 2 vH an Antimon aufzunehmen vermag, während bei normalen Temperaturen ein Antimongehalt von nur 0,25 vH im Gleichgewicht mit dem Blei ist. Beim Abkühlen während des Pressens wird ein Großteil des Antimongehaltes ausgeschieden, und zwar in Form ganz kleiner Kriställchen. Da die Festigkeit im allgemeinen um so höher ist, je kleiner die Kriställchen sind, würde dies bereits eine Verfestigung gegenüber dem reinen Blei verstehen lassen. Die tatsächlich gefundene Erhöhung an Festigkeit ist aber viel größer als dies auf Grund des geringen Gehaltes an diesen kleinen Antimon-Kriställchen erwartet werden könnte. Man nimmt daher an, daß die Antimon-Kriställchen das Aneinandervorbeigleiten der größeren Bleikristalle in erhöhtem Maße verhindern. In einem Aufsatz von P. Dunsheth und H. A. Tunstall²⁾ werden diese Tatsachen und noch einige

¹⁾ Z. f. Physik, 38, S. 828, 1926.

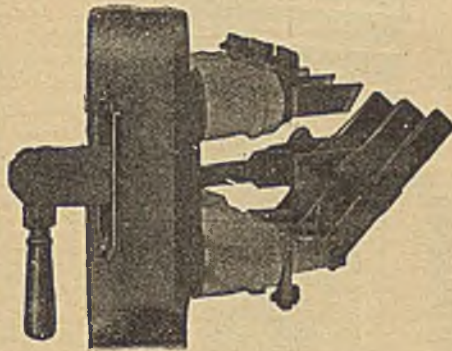
²⁾ Vgl. Planer, Heft 38 d. J., S. 926 ff.

¹⁾ Schumacher, Telephony, 93, 11, 1927, S. 17.

²⁾ Journal I. E. E. London, Bd. 66, März 1928.

Hebel-Aus- u. Umschalter

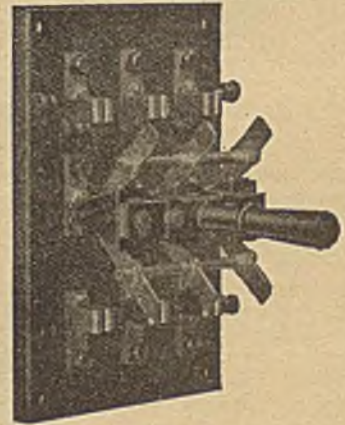
Typen für Montage vor und hinter der Schaltwand
für 250 bzw. 500 Volt und bis zu 6000 Ampere



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: U 47-5-50 Serie

STARHEMBERGGASSE 4—6

Telegr.-Adr.: Elektromaterial



TELTO-C-KETTEN-ISOLATOREN
D. R. P. 342285 UND AUSLANDSPATENTE

Porzellanfabrik Teltow
G. m. b. H.
Teltow-Berlin

Vertreter:

Ing. Max Fischer, Wien IX, Roßauerlände 23 a.

TROLIT

(patentiert)

Erzeugnis der Rheinisch Westfälischen-
Sprengstoff A. G. in Troisdorf bei Köln

das anerkannte führende
Schwachstrom-Isoliermaterial
für jeden Elektro-Betrieb

Kein anderes Erzeugnis gleicht diesem Standard-
produkt hinsichtlich Gleichmäßigkeit der Qualität und
elektrischen Wertesowie Exaktheit der Dimensionen etc.

Ob als Platte,
Stab oder Rohr, als Preß-
oder Drehstück, schwarz oder färbig,
rund, profliert, vierkant etc., glatt, poliert
oder gerieft, stets entspricht
Trolit allen gestellten
Anforderungen

Erledigung aller Aufträge prompt ab Wiener Lager

Vertretung und Niederlage
AUGUST KUNKLER & Co.
WIEN II, DONAUKANAL-SALZTORBRÜCKE

Telephone R 45-3-31 und R 45-3-32

ORION



GENERALVERTRETUNG
FÜR ÖSTERREICH: MAXIM KOLMER & CO
WIEN I., KRUGERSTRASSE 4

weitere an Hand von Ätzungsfiguren und sonstigen Photographien erörtert. Insbesondere wird gezeigt, daß der Vorgang des Zerreißen bei rascher Steigerung der Last, so vor sich geht, daß die einzelnen Kristalle des Bleimantels zerissen wurden, während der Bruch durch Ermüdung dadurch eintritt, daß die Kristalle in ihrer natürlichen Trennfläche auseinandergerissen werden. Die weitverbreitete Ansicht, daß der Bleimantel durch Vibrationen oder sonstige Ermüdungsvorgänge „auskristallisiert“ ist falsch. An dem Gefügestand und an der Größe der Kristallbausteine ändert der Ermüdungsvorgang nichts, er lockert bloß die Festigkeit der Grenzschicht zwischen den Kristallen. Die Größe der Kristalle und damit die Reißfestigkeit des Bleimantels hängt vom Temperaturvorgange beim Auspressen, aber auch von den mechanischen Beanspruchungen, welche dabei auftreten, ab. Die Korrosion von Bleimänteln wird durch nachfolgende Faktoren beeinflusst¹⁾: Zugbeanspruchung, wiederholte Deformation, rasch wechselnde Beanspruchung durch Vibration, Temperatur und chemische Reagenzien. In den praktisch vorkommenden Fällen tritt niemals nur der eine oder der andere Faktor auf, sondern stets eine Reihe von ihnen gleichzeitig, wie dies an Hand einer Reihe von interessanten Beispielen gezeigt wird, von welchen nur das eine Erwähnung finden möge, nach welchem der Lärm, welchen in Wasser geblasener Dampf verursacht, die Ursache von Zerstörungerscheinungen an in nächster Nähe unter Wasser verlegten Bleikabeln sein kann. Korrosionen aus mechanischen Gründen lassen sich am besten so vermeiden, daß während des Transportes und während des Verlegens jede unnötige Beanspruchung des Bleimantels vermieden wird und darauf geachtet wird, daß der Bleimantel im verlegten Zustande keiner Zugbeanspruchung unterworfen und womöglich auch nicht zu Schwingungen angeregt wird. Beides läßt sich oft durch einfache Maßnahmen, wie z. B. durch die Art der Befestigung am Tragseil, leicht erreichen. Eine andere Methode ist bekanntlich die, nicht reines Blei, sondern Bleilegerungen für Bleimäntel zu wählen. Neben den üblichen Legierungen von 97 vH Blei und 3 vH Zinn einerseits und von 99 vH Blei und 1 vH Antimon andererseits sind eine Reihe von anderen, unter Verwendung von Kadmium, Mangan, Kupfer, Wismut usw. geschützt worden, unter welchen jedoch zwei hervorgehoben werden, welche von der British Non-Ferrous Metall Research Association gefunden wurden; ihre Zusammenlautet: 98,25 vH Blei, 0,25 vH Kadmium, 1,5 vH Zinn, bzw. 99,25 vH Blei, 0,25 vH Kadmium und 0,5 vH Antimon. Die Versuche der Verfasser konnten die bedeutend (drei- bis viermal) erhöhte Festigkeit dieser Legierungen gegen Erschütterungen bestätigen. Schließlich werden Fehler untersucht, die sich beim Vorgang des Bleipressens ergeben können. Diese gehen darauf zurück, daß das Blei nicht immer ganz rein ist, und beim Nachfüllen die Grenzschicht zwischen altem und neu hinzugekommenen Blei nicht immer tadellos miteinander verschmilzt. Solche Ursachen führen einerseits zu Longitudinalspalten im Bleimantel, die jedoch, wie bekannt, nicht schon gelegentlich des Auspreßvorganges vorhanden sein müssen, sondern zum Beispiel erst gelegentlich der Verlegung sichtbar werden können. Eine andere Folge von Verunreinigungen oder schlechten Verschmelzungen sind die blätterigen oder blasigen Stellen, welche hier und da bei Bleimänteln auftreten. Um derartige schwache Verbindungsstellen zu vermeiden, wurde eine besondere Bleipresse konstruiert. Bei den heute üblichen Pressen wird das geschmolzene Blei in einen oder zwei Hohlzylinder eingefüllt, und sodann durch Druckzylinder um Matrize und Patrize herumgepreßt, das heißt es werden die Verbindungsstellen oder die Verbandstellen an nicht mehr flüssigen Blei erzielt. Die neue Presse enthält als „Druckzylinder“ einen zum Kabel coaxialen Zylinder kreisförmigen Querschnittes, so daß der ringförmige Querschnitt des Bleimantels schon beim Eingießen erzielt wird, und nicht erst durch die Arbeit der Druckkolben. Das Bleirohr wird dann

im wahrsten Sinne des Wortes um das Kabel herum herausgepreßt.

Interessante Mitteilungen über die Korrosion macht auch Schwarz²⁾. Unter den Korrosionsursachen, welche von den im Obigen angegebenen abweichen, sei noch die genannt, daß gewisse in Spuren vorhandene „Impfstoffe“ zunächst zur lokalen Bleiweißbildung führen, und dann durch Ausbreitung das ganze Rohr zum Zerfall bringen können. Dieser Autor neigt auf Grund seiner Beobachtungen zu der Ansicht, daß sehr reines Blei ungünstig ist, weil es an sich leicht zu Zerfallerscheinungen neigt, daß also einfach raffiniertes Blei besser ist als Blei von höherer Reinheit.

Konst.

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Elektrische Rangierlokomotive für Einphasen-Wechselstrom, 3000 V, 50 Per/s. W. Becker beschreibt eine größere Lokomotive, die nach dem von Schön und Punga angegebenen Einphasenbahnsystem Krupp gebaut wurde. Die normalspurige Lokomotive, die für eine Braunkohlengrube als Verschubmaschine bestimmt ist, besitzt 4 Triebachsen und hat ein Gesamtgewicht von 48 t. Sie ist mit 2 Triebmotoren von je 320 PS Einstundenleistung ausgerüstet, die eine gesamte Anfahrzugkraft von rund 16 000 kg ausüben können. Die Motoren sind beide 8-polig, und zwar ist der eine ein Einphasenmotor System Krupp, der andere dagegen ein normaler Drehstrommotor. Es sind 2 Geschwindigkeitsstufen vorgesehen, entsprechend 6 und 12 km/h Fahrgeschwindigkeit; auf der ersten Stufe arbeitet der Drehstrommotor mit dem Einphasenmotor in Kaskade, auf der zweiten Stufe der Einphasenmotor allein. Die beiden Triebmotoren sind direkt miteinander gekuppelt und, mit der Achse in der Fahrtrichtung, halbhoch fest im Rahmen gelagert. Der Führerstand ist über den Motoren (entsprechend hoch) angeordnet, so daß auch ein guter Ausblick über die beidseitigen Vorbauten sich ergibt. Die Motoren treiben über eine elastische Kupplung und ein aus einem Kegellrad- und einem Stirnradvorgelege gebildetes Getriebe eine Blindwelle an. Von dieser, die an einem Lokomotivende gelegen ist, geht der Antrieb über schief liegende Triebstangen zur zweiten der 4 Triebachsen, die ihrerseits alle durch Kuppelstangen verbunden sind.

Die elektrische Ausrüstung der Lokomotive entspricht im wesentlichen den Veröffentlichungen, die bereits über dieses System erfolgt sind³⁾. Die Fahrdrachtspannung von 3000 V wird in einem Öltransformator auf die Motorregelspannung von 600 V herabtransformiert. Um die Motorleistung erforderlichenfalls kurzzeitig steigern zu können, ist durch einen Druckknopfschalter die Erhöhung der Motorspannung auf 720 V möglich. Die Steuerung geschieht mittels elektromagnetischer (ein- und mehrpoliger) Schützen. Den Erregerstrom für diese liefert ein Umformeraggregat auf Gleichstrom, das auch die Erregung des Zwischenrotors besorgt. Die Umschaltung von Vorwärts- auf Rückwärtsfahrt erfolgt (als Fortschritt gegenüber früheren Ausführungen, Anm. d. Ber.) in der Weise, daß bei weiterlaufendem Zwischenrotor die einphasige Motorspeisung vom Stator auf den Rotor des Einphasenmotors verlegt wird. Zum Anfahren dient ein Wasserwiderstand mit pyramidenförmig ausgebildeten Elektroden, die von einem Handrad mittels Kette gesenkt, bzw. gehoben werden können. Der Widerstand erhält Umlaufkühlung. Die Hilfsbetriebmotoren der Lokomotive sind Drehstrommotoren, die in Verbindung mit dem für sie als Phasenspalter wirkenden Einphasenriebmotor der Lokomotive angeschlossen sind. Die Erprobung der Lokomotive auf einer Versuchsstrecke bei Krupp hat günstige Ergebnisse gezeigt.

B. G.

(Kruppsche Monatshefte, 9. Jahrgang, März 1928.)

¹⁾ Vgl. a. E. u. M. 1925, S. 603; 1926, S. 64; 1927, S. 549; 1928, S. 868.

²⁾ Korrosion und Metallschutz, 4. Jänner 1928, S. 1.

³⁾ Vgl. E. u. M. 1926, S. 778 ff. und 1927, S. 901 ff.

Neue Triebwagen mit Schützensteuerung und selbsttätiger Bremse für die Berliner Straßenbahn. Ob.-Ing. E. Kindler beschreibt die 300 neuen Triebwagen, die als eiserne zweiachsige Mittelflurwagen ohne Laufgestell ausgeführt werden. Sie sind 11,2 m über die Stirnwände lang mit 3,5 m Radstand. Ein Drehgestellwagen könnte mit Rücksicht auf die Gleisverhältnisse nur um 50 cm länger sein und hätte ein Gewicht von rd. 220 kg je Fahrgast, während die neuen Wagen nur 170 kg je Fahrgast wiegen. Dabei kann der Raddurchmesser 670 mm betragen und ist der zweiachsige Wagen auch billiger in Anschaffung und Betrieb. Sein ruhiger Lauf wird durch Rollenlager und lange Blattfedern bei niedriger Schwerpunktslage erreicht. Der Normalzug besteht aus 3 Triebwagen, die über den Stromabnehmer des führenden Wagens gespeist werden. Der Steuerkontrolller ist nur 380 mm hoch und kann in den nicht benutzten Führerständen durch Sitzbänke überdeckt werden. Der führende Wagen hat 31 Sitze und 38 Stehplätze, die Beiwagen 34 Sitze und 41 Stehplätze. Die Grundrahmen der Wagen sind mit Rücksicht auf Zusammenstöße zum Teil aus Siliciumstahl von 48 kg Zugfestigkeit bei 20 v. H. Dehnung gebaut. Die Außenhaut der Kasten ist 1,55 mm starkes Tiefziehblech, das für Spritzlackierung ohne Spachtelung geeignet ist. Die Einzelteile des Wagens sind weitgehend vereinheitlicht. Das Gewicht beträgt leer 12 t. Sämtliche Zugstüren können mittels Zugmagneten von einer Stelle aus in 3 s geschlossen werden. Durch Druck auf den Türgriff kann jede Türe für sich entriegelt und geöffnet werden.

Die elektrische Ausrüstung umfaßt 2 Motoren mit Eigenleistung von 40 kW Stundenleistung bei 550 V, 800 U/min von 1000 kg Gewicht. Die Übersetzung ist 1:492. Auf dem kollektorseitigen Wellenende sitzt eine polierte Stahlscheibe von 320 mm Dchm., auf der eine mechanisch betätigte Zangenbremse angreift. Die Steuerkontrolller betätigen die 14 Schützen, die Fahrtwender und die Fahrt-Brems-Umschalter. Jeder Wagen hat Trennschalter für die Motoren und für die Steuerung. Die Sandstreuer der jeweils ersten Achsen, die Türverschlüsse und die selbsttätige Bremse werden ebenfalls über durchgehende Leitungen betätigt. Die Signalglocke betätigt ein Lichtsignal im Führerstand. Betriebsmäßig wird mit Kurzschluß elektrisch gebremst und bei Notbremsung gesendet. Die Handbremse wirkt als Zangenbremse. Ihre Betätigung ist so leicht, daß ein Hebel wie bei einem Auto genügt. Auf ihr Gestänge wirkt federnd eine selbsttätige Bremse, die elektrisch ausgelöst wird durch Unterbrechung des Steuerstroms infolge Entgleisung der Rolle, oder Ausbleibens der Netzspannung oder durch Ziehen eines Notschalters im Zug, oder wenn der Bremsstrom nach Beendigung einer betriebsmäßigen Bremsung abgekungen ist. Beim Halten des Zuges ist der Steuerstrom ausgeschaltet und die Bremse angezogen. Bei Zugtrennung hält sie die abgetrennten Wagen. Vor der Abfahrt ist durch einen Schalter ein Relais zu betätigen, das durch einen Zugmagneten die Ankerbremse löst und gleichzeitig die Feder der Bremse spannt, die sodann durch einen Riegel gehalten wird. Die Stromunterbrechung öffnet den Riegel. Das Ansprechen der Bremse wird durch eine Meldelampe an jedem Führerstand angezeigt. Der Lösekontakt beim Führer ist mit dem Türverschluß, dem Sandstreuer und den Signalglocken verbunden.

Wl.

(Verkehrstechnik, Heft 18 a, 1928.)

Energiewirtschaft.

Die Spaltung der Energieerzeugung. Von Dr. M. Seidner. Um die Spitzendeckungsfrage für ein Versorgungsgebiet entscheiden zu können, ist es notwendig, jene Linie zu finden, welche die Belastungskurve wirtschaftlich in Spitzen- und Grundbelastung teilt, mit anderen Worten festzustellen, was überhaupt als Spitze anzusehen ist. Um diese Aufgabe zu lösen, empfiehlt es sich, die Dauerbelastungskurve des Kraftwerkes aufzustellen, indem man als Abszissen die Benutzungsstunden, als Ordinaten die Belastungen aufträgt. Man erhält so eine Kurve, die zeigt, durch wieviel Stunden im Jahre das Kraftwerk mit einer bestimmten Leistung be-

ansprucht war. Teilt man die Dauerbelastungskurve eines beispielweise angenommenen Kraftwerkes von 20 000 kW Höchstbelastung in zwei gleiche Teile von je 10 000 kW, so erhält man für die eine Maschinen-Gruppe eine Benutzungsdauer von nur rund 1700 Stunden, während die andere durchläuft. Die Leerlaufverluste der Kessel der ersten Gruppe verteuern die Kosten für die Spitzen-kW auf das vierfache jenes Betrages, der sich aus der gleichmäßigen Benutzung beider Maschinen-Gruppen ergeben würde. Die volle Ausnutzung der zweiten Maschinen-Gruppe ergibt hingegen eine Ermäßigung um 25 vH gegenüber dem gleichmäßigen Betrieb. Diese Spaltung der Energie übt aber auch einen wesentlichen Einfluß auf allfällige Fernübertragungskosten aus, die sich für die Grundbelastung um 45 vH gegenüber dem völlig gleichmäßigsten Betrieb erniedrigen, bei der Spitzenenergie auf das sechsfache erhöhen. Es wird sich daher eine Spaltung (räumliche oder auch örtliche Trennung) der Energieerzeugung in Spitzen- und Grundlastenergie zur Verbilligung des Betriebes empfehlen.

Welchen Einfluß diese Spaltung auf die Erzeugungskosten hat, zeigen noch folgende Zahlen: in einem Dampfkraftwerk betragen bei reiner Grundstromerzeugung die Anteile der Heizkosten 48, der Kapitalkosten 36 vH der Gesamtauslagen, bei reiner Spitzenerzeugung (1700 Stunden) 65 vH und 22 vH. Nimmt man nun an, daß die gesamte Energie in einem einzigen teureren, aber sehr wirtschaftlich arbeitenden Kraftwerk erzeugt wird, so ermäßigen sich die Kosten je kWh gegenüber der Erzeugung in einem gewöhnlichen Dampfkraftwerk um 4,6 vH, erzeugt man aber die Grund- und Spitzenbelastung in zwei gesonderten, ihren Bestimmungen angepaßten Werken, so erhöht sich die Ersparnis auf 9,7 vH. Diesen Berechnungen ist ein Kohlenpreis von 2,8 Pf/10 000 WE und eine Verzinsung usw. von 8 vH zugrundegelegt. Grundenergien können somit auf weite Entfernungen übertragen. Spitzenenergien sollen dagegen im Verbraucherschwerpunkt erzeugt werden. Es stellt sich weiters heraus, daß hochthermische Kraftwerke bei der Aufstellung in den Verbraucherschwerpunkten eine größere Wirtschaftlichkeit als bei jener auf den Kohlengruben erzielen. Die Ersparnisse sinken, wenn der Kohlenpreis sinkt, sie erhöhen sich zugunsten des hochthermischen Werkes, wenn sich der Zinsfuß erniedrigt. In einem Lande mit niedrigem Zinsfuß und hohen Kohlenpreisen, wie Amerika, wird sich daher die laufende Erneuerung der Anlagen empfehlen, in kapitalarmen, aber kohlenreichen Ländern, wie in Europa, sollten eher Spitzenkraftwerke errichtet als alte Anlagen ersetzt werden.

An dem angeführten Beispiel wird nun weiters nachgerechnet, wie sich die Erzeugungskosten stellen, wenn Grund- und Spitzenerzeugung örtlich getrennt, und wenn beide Werke am selben Ort errichtet sind, und zwar entweder auf der Grube oder im Verbrauchsort. Es zeigt sich, daß dem Spitzenkraftwerk umso größere Belastung zugeteilt werden soll, je niedriger die Errichtungskosten des Spitzenkraftwerkes gegenüber denen des Grundkraftwerkes sind. Was die zahlenmäßigen Angaben betrifft, so stellen sich, wenn man die Gesteungskosten der auf der Grube erzeugten Energie mit 100 vH annimmt, die entsprechenden Kosten der am Verbrauchsort erzeugten Energie gleichfalls auf 100 vH, was dadurch zustande kommt, daß sich die geringeren Errichtungskosten des Werkes auf der Grube gegen die Fortleitungskosten wieder ausgleichen. Bei Aufteilung der Erzeugung auf Grund- und Spitzenwerk auf der Grube ergeben sich 95 bis 98 vH, bei derselben Aufteilung — die Erzeugung aber im Verbrauchsort — 97 bis 99 vH; bei örtlich getrennten Grund- und Spitzenwerken, und zwar, wenn das Grundwerk auf der Grube, das Spitzenwerk am Verbrauchsort liegt 84 bis 96 vH, je nach Art des Spitzenwerkes, wobei der höhere Wert für Dieselanlagen, der niedrigere für die Benützung von bestehenden Dampfkraftwerken oder für Pumpenspeicherwerke gilt. Wenn das Grundwerk im Verbrauchsort, das Spitzenwerk jedoch weit weg liegt, so betragen die Kosten 103 vH.

V. H.

(ETZ, Bd. 49, Heft 17, 1928.)

Preise der elektrischen Energie in Italien. Von amtlicher Seite (Servizio idografico, sezione III del consiglio superiore dei lavori pubblici) wurde in Italien sowohl für öffentliche als auch für private Beleuchtungszwecke und für Kraftstrom der Mittelwert des Strompreises in Lire pro kWh ermittelt. Letzterer wurde für eine mittlere Installation von 30 kW und eine Benützungsdauer von 2000 und 800 Stunden angegeben.

| Provinz | Lichtstrom | | Kraftstrom (30 kW) | |
|----------------------|------------|--------|----------------------|---------------------|
| | öffentlich | privat | 2000 Be- triebst. | 800 Be- triebst. |
| Piemont | 0.38 | 0.95 | 0.40 | 0.55 |
| Ligurien | 0.55 | 1.13 | 0.37 | 0.53 |
| Lombardei | 0.39 | 1.16 | 0.39 | 0.52 |
| Oberetsch | 0.40 | 0.71 | 0.26 | 0.30 |
| Istrien | 0.22 | 1.36 | 0.39 | 0.62 |
| Venezien | 0.51 | 1.05 | 0.40 | 0.48 |
| Emilien | 0.45 | 1.26 | 0.47 | 0.60 |
| Umbrien | 0.49 | 1.02 | 0.31 | — |
| Toscana | 0.76 | 1.36 | 0.44 | 0.60 |
| Marken | 0.42 | 1.41 | 0.36 | 0.57 |
| Latium | 0.47 | 1.05 | 0.43 | 0.46 |
| Abruzzen | 0.50 | 1.50 | 0.50 | 0.60 |
| Campanien | 0.60 | 1.36 | 0.55 | 0.73 |
| Basilicata | 0.75 | 1.90 | 0.49 | 0.65 |
| Apulien | 1.44 | 2.68 | 0.67 | 1.15 |
| Calabrien | 1.03 | 1.80 | 0.63 | 0.80 |
| Sizilien | 0.98 | 1.98 | 0.82 | 0.96 |
| Sardinien | 0.65 | 1.42 | — | — |

β.

(Annali dei Lavori Pubblici, Band 64, Heft 3, 1928.)

Erzeugung und Verteilung der elektrischen Energie in Frankreich im Jahre 1926. Nach der in „Revue Générale de l'Electricité“ vom 12. Mai d. J. wiedergegebenen amtlichen Statistik, welche jedoch jene industriellen Wärmekraftwerke nicht umfaßt, die nicht an die öffentlichen Verteilungs- und Übertragungsleitungen angeschlossen sind, wurden aus Wasserkraftwerken mit 1719 000 kVA installierter Leistung einschließlich Reserven und 772 000 kW mittleren Jahresleistung 4778 Milliarden kWh erzeugt, das heißt es wurde die installierte Leistung 2780 h und die mittlere Leistung 6280 h im Jahr ausgenutzt. Für die Wärmekraftwerke sind die entsprechenden Zahlen 4 624 000 kVA, 2 941 000 kW (höchste Dauerleistung mit Rücksicht auf die von den Kesselanlagen erzeugbaren Dampfmengen), 6568 Milliarden kWh, 1420 und 2230 h. Von insgesamt 170 402 km Übertragungs- und Verteilungsleitungen zu Ende 1926 entfallen 73 336 km auf solche mit einer geringeren Spannung als 600 V Gleichstrom oder 250 V Wechselstrom, 89 276 km auf solche mit weniger als 60 kV Gleichstrom oder 33 kV Wechselstrom und 7790 km auf die Leitungen mit höheren Spannungen. Auf den beiden letzten Gruppen von Leitungen wurden 8124 Milliarden kWh (83 700 kWh/km) übertragen, auf den Niederspannungsleitungen 1884 Milliarden (25 700 kWh/km). Zu den innerhalb Frankreichs insgesamt erzeugten 11 347 Mill. kWh kommen noch 400 Mill. kWh importierter Strom, während 44 Mill. ausgeführt wurden. Die verbleibenden 11 703 Mill. kWh verteilen sich in Prozenten auf Beleuchtung (9), Niederspannungskraftstrom (7), Hochspannungsstrom außer für elektrochemische und Bahnzwecke (46), elektrochemische und elektrometallurgische Industrie (18), Bahnstrom (6) Verluste in den Leitungen und den Transformatoren (14). Auf jeden Einwohner entfallen insgesamt 287 kWh/Jahr, auf jeden mit Strom versorgten Einwohner 34.5 kWh Lichtstrom und 27.8 kWh Niederspannungskraftstrom im Jahr. Von rund 407 Mill. Einwohnern sind noch 97 Mill. nicht an Stromverteilungsnetze angeschlossen, von den 37 981 Gemeinden Frankreichs verfügten am 1. Jänner 1927 19 775, und am 1. Jänner 1928 16 747 noch nicht über elektrischen Strom.

Patentbericht. Röntgentechnik.

(Schluß aus Heft 42, Seite 997.)

Eine Erfindung von Dr. R. Mannl in Karlsbad, baut auf der bekannten Blende auf, welche aus einem aus Lamellen gebildeten Stern besteht und bezweckt eine solche Konstruktion der Blende, daß der das Bild störende Mittelpunkt der Blende außerhalb des Leuchtschirmes fällt, und die Konvergenz der einzelnen Sektorenteile so gering ist, daß sie nicht mehr störend wirkt. Erfindungsgemäß wird aus einem ideal gedachtem Lamellenrade ein exzentrisch liegender Teil herausgeschnitten und als Blende verwendet.

(Ö. P. Nr. 107965.)

Nach einer Erfindung der Siemens & Halske A. G. in Berlin und Wien wird eine Einrichtung, um bei der Anwendung von Röntgenstrahlen die Bestrahlung ohne Vorschalten des bestimmten, vorgeschriebenen Filters auszuschließen, derart ausgebildet, daß der Schalter mindestens eines der Stromkreise der zum Betrieb der Röntgenröhre dienenden Einrichtung (Hauptschalter) mit einer elektrischen Arretiervorrichtung versehen ist, deren Stromkreis eine der in Betracht kommenden Anzahl untereinander verschiedener Filter gleiche Anzahl von Verzweigungen aufweist. In jedem so entstehendem Zweigstrom ist ein Schalter angeordnet, der infolge seiner Anordnung und Beschaffenheit nur von einem der untereinander verschiedenen Filter, das mit einem diesem Schalter entsprechendem Anschlag oder dgl. versehen ist, geschlossen werden kann; hinter diesem Schalter ist ein nur vorübergehend schließbarer gegebenenfalls mit einer Kennzeichnung versehener Schalter (Druckknopfschalter) angebracht.

(Ö. P. Nr. 108341.)

Eine andere Filtersicherung für Röntgeneinrichtungen, nach einer Erfindung der gleichen Firma, zeigt mechanische Sperrvorrichtungen, mit deren Hilfe das Filter und die Verschlussblende derart zusammenwirken, daß die Blende nur bei vollkommen eingeschobenem Filter geöffnet, und das Filter nur bei vollkommen eingeschobener Blende herausgenommen werden kann.

(Ö. P. Nr. 105763.)

Eine Erfindung der Siemens und Halske A. G. in Berlin und Wien betrifft eine Stereoröntgeneinrichtung; diese besteht darin, daß die bekannten Einrichtungen zur Röntgenstereodurchleuchtung mit ineinander übergreifenden Bildern auf einem Leuchtschirm mit einer optischen Einrichtung kombiniert werden, welche aus Prismen und Linsen (eventuell Spiegel) besteht. Durch diese Anordnung wird der bei den üblichen Anordnungen auftretende Zwang zur Divergenz oder übertriebenen Konvergenz der Augachsen, ferner der Akkomodationsdifferenz, die dadurch entsteht, daß das plastische virtuelle Bild und der Leuchtschirm nicht in gleichen Abstand vom Beschauer sind, behoben.

(Ö. P. Nr. 109950.)

Am Röntgenstativ werden gewöhnlich verschiedene Hilfsvorrichtungen (Blenden und andere) angebracht. Diese, sowie das Gewicht der nötigen Schutzvorrichtungen aus Blei oder Bleiglas vergrößern das Kippmoment der bekannten Stative erheblich. Gemäß einer Erfindung der Siemens-Reiniger-Veifa Ges. f. med. Technik in Berlin, wird dieser Nachteil dadurch beseitigt, daß neben einem nur die Röntgenröhre tragendem Stativ ein Vorsetzstativ für die Hilfsvorrichtungen vorhanden ist, das mit dem ersten Stativ mittels Kupplungsstangen oder dgl. verbunden wird.

(Ö. P. Nr. 109953.)

Chronik.

Die 9. ordentliche Vollversammlung des deutschen Verbandes der Elektrizitätswerke in der Tschechoslowakei wurde vom 3. bis 5. Mai l. J. unter dem Vorsitz von Direktor Ing. Seifert in Aussig abgehalten. Von auswärtigen Verbänden war der österreichische Verband durch Direktionsrat Ing. Hartmann vertreten. In der Aussprache nahm die Stellungnahme gegen das Gesetz über die Elektrisierung durch das sich die privaten und Gemeindeelektrizitätswerke

in ihrer Stellung bedroht fühlen, einen breiten Raum ein¹⁾. Das gemeinsame Vorgehen des deutschen, tschechischen und anderer Verbände hatte eine freundlichere Stellungnahme einiger Behörden zur Folge, ohne daß jedoch schon ein befriedigender Zustand herrschen würde. Aus diesen Gesichtspunkten heraus sprach Doktor Knöpfelmacher über „das Problem der Rechtssicherheit in der Elektrizitätswirtschaft und die neuen Verwaltungsgesetze“. Ing. Rudolph, Direktor der nordböhmischen Elektrizitätswerke A.-G., hielt einen Vortrag über „Die Erhaltung und den Betrieb von Mittelspannungs-Freileitungen mit Berücksichtigung der Transformatorstationen. Von allgemeinem Interesse dürften die, unseres Wissens erstmalig in Europa angewendeten hölzernen Tragarme an Stelle der eisernen Stützen sein²⁾, die bei Überschlägen durch ihren großen Oberflächenwiderstand den nachfließenden Betriebsstrom zum Erlöschen bringen. Sie werden im 10 kV-Netz der Gesellschaft an den eisernen Verlängerungen einer Holzleitung angebracht. Die Einmündungen der 10 kV Transformatorstationen wurden zur Verhinderung von schädlichen Überschlägen elektrisch verstärkt, indem an Stelle der Deltaglocken zur Abspannung der einmündenden Leitungen Knüppelisolatoren verwendet wurden, die billiger sind als die gleichlangen Kappenisolatoren. Die eisernen Durchführungsplatten wurden durch solche aus Asbestzementschiefer ersetzt. Eine weitere Ursache von Überschlägen an den Einführungen sind zu schwache Leiter, an denen sich unter der Einwirkung der zurückgeworfenen Wanderwellen Glühmündungen ausbilden, die den Überschlag einleiten. Eine Vergrößerung des Durchmessers durch Hacketaldrähte schafft hier Abhilfe. Weitere Vorträge wurden gehalten von Dr. Heintsch, Wien, über „Höchstspannungsleitungen mit besonderer Berücksichtigung der 380/220 kV-Rheinlandleitung“ und von Ing. Rossow, Wien, über den „Bau und Betrieb des Kraftwerkes Klingenberg“. Im Anschluß an die Tagung wurde das Großkraftwerk Türnitz³⁾ der nordböhmischen Elektrizitätswerke A.-G., die Schichtwerke und die Dampf- und elektrischen Anlagen des Vereines für chemische und metallurgische Produktion in Aussig besucht. Die nächstjährige Tagung wird in Reichenberg stattfinden. V. H.

Das Deutsche Museum im 23. Geschäftsjahre (Mai 1926 bis Mai 1927). Wie dem kürzlich erschienenen Geschäftsbericht zu entnehmen ist, betrug die Mitgliederzahl am Ende des Geschäftsjahres etwa 4800, die Besucherzahl war rd. 666 000 gegen 944 000 im Jahre 1925/26. Die Sammlungen sind wieder reichhaltig ausgestaltet worden. In Aufstellung begriffen sind unter anderem die Gruppen Beleuchtung und Kochen, in welchen auch die Elektrotechnik berücksichtigt ist und schließlich die Gruppe Elektrotechnik selbst, welche die Entwicklung der elektrischen Maschinen und Transformatoren mit zahlreichen historisch wertvollen Originalausführungen zeigt, außerdem aber auch die Zentralen und Leitungsnetze bis zu den neuzeitlichen großen Landesversorgungen. Für den Bibliotheksneubau wurde ein Programm entworfen und darnach ein Vorentwurf hergestellt (inzwischen hat bekanntlich auch schon die Grundsteinlegung für den Neubau stattgefunden. Der Ber.). Aus den Einnahmen für den Museumsbetrieb von 1 044 Mill. M. verblieb nach Deckung aller laufenden Ausgaben ein Betrag von 47 000 M. Von den Einnahmen für den Museumsneubau von 703 000 M. wurden 503 000 M. verwendet. Das Vermögen des Deutschen Museums bestand zu Ende März 1927 aus rund 300 000 M. Barmitteln und 26 6 Mill. M. an Museumsgegenständen, Mobilien und Bauten. Wie in den früheren Jahren haben auch im abgelaufenen Jahre das Reich, Bayern, München und die Deutsche Industrie das Museum in reichem Maße unterstützt.

Graphisch-rechnerische Behandlung von Wechselstrom-Problemen. Über dieses Thema wird Privatdozent Ing. Dr. techn. Günther Oberdorfer, Vorlesungen an der Technischen Hochschule in Wien halten. Beginn der Vorlesungen am 25. Oktober im Hörsaal II des Elektrotechnischen Institutes.

¹⁾ E. u. M. 1928, Heft 28, S. 754. ²⁾ E. u. M. 1928, Heft 18, S. 405. ³⁾ E. u. M. 1925, S. 941.

Literaturberichte.

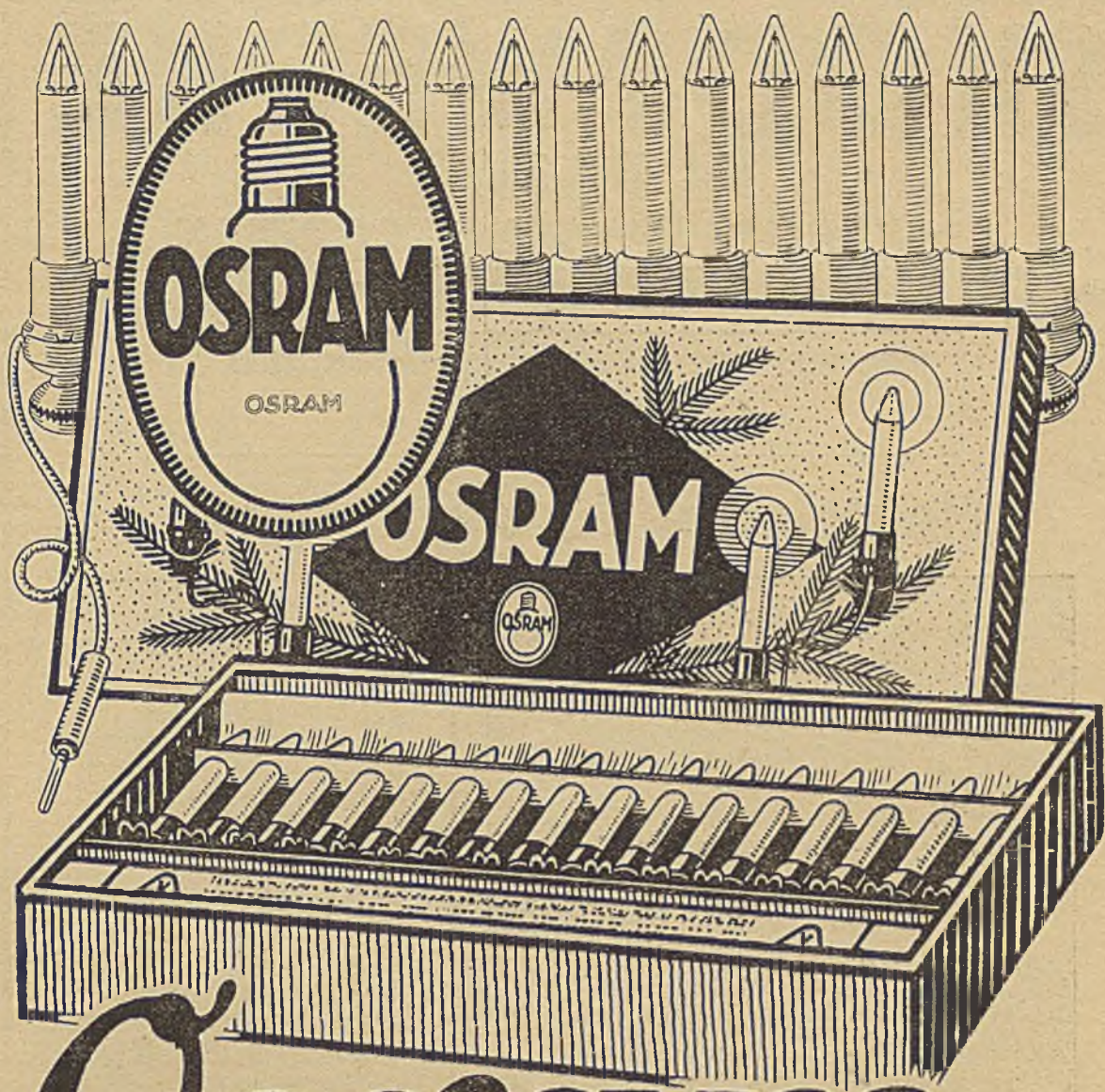
3725 **Starkstromtechnik**, bearbeitet von Dr. H. Jungmichel, Ing. G. Reerink, Ing. Sessinghaus, Ing. H. Stössinger, Ing. M. Zorn; herausgegeben von Prof. Dr. L. Graetz. 475 S., 475 Abb. im Text. Verlag Joh. Ambr. Barth, Leipzig 1928. Preis brosch. Mk. 36.—.

Das Buch ist eine Sonderausgabe des Abschnittes über Starkstromtechnik in Band V des von Professor Dr. L. Graetz herausgegebenen „Handbuches der Elektrizität und des Magnetismus“. Es werden Gleich- und Wechselstrommaschinen, Transformatoren, Asynchronmaschinen, Wechsel- und Drehstrom-Kommutatormaschinen, Einanker- und Kaskadenumformer, Quecksilberdampf- und andere Gleichrichter und schließlich auch Kraftwerke mit Fernleitungs- und Ortsnetzen auf moderner Grundlage sowohl praktisch als auch theoretisch behandelt. Der theoretische Teil erstreckt sich auch auf die Berechnung der Konstruktionsgrundlagen bei gegebener Leistung und Spannung der betreffenden Maschinen, ist also sehr eingehend. Die Bearbeitung der einzelnen Kapitel wurde von den im Titel angeführten Sonderfachleuten übernommen, wodurch die Berücksichtigung des modernsten Standpunktes auf allen Gebieten gewährleistet erscheint. Bemerkenswert erscheint besonders die bei aller Kürze durchsichtig klare Erklärung der in Wechselstromaufgaben üblichen Vektordiagramme auf S. 162. Dagegen mutet die Auffassung der MMK als $(1/0.4\pi) \int \mathfrak{S} dl$ etwas eigentümlich an; gewöhnlich bezeichnet man in Analogie des Ausdrucks $\int \mathfrak{C} dl$ für die EMK die Größe $\int \mathfrak{S} dl$ als MMK. Die Absicht des Verfassers ist dabei offenbar, die Amperwindungen als Maßzahl der MMK einzuführen. Das wäre wohl nur dann zulässig, wenn sich eine autoritative Stelle, wie z. B. der AEF, für diese Änderung der gegenwärtigen Übung ausgesprochen hätte. Die Verfasser waren mit Erfolg bemüht, ihre Sondergebiete so klar und leichtfaßlich als möglich darzustellen, auch die drucktechnische Ausstattung des Buches darf als vorzüglich bezeichnet werden. Es kann daher als Einführung in die Praxis und Theorie der Starkstrommaschinen und Kraftwerke bestens empfohlen werden.

Dr. Rich. Hiecke.

3634 **Thermodynamik und die freie Energie chemischer Substanzen.** Von G. N. Lewis und M. Randall, Berkeley, Kal. Übersetzt und mit Zusätzen und Anmerkungen versehen von O. Redlich. Wien, 598 Seiten, mit 64 Textabb., 1927. Verlag von Julius Springer, Berlin. Preis: geb. Mk. 46 80.

An gründlichen und exakten Lehrbüchern der physikalischen Chemie und der Thermodynamik samt ihren Anwendungen auf die Probleme der physikalischen Chemie ist kein Mangel. Den Autoren und dem Übersetzer des Buches müssen wir doch dankbar sein. Sind in einigen (wenigen) anderen Büchern die begrifflichen Grundlagen der Thermodynamik auch tieferschürfend dargestellt, so ist hier große Exaktheit angestrebt und erfolgreich versucht, die Möglichkeit und Anwendbarkeit der Thermodynamik (I. und II. Hauptsatz, Theorie der Mischungen einschließlich der Lösungen von Elektrolyten, freie Energie chemischer Reaktionen [auch elektrochemische Ketten, äußeres Feld], Nernstsches Wärmetheorem) nicht nur an Beispielen zu zeigen, sondern auch in solcher Form zu geben, daß ihre direkte Anwendbarkeit ohne weitere Umformungen (algebraisch, häufig auch graphisch) leicht möglich ist. Dabei wird immer scharf zwischen den allgemeinen thermodynamischen Gesetzen und den bei Einführung der idealen Gas- und Lösungsgesetze bedingt gültigen Näherungsformeln unterschieden. Besonders in der Theorie der Mischungen und bei den Lösungen von Elektrolyten ist die eingeschlagene Behandlungsweise überaus praktisch und fruchtbringend. Direkt technische Anwendungen werden zwar nur gelegentlich behandelt, aber die Anwendung der Theorie auf technische Probleme kann keinem, der das Buch gründlich studiert hat, schwer fallen; hiezu tragen auch die jedem Kapitel angefügten Übungsauf-



Osram
*Christbaum-Kerzen
in anschlufsfertigen Ketten*

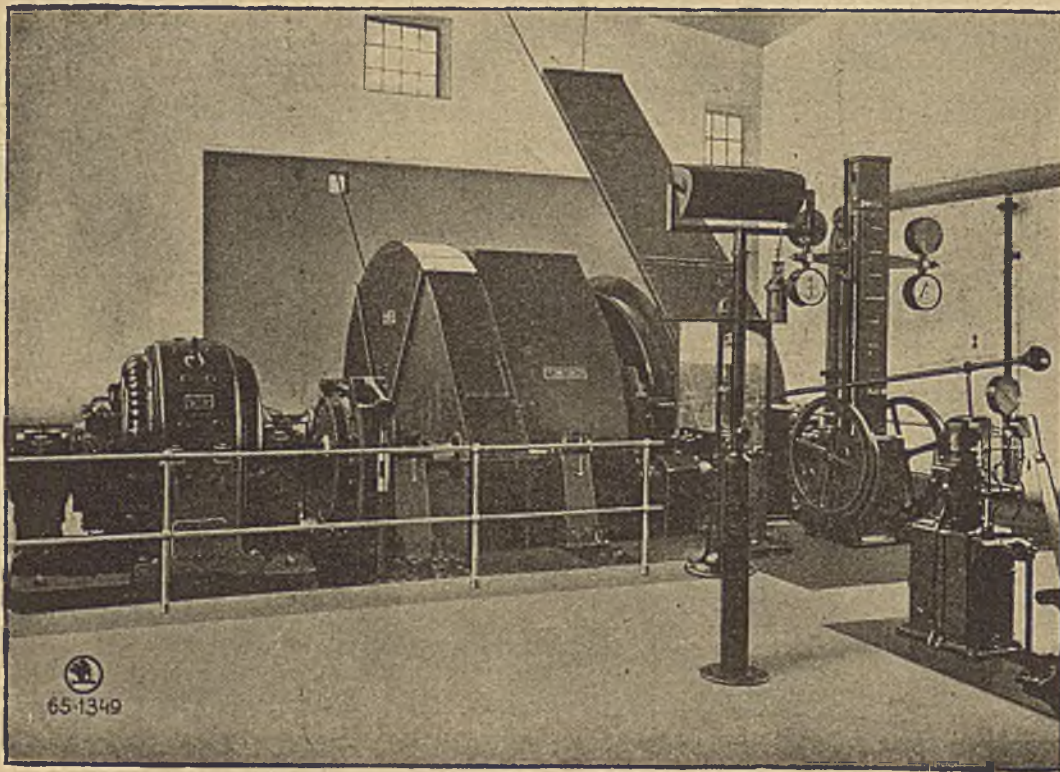
A. G. VORMALS

SKODAWERKE IN PILSEN.

ELEKTROTECHNISCHE FABRIKEN: IN PILSEN-DOUDLEVCE UND BRÜNN

General- und Kommerz.-Direktion:
PRAG.

Elektrische Förderanlagen



Elektrische Fördermaschine 1100 kW max auf dem Zentrumschacht der Nordböhmisches Kohlegewerkschaft in Brüx.

ELEKTROINGENIEUR-BUREAUX:

PRAG II, Jungmannova 37 (zugleich Verkaufsstelle und Lager) Fernsprecher 251-51 bis 60.
PILSEN, Skodawerke, Werkbahngelände (zugleich Lager) Fernsprecher Skodawerke 480 bis 488. (Lokal) 497 bis 499 (Interurban).
KÖNIGGRÄTZ, Ulrichovo nám. 733, Tel. 488.
KARLSBAD, Eduard Knoll-Strasse 1279, Fernspr. 1895.
TURN-TEPLITZ, Hauptstraße 80, Fernsprecher 1172.
REICHENBERG, Kratzauerstraße 6, Fernspr. 1440.
BRÜNN, Neugasse 61, Fernsprecher 4621.
MÄHR-OSTRAU, Bahnhofstraße, Gebäude der Zivnobanka, Fernsprecher 24-57.



BRATISLAVA, (Preßburg) Safarikovo nám 3, Fernsprecher 2659.
KASCHAU, Tordassygasse 7, Fernsprecher 101.
WARSAWA, Krolewska ul. 10, Fernsprecher 1014
HUTA KRÓLEWSKA, ul. Wolności 45/1, Telefon 785.
LÓDZ, Killnskiego 96, Telefon 25-84.
BEOGRAD, Knez Mihailov Venac 13/14, Tel. 578.
LJUBLJANA, Selenburgova 7, Fernsprecher 2966.
SOFIA, Ulica Levski 10, Fernsprecher 2304.
ANGORA, Ischiklar Djadessi 8, Telefon 1816.

gaben (eine Zusammenstellung der Lösungen wäre dem Studenten sicher erwünscht) bei. Auf Einzelheiten ist hier nicht der Ort einzugehen; vielleicht darf doch auf die Gefahr verwiesen werden, daß der von vornherein hierzu geeignete Leser leicht an dem gegebenen Formalismus kleben bleibt und darauf, daß die ungewohnte, übrigens eindeutige und einheitliche Bezeichnungsweise und die ständigen, im Interesse der Kürze vielleicht unumgänglichen Rückverweisungen bei gelegentlichem Nachschlagen recht lästig fallen. Der Übersetzer hat neuere Arbeiten in Fußnoten und zwei Zusatzkapiteln (eines über die Debye'sche Elektrolyttheorie, das andere über die neueren Arbeiten zum Nernst'schen Wärmetheorem) angeführt und kritisch behandelt; sie stehen auf derselben Höhe wie die übrigen, des hiedurch durchaus modernen Buches. Die Übersetzung ist sprachlich einwandfrei, die Ausstattung ist sehr gut.

Dr. Ph. Groß.

3620 **Gummifreie Isolierstoffe.** Von A. Sommerfeld. Der im Heft 40 d. J., Seite 966 veröffentlichten Besprechung dieses Buches ist noch anzufügen, daß das Buch im Verlag von Julius Springer, Berlin, erschienen ist und zum Preise von 3'60 M. geb. und 2'80 M. geh. bezogen werden kann.

Eingelaufene Bücher.

Fernsprechverkehr in Deutschland. Gebühren für 200 Orte. Nach amtlichen Quellen herausgegeben vom Verlag Europäischer Fernsprechdienst G. m. b. H., Berlin, Juni 1928. Preis Mk. —50.

Das Heft enthält, nach 200 Orten Deutschlands alphabetisch geordnet, die Gebührensätze im Fernsprechverkehr zwischen diesen Orten bei Tages- und Nachtzeit, sowie Vorbemerkungen über die verschiedenen Gesprächsarten.

Briefe an die Schriftleitung.

Sind die Kraftlinien in verschiedenen Stoffen physikalisch verschieden? Von G. Benischke. E. u. M. 1928, Heft 24, S. 585 ff.

Herr Benischke wendet sich gegen die Ansicht, daß zwischen den Kraftliniendichten in Luft und in anderen Stoffen ein physikalischer Wesensunterschied bestehe. Er behauptet, diese Ansicht sei in den letzten Jahren von einigen Physikern vertreten worden, so in der französischen Physikalischen Gesellschaft und bei der Tagung der IEC in Bellagio. Ihre Anhänger seien genötigt, ein anderes Maßsystem zu fordern.

Demgegenüber möchte ich feststellen:

1. Es gibt wahrscheinlich keinen Physiker, der die Kraftliniendichten in Luft und in anderen Stoffen für wesensverschieden hielte.

2. Die Physiker und Elektrotechniker, die von wesensverschiedenen Größen Feldstärke und Verschiebung (oder Induktion) sprechen, definieren diese Größen auch verschieden.

3. Die Auffassung dieser Physiker und Elektrotechniker führt zu einer etwas anderen Begründung der absoluten Maßsysteme: sie ist jedoch mit allen Maßsystemen verträglich.

Berlin-Siemensstadt, 4. Juli 1928.

J. Wallot.

In diesem Aufsatz beschäftigt sich Herr G. Benischke auch mit einer Arbeit des Unterzeichneten.¹⁾ Bei aller persönlichen Wertschätzung, die ich Herrn Benischke als einem der Pioniere der theoretischen Elektrotechnik entgegenbringe, sehe ich mich doch genötigt, auf seine Ausführungen kurz einzugehen, um die sich ergebenden Mißverständnisse zu klären.

Vor allen Dingen muß ich bemerken, daß es mir niemals eingefallen ist, den Kraftlinien in Luft und in einem anderen Medium eine physikalische Wesensverschiedenheit zuzuschreiben. Vielmehr unterscheide ich in jedem Stoffe Kraftlinien und Induktionslinien, bzw. Verschiebungslinien, da ich das magnetische oder elektri-

sche Feld in einem Punkte jedes Mediums durch zwei Vektorgrößen \mathfrak{E} (\mathfrak{E}) und \mathfrak{H} (\mathfrak{H}) die Feldstärke und die Induktion, bzw. die dielektrische Verschiebung charakterisiere. Wir haben demnach in jedem Medium Kraftlinien und Induktionslinien, und es besteht kein Wesensunterschied zwischen den Kraftlinien in Luft und in irgend einem anderen Medium, ebensowenig wie zwischen den Induktionslinien in Luft und in einem anderen Medium. Es war eben Gegenstand meiner Arbeit, zu zeigen, daß man bei dieser Art der Beschreibung des magnetischen und des elektrischen Feldes durch zwei Vektorgrößen ungezwungen und ohne hypothetische Annahmen, wie wahre und freie Elektrizitätsmengen oder gar magnetische Mengen, zu den Maxwell'schen Grundgleichungen des elektromagnetischen Feldes kommt. Man kann natürlich über die Zweckmäßigkeit dieses Vorschlages verschiedener Meinung sein, jedoch ist mir bisher kein Fall bekannt geworden, „daß sich durch weitere Ausspinnung meiner Ausgangsbeziehungen später Unstimmigkeiten eingestellt hätten“, und auch Herrn Benischke dürfte es schwer fallen, mir solche aufzuzeigen.

Wenn man, wie Herr Benischke, die Analogie des magnetischen mit dem Strömungsfeld in einem Leiter heranziehen will, so muß ich bemerken, daß der Induktionsvektor \mathfrak{H} der Stromdichte i , der Vektor \mathfrak{E} der elektrischen Feldstärke \mathfrak{E} und die Permeabilität μ der elektrischen Leitfähigkeit λ an der betrachteten Stelle analog ist; es entspricht also die Beziehung des magnetischen Feldes $\mathfrak{H} = \mu \mathfrak{E}$ dem Ohm'schen Gesetz: $i = \lambda \mathfrak{E}$ des Strömungsfeldes. Mit anderen Worten: Die Kraftlinien des magnetischen Feldes entsprechen den Linien des elektrischen Feldes im Leiter, die Induktionslinien den Strömungslinien; und niemals habe ich die Induktion in zwei verschiedenen Medien für wesensverschieden erklärt, noch folgt dies irgendwie aus meinen Annahmen, ebensowenig wie die elektrischen Ströme in Kupfer und Eisen oder Wismut wesensverschieden sind; hingegen halte ich Induktion und Feldstärke für ebenso wesensverschieden, wie es Stromdichte und Feldstärke in einem stromdurchflossenen Leiter sind; es ist bemerkenswert, daß eine Wesensgleichheit der beiden letzten Größen meines Wissens noch niemals behauptet wurde, obwohl sie einander viel genauer proportional sind, als \mathfrak{H} und \mathfrak{E} , deren funktioneller Zusammenhang z. B. im Falle der ferromagnetischen Körper nichts weniger als Proportionalität genannt werden kann! Im Falle eines Eisenringes mit Luftspalt sind nicht die Kraftlinien im Luftspalt Gaußkraftlinien, wie sie Herr Benischke nennt, und im Eisen Induktionslinien (Mascartkraftlinien), vielmehr haben wir im Eisen und im Luftspalt Kraftlinien und Induktionslinien zu unterscheiden, sowie wir in einem stromdurchflossenen Leiter an jeder Stelle Kraftlinien (Linien des \mathfrak{E} -Vektors) und Stromlinien (Linien des i -Vektors) unterscheiden. Wie die Kraft- und Stromlinien im stromdurchflossenen Leiter haben sie dieselbe Richtung und sind ihrer Zahl nach einander proportional. An der Grenzfläche zwischen Luftspalt und Eisen sind die Induktionslinien quellenfrei, d. h. der gesamte Induktionsfluß ist derselbe im Eisen und im Luftspalt, hingegen haben die magnetischen Kraftlinien an diesen Grenzflächen Quellen, bzw. Senken (magnetische Wirkungen freier Endflächen!), sowie sich an der Grenze zweier stromdurchflossener Leiter aus verschiedenen Stoffen die Strömungslinien stetig fortsetzen, während die Kraftlinien an diesen Grenzen Unstetigkeitsstellen aufweisen. Hingegen halte auch ich die Auffassung der Induktion \mathfrak{H} als Wirkung der Feldstärke \mathfrak{E} für unrichtig.

Die Beschreibung des elektrischen und des magnetischen Feldes durch je zwei Vektorgrößen ergibt sich ungezwungen aus der Tatsache, daß sich jedes der beiden Felder auch in zwei Wirkungen äußert, die ohne Zuhilfenahme von Hypothesen aufeinander nicht zurückführbar sind. Es ist dies sowohl in meiner Arbeit von 1923, als auch in der Entgegnung zu den Ausführungen des Herrn Wallot¹⁾ ausführlich besprochen und ich kann mich daher hier ganz kurz fassen. Betrachten wir

¹⁾ E. u. M. 1923, S. 277.

¹⁾ ETZ 1927, Seite 1824.

Handwritten notes:
 Handwritten text, possibly a signature or initials, including the word "Bücher".

Handwritten notes:
 In history may paradox
 do deming result

Handwritten notes:
 gemessen
 durch

Handwritten notes:
 7/20 (K)
 X

Handwritten notes:
 XXX

ein geschlossenes Ringsolenoid von w Windungen, das zunächst im Luftraum (noch besser im Vakuum), angeordnet sei. Durch die Windungen fließe ein Strom i , so daß im Solenoid ein elektromagnetisches Feld besteht. In einem bestimmten Aufpunkte A im Solenoid messen wir mit Hilfe eines astatischen Nadelpaares mit Torsionsaufhängung zunächst die Kraftwirkung des Feldes auf einen Magnetpol (m Polstärke der Nadel), und mit Prüfspule und ballistischem Galvanometer die Induktionswirkung beim Kommutieren des Feldes ($2\mathfrak{B}$). Und nun wiederholen wir beide Messungen, nachdem das Solenoid mit einem flüssigen oder gasförmigen Medium von der Permeabilität μ erfüllt wurde. Wir erhalten dieselbe Kraft, und somit auch dieselbe Feldstärke, da an dem Prüfpole nichts geändert wurde, hingegen den μ -fachen Ausschlag des ballistischen Galvanometers, also die μ -fache Induktion. Analoge Versuche lassen sich auch im elektrischen Felde anstellen.

Herr Benischke behauptet, ich schriebe ohne Begründung den Ansatz $\mathfrak{E} = \epsilon \mathfrak{C}$ und $\mathfrak{D} = \eta \mathfrak{C}$, und nennt diesen Ansatz nicht durch das Experiment begründet und eine willkürliche Ausgangsbeziehung. Auch dem muß ich widersprechen, denn ich habe zunächst den Ansatz $\mathfrak{E} = \epsilon \mathfrak{C}$ mit dem Hinweis auf die experimentellen Untersuchungen der ponderomotorischen Wirkungen des elektrostatischen Feldes begründet. Es war weder möglich, noch erschien es mir notwendig, auf diese Experimente näher einzugehen. Im Prinzip beruhen alle Methoden, die Dielektrizitätskonstante aus den ponderomotorischen Wirkungen zu bestimmen, auf dem genannten Ansatz. Man denke sich eine Messung der Anziehungskraft zweier geladener Probekörper mit Hilfe der Coulomb'schen Drehwaage einmal im Vakuum, und sodann bei gleicher Ladung in dem gasförmigen oder flüssigen Medium von der Dielektrizitätskonstanten ϵ

durchgeführt; man erhält $\mathfrak{B} = \frac{1}{\epsilon} \mathfrak{B}_0$ (\mathfrak{B}_0 Kraft im Vakuum), oder wenn nicht die Ladung, sondern, was meßtechnisch einfacher und genauer durchführbar ist, das Potential konstant gehalten wird: $\mathfrak{B} = \epsilon \mathfrak{B}_0$. Auf diese Weise mißt zum Beispiel Silow¹⁾ die Dielektrizitätskonstante; er verwendet an Stelle der Drehwaage ein Quadrantenelektrometer.

Ebensowenig willkürlich ist der Ansatz $\mathfrak{D} = \eta \mathfrak{C}$; er ist nichts anderes als die mathematische Formulierung der Tatsache, daß die Influenzwirkungen den Kraftwirkungen des Feldes proportional, aber vom Medium unabhängig sind, konstante Ladungen der felderzeugenden Körper vorausgesetzt, eine Tatsache, die wohl als hinreichend bekannt vorausgesetzt werden kann.

Im vorstehenden beschränkte ich mich darauf, die Behauptungen des Herrn Benischke soweit sie meine Arbeit von 1923 betreffen zu widerlegen, halte es jedoch für überflüssig, seine Auffassung im allgemeinen kritisch zu beleuchten, weil diese „schulmäßige Anschauung“ in dem angeführten Vortrag Wallots einer ausführlichen Kritik unterzogen wurde, der ich nichts hinzuzufügen habe.

Wien, 17. August 1928.

Ing. Dr. Otto Franke

Zu der von Dr. G. Benischke aufgeworfenen Frage „Sind die Kraftlinien in verschiedenen Stoffen physikalisch verschieden?“ läßt sich folgendes bemerken. Es ist zunächst nicht ganz korrekt von Kraftlinien schlechtweg zu sprechen. Als Kraftlinien können streng genommen nur die elektrischen oder magnetischen Feldlinien bezeichnet werden, denn nur diese geben Richtung und Stärke der Kraft auf den magnetischen oder elektrischen Einheitspol an. Außer diesen eigentlichen „Kraftlinien“ gibt es noch elektrische „Verschiebungslinien“ und magnetische „Induktionslinien“. Auf das Kraftfeld sind die verschiedenen ponderomotorischen Wirkungen, auf das Verschiebungsfeld die statischen Ladungen und auf das Induktionsfeld die Erscheinungen der elektrischen Induktion zurückzuführen. Im leeren Raume und im Raume zwischen den Bestandteilen der Körperatome, den Atomkernen und Elektro-

nen, können wir allerdings die Verschiebungs- und Induktionslinien von den Feldlinien nicht trennen, denn das Mittel in dem sich beide ausbilden, das auch als Lichtäther bezeichnet wird, ist überall in unserer der Beobachtung zugänglichen Umgebung homogen und von gleicher Beschaffenheit; es läßt sich aus keinem Teile des Raumes entfernen, ja nicht einmal verdünnen oder verdichten. Mit jedem Feld ist also auch stets eine gleichgerichtete, zur Feldstärke in einem festen Verhältnis stehende Verschiebung oder Induktion verbunden. Man hat daher im elektrostatischen Maßsysteme die Verschiebung im leeren Raume nur durch den Faktor $1/4\pi$ von der Feldstärke unterschieden und im elektromagnetischen Maßsysteme die magnetische Induktion im leeren Raume sogar der Feldstärke gleich gesetzt. $\epsilon = 1$ und $\mu = 1$ beziehen sich daher streng genommen nur auf den leeren oder mit Lichtäther erfüllten Raum und nicht auf den luftgefüllten Raum. Für diesen letzteren gelten diese Beziehungen nicht streng, sondern nur mit einer gewissen, nur praktisch zulässigen Vernachlässigung; man hat durch sorgfältige Messungen ϵ und μ auch für Luft als von eins verschiedene Größen bestimmt.

Da der leere Raum unbestritten einen ausgezeichneten Zustand des Feldes darstellt, ist der Unterschied zwischen para- und diamagnetischen Stoffen nicht durch die willkürliche Wahl eines Normalstoffes, sondern durch ihr gegensätzliches Verhalten gegenüber diesem ausgezeichneten Zustand begründet.

Daß die elektrische Feldstärke und Verschiebung im elektrostatischen, sowie die magnetische Feldstärke und Induktion im elektromagnetischen Maßsysteme gleiche Dimension besitzen, darf uns nicht irre machen: dies kommt z. B. auch in der Mechanik und in der Lichttechnik dort vor, wo sich zwei Größen nur durch einen dimensionslosen Faktor, etwa einen ebenen oder räumlichen Winkel, unterscheiden. So haben das mechanische Drehmoment und die mechanische Arbeit, oder der Lichtstrom und die Lichtstärke gleiche Dimensionen, obwohl niemand zweifeln wird, daß es sich in beiden Fällen um physikalisch verschiedene Größen handelt. Die Dimensionsgleichheit der beiden elektrischen oder magnetischen Größen geht übrigens beim Wechsel des Maßsystemes verloren, was nicht der Fall sein dürfte, wenn es sich um physikalisch identische Größen handelte. Als Zeugen hierfür kann ich L. Boltzmann¹⁾ anführen, der aus der Anziehung, welche nach dem Ampereschen Gesetz zwei Stromelemente auf einander ausüben, und die durch

$$(i_m i_s \cdot ds \cdot ds' / r^2) (2\sigma - 3\sigma\sigma') = (i_s i_s' \cdot ds \cdot ds' / r^2 \mathfrak{B}^2) (2\sigma - 3\sigma\sigma')$$

ausgedrückt wird, mit Recht schließt, daß die Konstante $\mu_m = 1$ im elektromagnetischen Maßsystem den Wert $\mu_s = 1/\mathfrak{B}^2$ im elektrostatischen Maßsystem bedingt, wenn \mathfrak{B} die Lichtgeschwindigkeit bezeichnet. Ebenso entspricht dem elektrostatischen Werte $\epsilon_s = 1$ der elektromagnetische Wert $\epsilon_m = 1/\mathfrak{B}^2$. Von den beiden Größen ist also in jedem der beiden Maßsysteme abwechselnd eine dimensionslos, während die andere die Dimension $l^{-2} t^2$ besitzt. Daraus geht wohl mit aller Strenge hervor, daß die elektrische Feldstärke und die elektrische Verschiebung, bzw. die magnetische Feldstärke und die magnetische Induktion physikalisch verschiedene Größen sind. Daß beide nach der Definition Maxwells auch in festen Körpern durch die Wirkung auf den Einheitspol, und zwar die Feldstärke in einem schmalen Spalte parallel zu den Kraftlinien und die Induktion in einem ebensolchen senkrecht zu den Induktionslinien gemessen werden können, beweist nicht die physikalische Identität der beiden Größen, denn sonst müßten auch Strom und Spannung, die beide mit demselben Galvanometer gemessen werden können, auch identische Größen sein.

In anderer Beziehung weist aber schon die Maxwellsche Feldtheorie auf die physikalische Verschiedenheit der beiden Größen hin. In einem Kondensator mit

¹⁾ „Vorlesungen über Maxwells Theorie der Elektrizität und des Lichtes“, J. Anbr. Barth, Leipzig, 1891, S. 120 u. 121.

Andere Größen sind dann andere Indizes

¹⁾ Pogg. Annalen 156, 1875, S. 389.

Prüfung od. Versuchs

Elektr. od. Drehwaage

z. B. 76

Zusammenfassung v. Problemen wie folgt: μ als physikalisch verschieden

geschichtetem Dielektrikum, dessen Trennungsfächen Niveaulächen sind, ist die Verschiebung im Dielektrikum eine stetige, also quellenfreie Funktion des Ortes, während die elektrische Feldstärke beim Übergange von einem Dielektrikum auf das benachbarte sprunghafte Änderungen, also Unstetigkeiten aufweist. Das letztere gilt auch für die magnetische Feldstärke an der Grenze zweier Medien verschiedener Permeabilität, während die Induktionslinien quellenfrei, d. h. in sich geschlossen verlaufen.

Aber noch schärfer tritt der Unterschied im Lichte der Elektronentheorie hervor. Verschiebung und Induktion sind hier großenteils wirkliche, unter der Wirkung des Kraftfeldes entstandene mechanische Verschiebungen. Im elektrostatischen Felde wird bei unpolarierten Molekülen der Atomkern gegen seine Elektronenhülle verschoben, da an beiden entgegengesetzte Feldkräfte angreifen. Sind polarisierte Moleküle vorhanden, so werden diese durch das Kraftfeld außerdem mehr oder minder gleich gerichtet. Gleiches gilt im magnetischen Falle von den Achsen der geschlossenen Elektronenbahnen, die als Elementarmagnete wirken. Die Beziehungen sind also analog der Beziehung zwischen Kraft und Weg, oder Drehmoment und Verdrehung. Dies führt aber auf ein weiteres Moment, das für die Verschiedenheit der betrachteten Größen spricht. Die als Arbeit oder Energie bezeichnete physikalische Größe läßt sich in der Mechanik stets auf ein Produkt aus zwei verschiedenen Größen, die der Ursache und der Wirkung entsprechen, zurückführen (wobei noch häufig der Faktor $1/2$ hinzutritt, wenn bei konstanter Ursache die Wirkung erst allmählich auftritt). Beispiele sind die Produkte $P \cdot s$; $\int p, dv$ usw. Auch die kinetische Energie $mv^2/2$ gehört hierher, insofern man sie in den Impuls mv und die unter der Wirkung dieses Impulses nach und nach erzeugte Geschwindigkeit v zerlegen kann. Ein Beispiel aus der Elektrotechnik ist das Produkt $e \cdot i$. Da die Elektrisierungsarbeit von 1 cm^3 Dielektrikum $1/2 \mathcal{E} \cdot \mathcal{D}$ und die Magnetisierungsarbeit je cm^3

Erwiderung:

Ich verweise auf die in meinem Aufsatz angeführten Veröffentlichungen, denen ich die Ausdrücke „wesensverschieden“ und „physikalisch verschieden“ entnommen habe. Ich habe dort, um alle durch verschiedene Benennungen und Wortdefinitionen etwa entstehenden Unklarheiten zu vermeiden, die mathematischen Definitionen, nämlich

$$\mathcal{H} = \frac{0.4 \pi i n}{l}, \quad \mathcal{B} = \mu \frac{0.4 \pi i n}{l}, \quad \mathcal{B} = \mu \mathcal{H}$$

angeführt und an den grundlegenden Erscheinungen gezeigt, daß die \mathcal{H} - und \mathcal{B} -Linien für alle Stoffe, mag man sie Kraftlinien, Feldlinien, Induktionslinien (Verschiebungslinien) nennen, wesensgleich sind. Daher bezeichne ich sie alle als Kraftlinien, und zwar „schulmäßig“, wie Herr Dr. Franke sagt, nach Faraday, Stefan und vielen anderen und in Übereinstimmung mit den diesbezüglichen Versuchen von Sahulka¹⁾ über Dauermagnete und elektrische Induktion. Daraus folgere ich aber nicht, wie mir Herr Dr. Franke zuschreibt, daß es in Luft (oder luftleerem Raum) nur \mathcal{H} -Linien und in Eisen nur \mathcal{B} -Linien geben soll. Sie sind, wenn man die obigen Formeln anwendet, selbstverständlich beide gleichzeitig vorhanden, aber völlig wesensgleich. μ ist eben nur eine Verhältniszahl.

Daß \mathcal{H} - und \mathcal{B} -Linien gleichzeitig vorhanden sind, zeigt ja schon die altbekannte Gleichung $\mathcal{B} = \mathcal{H} + 4\pi\sigma$ (aus der sich weiterhin $\mu = 1 + 4\pi\chi$ ergibt), wenn σ die „Flächendichte“ (in der Räumlichkeit induzierter Magnetismus bezw. Elektrizität) und χ das magnetische Aufnahmevermögen (Suszeptibilität) bezw. die Elektrisierungszahl bedeutet. Daraus geht hervor, daß je Flächeneinheit die Kraftlinien \mathcal{B} aus der Kraftlinienzahl \mathcal{H} und der induzierten oder beeinflussten Kraftlinienzahl $4\pi\sigma$ besteht. Wenn nun aber \mathcal{B} und \mathcal{H} , als wesensverschieden betrachtet, verschieden definiert und benannt werden, so frage ich: was sind den nun die $4\pi\sigma$ Linien? Sind es Feldlinien, Kraftlinien, Induktionslinien? Sind sie wesensgleich mit \mathcal{B} oder mit \mathcal{H} oder mit keinem von beiden, sondern eine dritte Sorte? Kann man Birnen und Pflaumen addieren, und bedeutet dann die Summe Birnen oder Pflaumen oder etwa Äpfel? Bei dieser Gleichung kann man sich nicht mehr dadurch aus der Verlegenheit helfen, daß man einem Zahlenfaktor eine physikalische Dimension zuschreibt, wie es in den vorstehenden „Briefen“ bezüglich der Gleichung $\mathcal{B} = \mu \mathcal{H}$ mit dem Zahlenfaktor μ geschieht. Es wird wohl niemand bezweifeln, daß nur Größen gleicher Dimension addiert werden können, und daß die Summe wesensgleich ist mit jedem Summanden. Die Flächendichte σ und daher auch $4\pi\sigma$ hat gleiche Dimension wie \mathcal{B} und \mathcal{H} . (S. „Wiss. Grundlagen der Elektrotechnik“ 6. Aufl. Anhang). Wenn nach dem französischen Vorschlag für \mathcal{B} und \mathcal{H} verschiedene Einheitsbezeichnungen (Gauß und Mascart) eingeführt würden, so würde sich ergeben:

$$\text{Gauß} = \text{Mascart} + ?$$

Dann wird wohl für $4\pi\sigma$ eine dritte Einheit eingeführt werden müssen, und dann hätten wir die Gleichung: Äpfel = Birnen + Pflaumen.

Die obige Gleichung zeigt auch, (wie ich schon auf S. 586 bemerkte), daß die Bezeichnung „Induktionslinien“ für \mathcal{B} , an sich schon irreführend ist, denn nicht die ganzen \mathcal{B} , sondern nur die $4\pi\sigma$ sind induziert.

Ich habe in meinem Aufsatz von Unstimmigkeiten gesprochen. Ich meine damit den Versuch, dem \mathcal{H} und dem \mathcal{B} verschiedene Wirkungen, dem einen Kraftwirkung (ponderomotorisch), dem anderen Induktions- (Influenz-) Wirkung zuzuschreiben. Die Kraft zwischen zwei Polflächen S ist gleich $\frac{S \mathcal{B}^2}{8\pi\mu}$ oder gleich $\frac{\mu S \mathcal{H}^2}{8\pi}$. Die eine Formel ist genau so richtig wie die andere. Man kann also nicht sagen, die Kraftwirkung sei auf \mathcal{H} und nicht auf \mathcal{B} zurückzuführen. Die Kraftlinienbilder, die M. Seddig durch Glycerinpulver in Öl sichtbar gemacht hat (s. „W. Grundl. d. Elektrot.“ Abb. 4 und 53), wären sonst keine

¹⁾ Sahulka: „Versuche mit einem Hufeisenmagnet“. ETZ 1905, S. 118. „Induktion in einem mit zwei Wicklungen versehenen Ring“. E. u. M. 1923, S. 382.

ist, so kann man wohl nicht umhin, auch hier \mathcal{E} und \mathcal{D} als Ursache und \mathcal{D} und \mathcal{B} als Wirkung, also als physikalisch verschiedene Größen zu betrachten.

Etwas Verwirrung stiften vielleicht auch die Rückwirkungen der induzierten Körper auf das Kraftfeld. Bringt man in ein homogenes magnetisches Feld z. B. einen Weicheisenzylinder, dessen Achse den Feldlinien parallel ist, so wird das äußere Feld in der Nähe der Zylinderoberfläche verstärkt, in der Nähe der Zylindermitte jedoch geschwächt. Das hat aber mit der strittigen Frage nichts zu tun; solche Rückwirkungen treten beispielsweise auch auf, wenn man einen festen Körper in eine Flüssigkeit taucht. Der Druck auf die Körperoberfläche hängt unter anderem von der Höhe des Flüssigkeitsspiegels über der betrachteten Stelle ab, ist aber mit dieser Höhe keineswegs identisch. Der Flüssigkeitsspiegel steigt nun beim Eintauchen des Körpers umso mehr, je größer sein Volum und je enger das Gefäß ist. In einem sehr weiten Gefäße kann diese Rückwirkung vermieden werden; im magnetischen Falle dann, wenn man dem Eisen Ringform gibt. Aus dem Auftreten von Rückwirkungen kann also nicht auf die Identität von Ursache und Wirkung geschlossen werden.

Es ist gewiß zuzugeben, daß die Technik oft, insbesondere bei der Behandlung der Wirkungen magnetischer Felder auf Leiter, keinen Unterschied zwischen Feld- und Induktionslinien macht. Das rührt aber meist daher, daß die Leiter eben nicht in den Medien von der Permeabilität μ , sondern zwischen ihnen und zwar so gut wie ausschließlich in Medien mit nahe $\mu = 1$ liegen, und auch selbst, sofern sie aus Kupfer bestehen, nahe diese Permeabilität besitzen. Dies berechtigt aber noch nicht, sich über den physikalischen Unterschied der in Rede stehenden Größen hinwegzusetzen.

Wien, 21. Juli 1928.

Dr. Rich. Hiecke.



Handwritten notes and calculations:
 $L = H + 4\pi\sigma$
 $H = H_0 + H_1$
 $\frac{1}{2} \int \mathcal{H}^2 dv + \int \mathcal{H}^2 dv$
 $\frac{1}{2} \int \mathcal{H}^2 dv + \mathcal{H}^2 dv$
 $\frac{1}{2} \int \mathcal{H}^2 dv + \mathcal{H}^2 dv$
 $B = \mu H$
 $\frac{1}{2} \int \mathcal{H}^2 dv + \mathcal{H}^2 dv$

Handwritten notes on the right margin:
Tiber definiert
Lini
mu ist wesensverschieden
tak
Induktionslinien
narrow
norme
welcher
Summe
XXXX
XXXX
XXXX

Tate

Kraftlinien, sondern „Verschiebungslinien“. Wenn man aber dasselbe Pulver zwischen zwei Polen (entsprechend der genannten Abb. 4) in Luft zerstäubt, so wären es Kraftlinien, obwohl die Aneinanderreihung der Glyzinteilchen in beiden Fällen durch dieselbe Kraft (nur in verschiedener Stärke) erfolgt. Jede magnetische (elektrische) Masse oder Anordnung bringt sämtliche Wirkungen hervor, soweit die Bedingungen dazu vorhanden sind, und zwar nicht teils wegen \mathfrak{H} und teils wegen \mathfrak{B} , sondern lediglich deshalb, weil es Magnetismus (bzw. Elektrizität) ist. Das gilt auch vom Energieinhalt eines magnetisierten oder elektrisierten Stoffes (s. § 35 u. 97 des genannten Buches). Herr Dr. Hiecke folgert aus der Energieformel für die Raumeinheit $\frac{1}{4\pi} \int \mathfrak{H} \cdot d\mathfrak{B}$, daß \mathfrak{H} die Ursache, \mathfrak{B} aber eine Wirkung und daher physikalisch verschieden sei. Warum denn? Dieselbe Energie ist ja auch gleich $\frac{1}{4\pi} \int \mathfrak{B} \cdot d\mathfrak{H}$. Dann wäre also \mathfrak{B} die Ursache und \mathfrak{H} die Wirkung. Tatsächlich sind beide gleichartige Wirkungen (von verschiedener Stärke) eines Stromes oder einer Potentialdifferenz. Das erkennt man noch deutlicher, wenn man statt \mathfrak{H} die magnetomotorische Kraft $\mathfrak{F} = I\mathfrak{H}$ einführt, so daß diese Energie gleich $\frac{1}{4\pi l} \int \mathfrak{F} \cdot d\mathfrak{B}$ ist; oder noch besser, wenn man die auf die Längeneinheit entfallende gesamte Stromstärke $\mathfrak{I}_e = \frac{in}{l}$ einführt, so daß diese Energie gleich $\int \mathfrak{I}_e \cdot d\mathfrak{B}$ ist. Dabei verschwindet auch der in der Energie unbegreifliche Faktor 4π . Dieser tritt in den obigen Formeln nur deswegen auf, weil \mathfrak{H} nicht Ursache, sondern wie \mathfrak{B} Wirkung ist. Aus jeder dieser Formeln ergibt sich die Energie zwischen 2 Grenzwerten gleich der Fläche zwischen diesen und bei einem Kreisprozeß gleich der Hystereseschleife. Die Natur richtet sich nicht darnach, was für Formeln der Mensch zur Berechnung ihrer Wirkungen aufstellt. Diese Formeln sind eine Angelegenheit der Methodik. Es ist durchaus möglich, sämtliche Wirkungen durch \mathfrak{H} oder durch \mathfrak{B} auszudrücken; aber manchmal ist es so, manchmal anders zweckmäßiger. Einblick in die Vorgänge bei einer Wirkung gibt nur der Versuch. Das gilt auch von dem, was Herr Dr. Hiecke aus der Elektronentheorie vorbringt. Das sind ebenso reine Annahmen. An diesen hat sich schon innerhalb 20 Jahren viel geändert, und es wird sich noch viel ändern.

Ich habe nie eine „Analogie des magnetischen mit dem Strömungsfeld“ aufgestellt, sondern ich habe nur die Methoden verglichen: nämlich einerseits: die Kraftlinien in Luft und Eisen als wesensverschieden zu betrachten, andererseits aber: den elektrischen Strom, der Kupfer und Eisen in Hintereinanderschaltung durchfließt, als wesensgleich zu betrachten. Analogien habe ich seit jeher nicht als sachliche Beweismittel betrachtet. (S. „Arch. f. El.“ Bd. 4, S. 369.) In mancher Hinsicht stimmen Sie, in mancher nicht. Ich gehe daher auf die in den vorstehenden „Briefen“ aufgestellten Analogien gar nicht ein.

Herr Dr. Hiecke lehnt alles das als belanglos ab, was die Wesensgleichheit der Kraftlinien in Luft und Eisen beweist, und betrachtet das als beweisend, was nur Größenverschiedenheit ist. Er erklärt auch die Dimensionslosigkeit des μ (bzw. ϵ) im bezüglichen natürlichen Maßsystem für belanglos, hält aber die bekannte Abweichung beim Übergang zu dem der betreffenden Erscheinung nicht zugehörigen, also un-natürlichen Maßsystem für beweisend. Ich halte das gerade umgekehrt für beweisend, und daran kann auch ein Zitat aus Boltzmann nichts ändern.

Daß an der Grenzfläche zweier Stoffe eine sprunghafte Änderung der Kraftliniendichte stattfindet, erklärt sich daraus, daß es nebst geschlossenen auch noch ungeschlossene Kraftlinien gibt, die auf den Grenzflächen endigen. (Die elektrischen Kraftlinien sind alle ungeschlossen.) Daraus folgt aber nur eine Verschie-

denheit in der Zahl, aber keine Wesensverschiedenheit der Kraftlinien in den beiden Stoffen. Gerade ich habe die Verschiedenheit der Wirkung in geschichteten Isolierstoffen zuerst berechnet, und zwar ohne Annahme einer Wesensverschiedenheit¹⁾.

Zwischen paramagnetischen und diamagnetischen Stoffen besteht kein gegensätzlicher Unterschied, sondern nur ein Unterschied in bezug auf die umgebende Luft. Bestände aber ein Gegensatz, dann wäre die Einführung besonderer Einheiten für die diamagnetischen Stoffe neben denen für die paramagnetischen Stoffe um so notwendiger. Dann würde man also auch den Strom, der durch einen Leiter mit sogenannter negativer Charakteristik geht, nicht mehr in Ampere sondern in einer neuen Einheit messen müssen.

Was sonst in den vorstehenden „Briefen“ noch angeführt wird, ist in meinem „Wissensch. Grundlagen d. Elektrotechnik“ behandelt. Um hier nicht Auszüge daraus wiedergeben zu müssen, verweise ich darauf. Dort sind, ausgehend von den Elementargesetzen, alle magnetischen Erscheinungen bis zum Dauermagnet und alle elektrischen Erscheinungen bis zum Durchgang der Elektrizität durch Nichtleiter folgerichtig entwickelt, und zwar nur auf Grund wesensgleicher Kraftlinien in allen Stoffen, ohne daß eine Unstimmigkeit entstanden wäre. Ich habe diese Darstellung an sechs Auflagen und zwei Übersetzungen immer wieder geprüft, und bin immer zu dem Ergebnis gekommen, daß diese Unterscheidung nicht nur überflüssig, sondern manchmal irreführend ist.

Berlin-Zehlendorf, 5. September 1928.

Prof. Dr. G. Benischke.

¹⁾ Benischke „Elektr. Kraft und Durchschlagsfestigkeit in zwei hintereinandergeschalteten Isolierstoffen ETZ“ 1907, S. 95.

Metallmarkt.

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

| | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | 8. X. 1928 | 10. X. 1928 | 12. X. 1928 |
| Elektrolytkupfer (wirebars), prompt cif Hambg., Bremen od. Rotterdam | 144 ³ / ₄ | 144 ³ / ₄ | 144 ³ / ₄ |
| (Notierungen der Kommission des Berliner Metallbörsenvorstandes. Preis ab Lager in Deutschland.) Mk. je 100 kg. | | | |
| Original-Hütten-Alumin. | | | |
| 98/99 vH (in Blöcken) | 190 | 190 | 190 |
| desgl. (in Walz- oder Drahtbarren 99 vH) | 194 | 194 | 194 |
| Rein-Nickel 98/99 vH | 350 | 350 | 350 |
| Antimon-Regulus | 85-90 | 85-90 | 85-90 |

Londoner Börse.

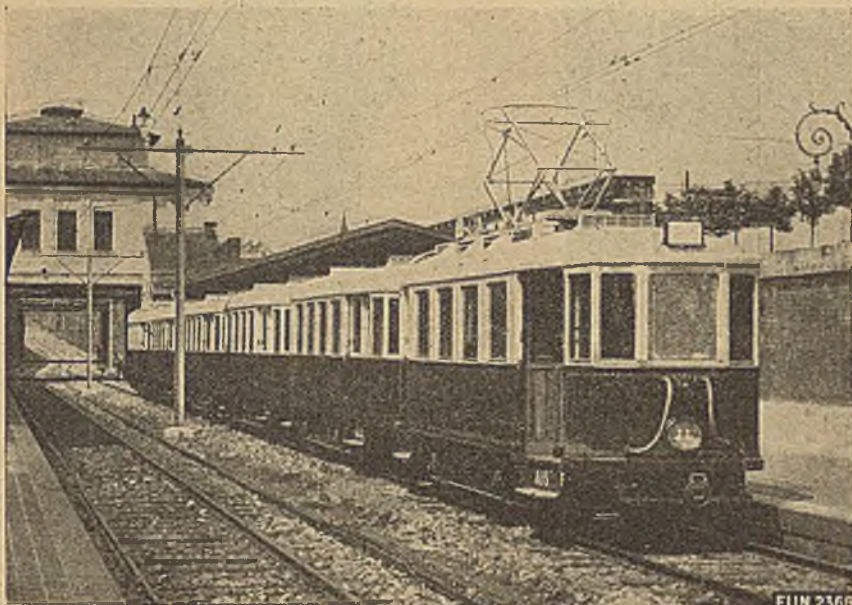
(Nach „Mining Journal“ vom 12. Oktober 1928.)
 Preise für 1 t (1016 kg) Pf. sh d

| | Pf. | sh | d | Pf. | sh | d |
|---|-----|----|---|-----|----|---|
| Kupfer: | | | | | | |
| Electrolytic | 71 | 5 | 0 | 71 | 15 | 0 |
| Wire bars | 71 | 15 | 0 | — | — | — |
| Standard {Kassa | 64 | 17 | 6 | 64 | 18 | 9 |
| {3 Monate | 65 | 6 | 3 | 65 | 7 | 6 |
| Zinn: | | | | | | |
| Engl. Ingots | 218 | 10 | 0 | 219 | 0 | 0 |
| Standard {Kassa | 219 | 0 | 0 | 219 | 2 | 6 |
| {3 Monate | 216 | 10 | 0 | 217 | 15 | 0 |
| Blei: | | | | | | |
| Engl. pig common | 23 | 10 | 0 | — | — | — |
| Zink: | | | | | | |
| Ordinary brands | 24 | 0 | 0 | 24 | 3 | 9 |
| Remelted | 24 | 7 | 6 | — | — | — |
| English Swansea | 24 | 10 | 0 | — | — | — |
| Aluminium: 98-99 vH p. t. Pf. 95 home; Pf. 100 exp. | | | | | | |
| Nickel: 98-99 vH p. t. Home and export Pf. 175. | | | | | | |
| Platin: Pf. 15 sh 15 p. Unze nom. | | | | | | |

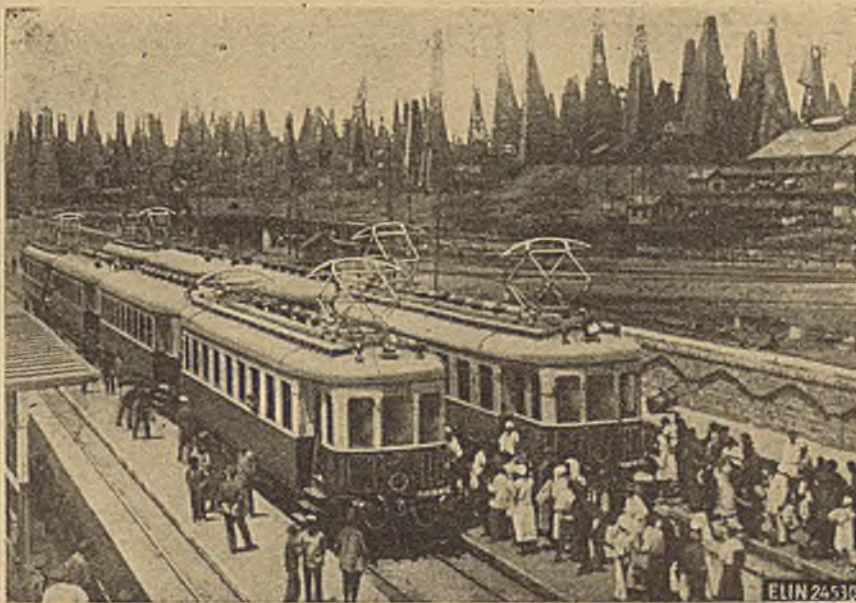
„ELIN“

AKT.-GES. FÜR ELEKTRISCHE INDUSTRIE

ELEKTRISCHE BAHNAUSRÜSTUNGEN



Wiener elektrische Stadt-
bahn. Ausgeführt wurden:
Streckenausrüstungen,
Motoren und Vielfach-
steuerungen.



Elektrische Schnellbahn
Baku — Sabuntschi — Su-
rachani am Kaspischen
Meer. Motorwagenzüge
mit Vielfachsteuerung.


**ZENTRALDIREKTION
WIEN**

I., Volksgartenstraße 1-5



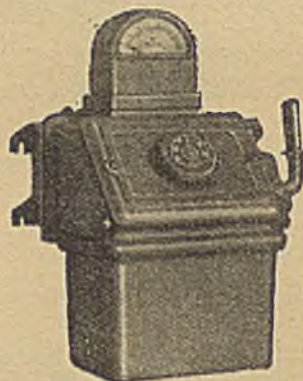
**WERKE
WEIZ UND WIEN**

PHYLAX
DER
MOTORWÄCHTER



AN DER
SPITZE

**Der ideale kurzschlußfeste
Ölschalter für Bergbaubetriebe
und die chemische Industrie**



**gußgekapselt
von 10—350 Amp. bis 500 Volt**

Anfragen erbeten an:



SCHEIBER & KWAYSSER Gesellschaft m. b. H.

FABRIK ELEKTRISCHER STARKSTROMAPPARATE

WIEN, XIII/1A, LINZERSTRASSE NR. 16

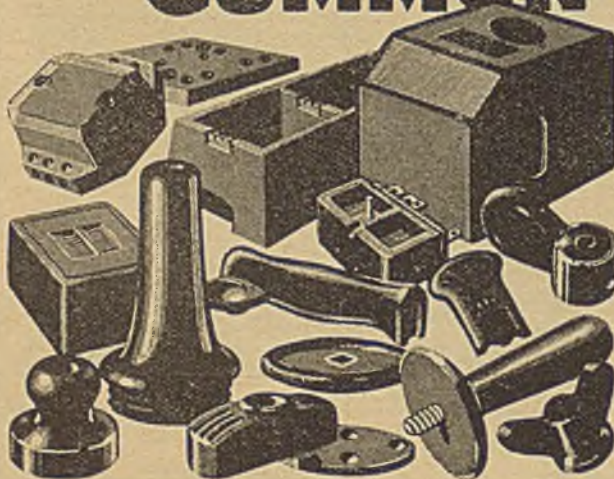
Draht: Rheostat Wien / Fernruf B 34-5-28, B 37-4-43 / Gegründet 1893



Wir erzeugen aus

den elektrisch hochwertigen Konstruktions- und Isoliermaterialien

**• FUTURIT •
• GUMMON •**



**GUMMON - FUTURIT
GUMMOID**

für die

Elektro- und Radiotechnik

**sämtliches Isoliermaterial mit od.
ohne eingepreßten Metallteilen:**

wie Zähler-, Verteiler-, Schalttafeln, Transformatoren-Zylinder-, Rohre und Platten, Traversen, Isolatoren für Telephon- und Starkstromleitungen, Dachständer-einführungen, Schalter- und Steckkontaktteile, Telephonbestandteile wie: Gehäuse, Hörmuscheln, Sprechtrichter, Schalldosen, Telephonuntersätze, Autolenkräder, Kühlerverschlüsse, Kappen, Sockeln. Für Radiotelegraphie und -Telephonie: Knöpfe, Skalen, Stecker, Griffädchen, Telephonhörmuscheln, Spulengehäuse, Sockelplatten, Detektoruntersätze

**KABELFABRIK- UND DRAHTINDUSTRIE-AKT.-GES.
WIEN III/1, STELZHAMERGASSE 4**

Telegramme: Kabel Wien

GUMMON-ABTEILUNG

Telephon: 98-5-75 Serie

Alleinige InhaberIn der Bakelit-Patente

Ausstellung „Elektrisches Messen“

Unter diesem Titel veranstaltet das staatliche Technische Versuchsamtsamt in Wien in den Monaten November, Dezember und Jänner in seinen Räumen eine Ausstellung.

Im Einvernehmen mit der Ausstellungsleitung werden wir Heft 46 unserer Zeitschrift, das am 11. November erscheint, als Sonderheft herausgeben und der Ausstellung widmen. Dieses

Sonderheft „Elektrisches Messen“

wird in einer Anzahl Originalaufsätze hervorragender Fachleute dieses Gebiet behandeln. Die Aufsätze werden nicht nur eine Darstellung der neuesten Meßverfahren und Meßgeräte für Elektrotechnik enthalten, sondern auch Aufsätze über Meßverfahren und Meßapparate für andere Gebiete der Technik, bei welchen die Messung auf elektrotechnischem Wege erfolgt; es soll damit also auch aufgezeigt werden, in welcher Weise die Elektrotechnik andere Gebiete der Technik befruchtet.

Die reichhaltige Sondernummer erscheint in
erhöhter Auflage, wird auf der Ausstellung ausgestellt, an die Besucher zur Verteilung gelangen und überdies an viele Interessenten des In- und Auslandes versandt.



Zur Ankündigung einschlägiger Fabrikate ein
besonders gut geeignetes Insertionsobjekt.



Verlangen Sie unverbindliche Vorschläge von der Administration der

„E. u. M.“, Wien VI, Theobaldgasse Nr. 12.

Telephon B 24-4-93 und B 24-4-94.

Kauft österreichisches Elektroporzellan

Der einzige durchschlagsichere

Hängeisolator Type „Motor“

für Höchstspannungen

bereits 28.000 Stück in kurzer Zeit geliefert



Drei

Größen

Prüfanlage bis 500.000 Volt

Zugpende

zum Hängen, Schrauben und zweipolig gesichert

Wasserdichte Hängearmaturen

1. ÖSTERR. PORZELLANFABRIK
FRAUENTHAL-GAMS STMK.

ING. LUDWIG NEUMANN Ges. m. b. H.
Wien XVII, Bergsteigg. 36 Tel. A 29525 Serie

Verkaufspreise für

Einzelhefte der „E. u. M.“

Einzelheft S 1'40

Einzelheft mit Beiblatt (Lichttechnik, Radio-
technik oder Elektrizitätswerk)
S 1'80

„Lichttechnik“, „Radiotechnik“ oder „Elek-
trizitätswerk“ **separat**
S 1'—

Sonderhefte separate Preise

Geschäftsstelle der E. u. M.

Wien VI, Theobaldgasse 12

AFA- AKKUMULATOR- VARTA

DEAC -EDISON- STAHLAKKUMULATOR

ACCUMULATOREN-FABRIK AKT.-GES.

AFA-BÜRO: I, Wipplingerstr. 23 * VARTA-BÜRO: V, Waagg. 17—19

Telephon: 69-5-80

Telephon: B 26-3-95/97

FISCHER

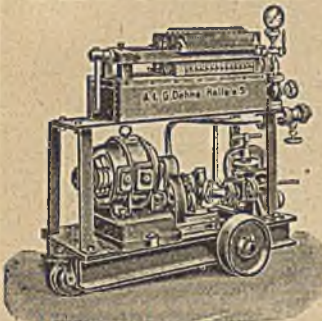
KUGELLAGER · ROLLENLAGER
TONNENLAGER D.R.P. · STAHLKUGELN
STAHLROLLEN · GEHÄUSELAGER

ZUVERLÄSSIG UND GENAU

KUGELFABRIK FISCHER SCHWEINFURT
ÄLTESTES KUGEL-U. KUGELLAGERWERK



OEL-FILTERPRESSEN zum
 Filtrieren u. Trocknen
 von
 Transformatorenöl



Öl-Kochanlagen
 fahrbar oder stationär
 Dampf oder Elektr.

Generalvertretung für
 Oesterreich:
 Ing. Richard Blumenfeld
 Wien IV, Paulanergasse
 Telefon B 25-4-54

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

**Kugellager und
 Stahl-Kugeln
 Bronze-Kugeln**



**in jeder Dimension
 und für jeden Zweck
 prompt ab Lager lieferbar**

Biegsame Wellen und Apparate für alle Industriezwecke

F. Kvasnička, Wien, XIII.
 Tel. R 30-3-71 Linzerstr. 47 Tel. R 30-3-71

SPEZIALITÄT:
 Kugellager-Einbau in neue und bestehende Maschinen

Walter de Gruyter & Co.  Berlin W 10, Genthiner Str. 38
 Postcheck-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:

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

Ausführlicher Prospekt kostenlos

**Vergessen
 Sie
 nicht**

**Ihr Abonnement auf
 die E. u. M. zu
 erneuern!**



Elektrische Heizkissen
 anerkannt beste Marke
 erstklassige Ausführung
 erzeugt und liefert prompt
 ab Lager

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

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

ANTON GÖNNER - WIEN VI
 Mariahilferstraße 101 Telephone Nr. B 28-3-27

Betrifft: Normblätter und Literatur



Die Auslieferungsstelle des Beuthverlag für
DIN- und **VDE-**Blätter befindet sich bei
 Jahoda & Bergmann
 Wien, III., Radetzkystr. 11
 Telephone 92-0-62

„CEKAS“ Nickelin, Tonrohre, Bakelit-
 Hartpapierplatten, Schalt-
 drähte, Lackschläuche etc.

Vertriebsges. m. b. H. der Friedr. Krupp A.-G.
 Abtlg. **HUBER & DROTT**
 Wien I, Johannesgasse 18 / Telephone 72-103, 72-3-23

Kandem

Werkplatzlampen




Aufhängeöse, mit Muffe, Hacken,
 Gelenkmuffe, Ausleger

Werkbank- und Reißbrett-Lampen!

H. PÖCHHACKER & CO WIEN IV, Wiednergürtel 6
 TELEPHON U 49-1-80

Käufer oder Lizenznehmer.
gesucht für das österr. Patent
Nr. 93 653
„Membranpumpe für Benzin,
insbesondere für Vergaser von
Verbrennungskraftmaschinen“
und gefl. Zuschriften erbeten
an das Patentanwaltsbüro
V. Tischler, Wien VII/2. 3324

Öltransformator 110 kVA 3333

3000/123 Volt, S. S. W.
samt Ölschalter, wenig
gebraucht, **zu verkaufen.**
Techn. Büro Homolatsch, V, Margareten-
gürtel 6. Fernr. U 41-9-53.

Die neue wissenschaftliche Zeitschrift

Helvetica Physica Acta

wurde mit Beginn des Jahres 1928 von der Schweizerischen
Physikalischen Gesellschaft gegründet. Diese Zeitschrift enthält die
Publikationen der Schweizerischen Physiker über die Ergebnisse
ihrer Forschung auf dem Gebiete der reinen und angewandten Physik

Bezugspreis

Für jährlich 8-12 Hefte für Mitglieder der Schweizerischen
Physikalischen Gesellschaft: Im Inland Fr. 16.-, im Ausland
Fr. 20.-. Für Nichtmitglieder: Im Inland Fr. 28.-, im Ausland
Fr. 32.-

Verlag Emil Birkhäuser & Cie., Basel (Schweiz)

Junger tüchtiger Konstrukteur

mit nachweisbarer Praxis in der Schwachstrom-
Industrie, ferner

Junger Beamter

vertraut mit Materialverwaltung, möglichst aus
der Metall- oder Schwachstrom Industrie,
per sofort gesucht.

Offerten mit Gehaltsansprüchen sind zu richten
unter „Büro- und Werkstattpraxis 3339“ an die
E. u. M., Wien VI.

Elektro-Ingenieur 1 Jahr
Werkstättenpraxis, 2 1/2 Jahre Buchhaltungsbeamter, gut vor-
gebildet, **sucht Stelle** (E.-Werk, elektrische Bahnen,
größeres Install.-Geschäft usw.). Zuschr. erb. unter
„Strebsam u. gewissenhaft 3337“ a. d. E. u. M., Wien VI.

ELEKTRO-INGENIEUR

11 Jahre als Leiter des Reichenberger Büros einer Großfirma er-
folgreich tätig

sucht für Nordböhmen

leitende Stelle od. Vertretung von Großfirma.

20 Jahre Praxis, bei Industrie, E.-Werke und Wiederverkäufer
besonders eingeführt, reiche Erfahrung in Akquisition, Projektierung
und Montage, tüchtiger energischer Organisator, beste Referenzen.
Zuschriften erbeten unter „R. 3330“ an die E. u. M., Wien VI.

Der Gesamtauflage dieser Nummer liegt ein Prospekt über Beth-Filter (Ert-
staubungsanlagen — Staubsammelanlagen) der Maschinenfabrik BETH A. G.
in Lübeck bei.

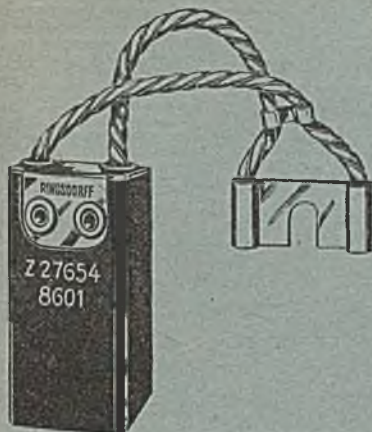
Neue Normblätter über Rundfunkgeräte

soeben erschienen:

- | | |
|---|--|
| E 9500: Röhrensockel und Büchse, Einfach- stecker und Büchse, hochohmige Widerstände; | E 9510: Drehkondensatoren, Potentiometer, Heiz-, Drehwiderstände, Nieder- frequenztransformatoren; |
| E 9505: Steckspulen, Windungszahlen, Wickelsinn; | E 9515: Drehknöpfe ohne Skalen; E 9516: Drehknöpfe mit Skalen. |

Preis eines Blattes 25 Groschen.

Versand nur gegen vorherige Einsendung des Betrages (eventuell in Briefmarken) vom
Elektrotechnischen Verein, Wien VI, Theobaldgasse 12.



RINGSDORFF-WERKE A. G.

ZWEIGNIEDERLASSUNG WIEN

KOHLENBÜRSTEN

anerkannt das erstklassige Fabrikat!

Kontaktfedern Kontrollertelle
Kohlenbürsten Bürstenhalter

Ingenieurbüro und größtes am Platze vorhandenes Lager

Wien VII, Karl Schweighofergasse 10

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

SPEZIALFABRIK ELEKTRISCHER STARKSTROM-APPARATE

KRAUS & NAIMER

WIEN XVIII, SCHUMANNGASSE 35 // TELEPHON NUMMER 24-4-33

Betriebsvorschriften in Plakatform EVW 1 3. Teil

für Anbringung in Stromerzeugungs- und Umspannanlagen, Transformatorenstationen und Schaltstellen im Sinne des § 75 der Sicherheitsvorschriften für elektr. Starkstromanlagen.

Auf weißem Plakatpapier (Größe 60×84 cm) gerollt S 1'50.

Auf Kartenleinen aufgezogen und mit 2 Leisten sowie Aufhängerlinge versehen, pro Stück S 5'80, mit lackierter Textseite S 6'80.

Versand gegen Voreinsendung des Betrages franko, oder per Nachnahme zuzüglich Spesen.

ELEKTROTECHNISCHER VEREIN IN WIEN, VI, THEOBALDGASSE 12.

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

Aufzügefabrik

A. Frelssler
Gesellschaft m. b. H.

Wien X, Erlachplatz 3, Telephon 50-2-60
Budapest VI, Horn Ede-utca 4

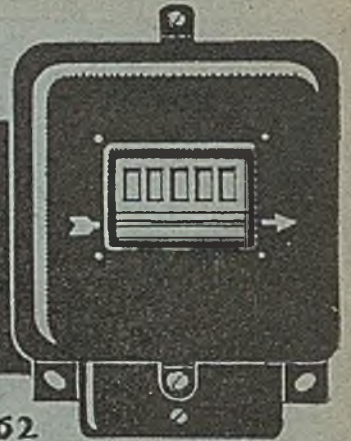
Gegründet **1868** 11.000 Anlagen

Personen- und Lasten-

Aufzüge
Krane, elektr. Spiljs

AEG

der neue
**EINWEITS
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.

Verkaufsgesellschaft m. b. H. für isolierte Leitungen

Zentralverkauf
von isolierten Normleitungen (ohne
Bleimantel) der Firmen:

„Ariadne“, Draht- und Kabelwerke Aktien-Gesellschaft
Josef Feller, Fabrik isolierter Drähte und Kabel
Felten & Guilleaume, Fabrik elektrischer Kabel, Stahl-
und Kupferwerke Aktiengesellschaft
Kabelfabrik und Drahtindustrie Aktiengesellschaft
Kruger & Co., Kabel- u. Drahtfabrikation — Kommandit-
Gesellschaft
Gummi- und Kabelwerke Josef Reithoffer's Söhne A. G.
Schwechater Kabelwerke Gesellschaft m. b. H.
Österreichische Siemens-Schuckert-Werke, Kabelwerk
Fabrik isolierter Drähte und Kabel, Martin Weiß

Isolierrohrvertriebs- Gesellschaft m. b. H.

Zentralverkauf
von schwarzen und verbleiten Rohren
sowie von Zubehör der Firmen:

Felten & Guilleaume, Fabrik elektrischer Kabel, Stahl-
und Kupferwerke Aktiengesellschaft
Kabelfabrik und Drahtindustrie Aktiengesellschaft
Wiener Isolierrohrfabrik Gesellschaft m. b. H.

Zentrale und Zentrallager in Wien, I., Wipplingerstraße 31

Telephon Serie 61-5-75

Vertretung Graz:

Max Berthold, Burggasse 4 / Telephon 52-33

Vertretung Innsbruck:

Ing. Ernst Preidel, Museumstraße 25 / Tel. 14-82

Vertretung Linz:

Leo Pinget, Kroatengasse 25 / Telephon 47-17

Vertretung Salzburg:

Franz Theisinger, Stauffengasse 17 / Telephon 13-20