

Handwritten: *H. P. G. P. F. E. F.*

ETM

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
VI. THEOBALDGASSE 12

INHALT: E. Weber: Zur Definition der elektromagnetischen Streuung. S. 941. — Magnetische und elektrische Einheiten und deren Definitionen. S. 950. — RÜNDSCHAU: Ein Elektrizitätswirtschaftliches Programm für Europa. S. 952. — Dämpfung der Leitungseinschwingungen. S. 952. — Funkwesen im Flugverkehr. S. 953. — Geschweißte Bauwerke in Amerika. S. 954. — Vergleich von Protonen und Elektronen bei der Erregung von Röntgenstrahlen durch Stoß. S. 951. — Die Tätigkeit der englischen Elektrizitätskommissäre im Jahre 1928/29. S. 955. — CHRONIK. S. 955. — LITERATURBERICHT. S. 956. — VEREINS-NACHRICHTEN. S. 956.

EVW

1—21

Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen

des Elektrotechn. Vereines in Wien

Prospekte auf Verlangen!

P. Gossen & Co., Erlangen, Bayern
Fabrik elektrischer Meßgeräte



Schalttafel- und Laboratoriums-**Meßgeräte aller Art**, wie Voltmeter, Amperemeter, Wattmeter, Ohmmeter, Frequenzmesser, **Asymmeter**, ferner **die beliebten handlichen Standardtypen, die modernen Universal-Meßgeräte**

Generalvertr. für Österr., Jugoslawien u. Polen:
ELEKTRO-SOL, WIEN I, Biberstraße 2



Dr. Siegf. Guggenheimer

Aktiengesellschaft Nürnberg 2

Fabrik elektrischer Meßgeräte

Elektrische Meßgeräte

jeder Art

für Schalttafeln, Laboratorien und Prüffelder

Spezialmeßgeräte für Radio und Elektro-Medizin

Generalvertretung für Österreich:
ING. KLIMA, Wien III, Beatrixg. 3a



Bleimantelleitungen

Hackethal-Durakabel

für Feuchtrauminstallation

Vertreter für Österreich:

ELEKTRO BAU A. G.

vorm. Ing. Kalmar & Grieb - Scheiber & Kwassner

WIEN I, Annagasse 8



HOCHSPANNUNGS- GESELLSCHAFT M. B. H.

KÖLN-ZOLLSTOCK

Transformatoren

Prüfanlagen

Motoren, Generatoren

Magnetscheider

magn. Aufspannvorrichtungen



JAROSLAW

BERLIN-WEISSENSEE

Glimmer — Mikanit

Turbonit — Turbax

Bakelit—Hartstoffe

Bakelit—Preßmaterial

Kondensatoren aller Art

Kondensator-Durchführungen

Generalvertreter für Österreich:

MAX WITTELS, WIEN VIII

Laudongasse 46



F. KLÖCKNER G.

DIE FACHFABRIKEN FÜR SCHALT-
GERÄTE SEIT 1899

KÖLN-BAYENTHAL

Schaltgeräte für elektr. Antriebe aller Arbeitsgebiete. — Klöckner-M der Motorschutzschalter mit Druckknopfsteuerung, Selbstanlasser, Sterndreieckschalter.



Schalter, Steckdosen,
Stecker

ERNST MATÉ

Elektrotechnische Fabrik
Wien VII

**Schiele & Bruchsalers-
Industriewerke**
Aktiengesellschaft
Baden-Baden



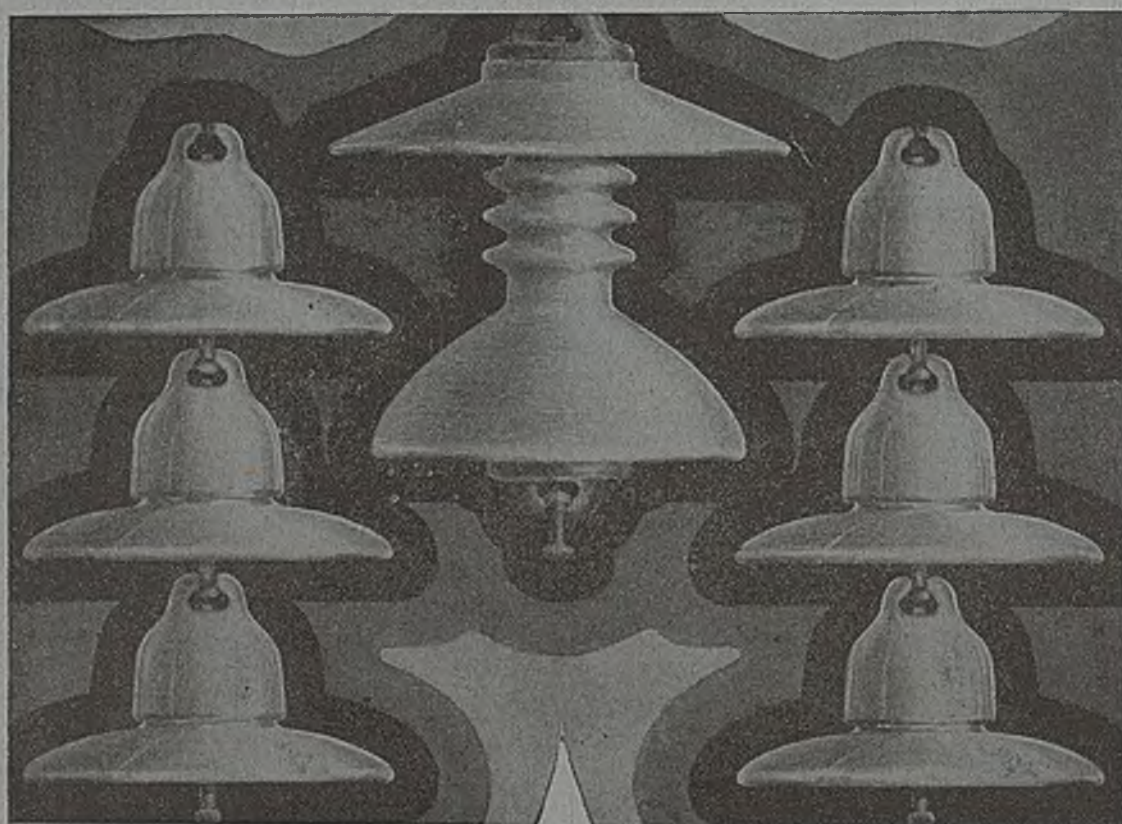
Fabrik elektrischer Schaltgeräte

SBIK-Motorschaltwert, SBIK-Steckwert, RWE-(Heinisch-Riedl)-Schutzschalter, SBIK-Stationsschalter, SBIK-Überstromschalter, SBIK-Blitzwart, Konstruktion BESAG

ZETTLITZER KAOLINWERKE A. G., Abt.
PORZELLANFABRIK MERKELSGRÜN
 ZETTLITZ bei KARLSBAD

PORZELLANFABRIK G. BIHL & CO. G. M. B. H.
 LADOWITZ

PORZELLANFABRIK THEODOR POHL
 SCHATZLAR

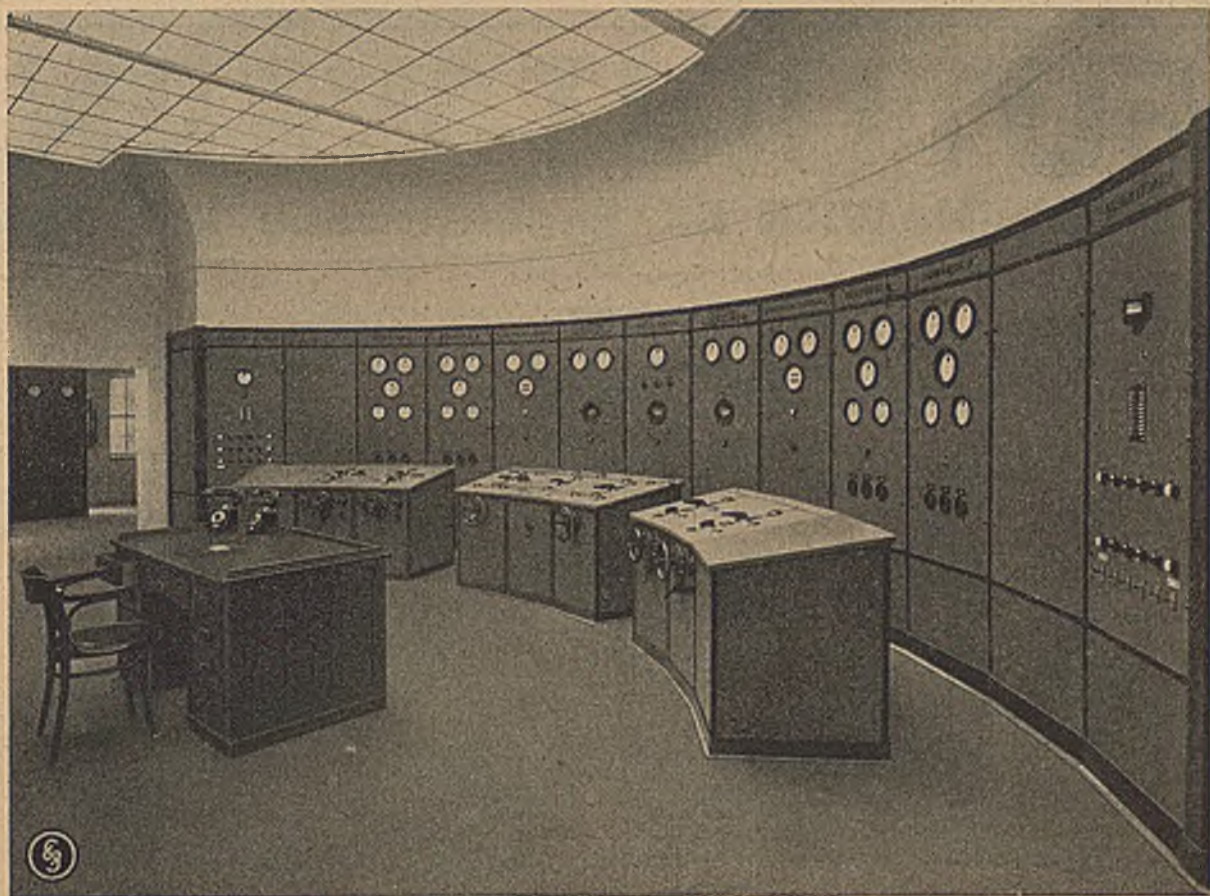


VERTRETUNGEN für HOCHSPANNUNGS- ISOLATOREN

| | | | |
|-------------------|---|---------------------------------------|-------------------------------|
| Tschechoslowakei: | PRAG II, | Rudolf Guth, | Zlatnická ul. 6. |
| Jugoslawien: | BEOGRAD, | „Noris“ K. D., | Cara Lazara 10. Postfach 222. |
| | ZAGREB, | „Noris“ K. D., | Gundulićeva ulica broj 26 |
| Österreich: | WIEN IV, Dr. Paul Holitscher & Co., Starhemberg. 4-6 | | |
| Rumänien: | BUKAREST, | „Noris“ Soc. de Electricitate, | Strada Brezoianu 37. |
| | CLUJ, | „Noris“. | Strada Tudor Vladimirescu 6. |
| Belgien: | BRÜSSEL, | H. M. Hirschel, Ing.-Élect A. I. Lq., | 84 Rue. Thiéfry, |

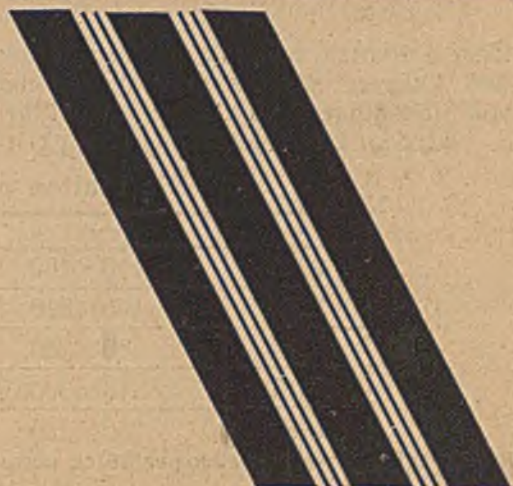


SCHALTANLAGEN NEUZEITLICHER KRAFTWERKE

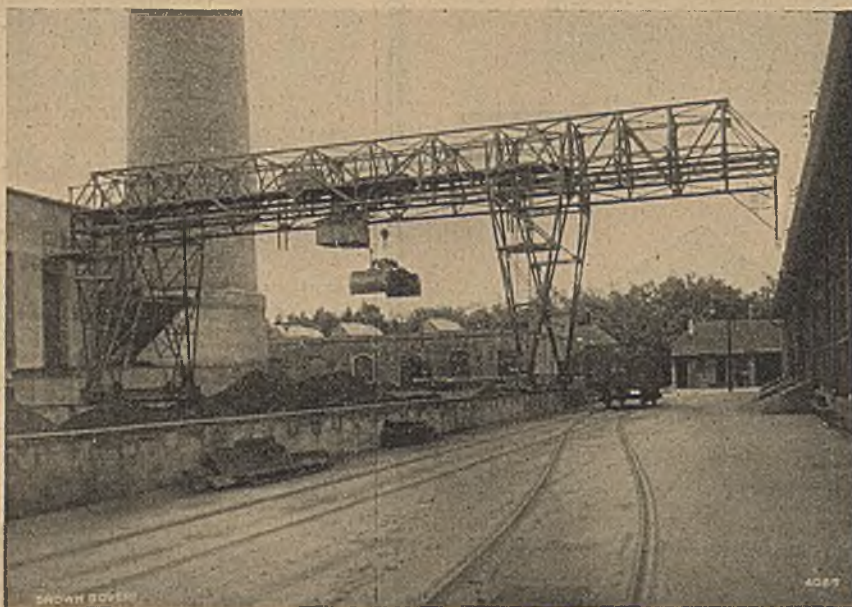


Kommandoraum im Stubachwerk der Österr. Bundesbahnen

ÖSTERR.
SIEMENS-
SCHÜCKERT-WERKE



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



Erste Österreichische Glanzstoff-Fabrik Aktiengesellschaft St. Pölten
Viermotoren-Greiferlaufkran für den Kohlenhof
Drehstrom 220 Volt, 25 Hertz

**INGENIEURBUROS IN:
Bregenz, Graz, Innsbruck, Klagenfurt, Linz,
Salzburg**

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.

Heft 42

Wien, 19. Oktober 1930

48. Jahrgang

Zur Definition der elektromagnetischen Streuung.

Von Dr. Dr.-Ing. E. Weber, New York.

Übersicht: Da sich in letzter Zeit an Hand von Kraftlinienbildern mehrfach Einwände gegen die physikalische Definition der Streuung erhoben haben, wird hier nachgewiesen, daß die physikalische Definition mit Hilfe der Induktivitäten vollkommen einwandfrei ist und in allen Fällen richtige Ergebnisse liefert. Hingegen hängt die Kraftlinienverteilung in jedem Punkte eines resultierenden Kraftlinienbildes von sämtlichen Strömen gleichzeitig ab. Die geometrische Anordnung gibt keinen Einblick in das Wesen der Induktion. Nach Klärung der Streuungsdefinition an Spulen ohne Eisen wird die Anwendung auf Transformatoren und elektrische Maschinen gezeigt. Dabei wird auch untersucht, wie weit die jetzt üblichen Methoden der Streuungsrechnung richtig sind und wie weit sie einer Korrektur bedürfen.

Inhaltsangabe:

I. Zur Definition der Streuung in linearen Kreisen ohne Eisen.

a) Physikalische Definition.

b) Zur Definition aus den Kraftlinienbildern.

II. Zur Definition der Streuung in Spulen ohne Eisen.

a) Versuch der Definition aus der magnetischen Energie.

b) Definition nach W. Rogowski; Einführung von Wicklungsfaktoren.

III. Anwendung der Definitionen auf Transformatoren und elektrische Maschinen.

a) Zur Definition der Streuung des Transformators.

b) Zur Definition der Streuung in elektrischen Maschinen.

Es mag erstaunen, daß eines der ältesten Probleme der Elektrotechnik nun wieder zum Thema eines Vortrages gewählt wird. Die nächste Veranlassung dazu ist ein vor etwa einem Jahr an der gleichen Stelle gehaltener Vortrag von L. Fleischmann über „Kraftflußdurchsetzung und Kraftlinien-Verkettung“²⁾, der die von H. Hemmeter³⁾ aufgerollten prinzipiellen Fragen nach der Definition der Streuung wieder aufnimmt. Es wurde hier ein Widerspruch der physikalischen und der gewöhnlichen elektrotechnischen Definition aufgedeckt, den wir in folgendem klären und damit die Definition der Streuung wieder auf eine sichere Grundlage stellen wollen.

¹⁾ Nach einem Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein in Wien, am 27. Februar 1930.

²⁾ L. Fleischmann, E. u. M. 47 (1929) S. 457.

³⁾ H. Hemmeter, Arch. El. 15 (1925) S. 193; 16 (1926) S. 124. Vgl. a. E. u. M. 43 (1925) S. 689; 45 (1927) S. 955.

I. Zur Definition der Streuung in linearen Kreisen ohne Eisen.

Um von möglichst einfachen Überlegungen auszugehen, betrachten wir zunächst ganz abstrakte Verhältnisse, nämlich sogenannte lineare Leiter, mit unendlich kleinem Querschnitt und ohne Eisen in der Nähe. Dann gilt vollkommene Proportionalität von Strom und Feld.

a) Physikalische Definition.

Eigentlich kennt die Physik den Begriff der Streuung nicht. Er wurde erst später von der physikalische Kenntnisse verwertenden Elektrotechnik geschaffen. Die Physik liefert folgende einfache Tatsache: Wird ein Leiter von veränderlichem Strom durchflossen, so entsteht in einem zweiten geschlossenen Leiter ebenfalls ein Strom, wie man durch Strommesser nachweisen kann (Induktionsgesetz)⁴⁾. Die Wirkung hängt wesentlich von der gegenseitigen Lage der Leiterkreise ab. Mit dieser Feststellung und der theoretischen Erfassung des Vorganges mittels des Feldbegriffes endigt das eigentliche Interesse der Physik. Die Technik lernt jedoch im Geiste der Ökonomie, der ihr wesentlich zu eigen ist, diese Tatsache als magnetische Induktion so zu verwerten, daß der Wirkungsgrad der dabei stattfindenden Energieübertragung auf ein Maximum steigt. Aus diesem Geiste heraus prägte sie den Begriff der Streuung.

Der Induktionsvorgang beruht auf der Änderung des magnetischen Flusses, den die zweite Leiterschleife umfaßt. Nun ist es nie möglich, die beiden Leiterkreise gegenseitig derart anzuordnen, daß der gesamte magnetische Fluß des „induzierenden“ primären Leiterkreises durch den „induzierten“ sekundären Leiterkreis hindurchtritt. Stets wird von dem primär erregten magnetischen Felde ein Teil für die Induktionswirkung verlorengehen, und diese Erscheinung heißt: Streuung⁵⁾. Um ein Maß für sie zu finden, muß man die Vorgänge quantitativ verfolgen.

Sei der primäre Strom i_1 , so erregt er im Raum ein magnetisches Feld und sendet durch

⁴⁾ M. Faraday, 1831.

⁵⁾ Der Begriff der elektromagnetischen Streuung kann nur in Verbindung mit der Erscheinung der Induktion Sinn haben, soll er eindeutig bleiben. Sehr häufig findet man dieses Wort mißbraucht für Erscheinungen, die mit der Induktion nichts zu tun haben, etwa bei Beurteilung des Kraftlinienbildes einzelner Stromkreise.

seine eigene Schleife einen Fluß, der im vorausgesetzten Fall proportional dem Strom ist, also etwa

$$\Phi_{10} = L_1 \cdot i_1 \dots \dots \dots (1),$$

wobei L_1 die Induktivität des primären Kreises heißt. Führt der sekundäre Leiter durch Induktion einen Strom i_2 , so erregt er ebenfalls ein magnetisches Feld im Raum. Der Fluß durch die Schleife (1) ist proportional i_2 , also etwa

$$\Phi_{21} = M i_2 \dots \dots \dots (2),$$

wobei M die gegenseitige Induktivität der Leiter 1 und 2 bedeutet⁶⁾. Der gesamte vom primären Leiter umfaßte Fluß ist somit

$$\Phi_1 = L_1 i_1 + M i_2 = (L_1 - M) i_1 + M(i_1 + i_2) \quad (3).$$

Die letzte Form ist eine rein mathematische Umschreibung, sie erhält dadurch Sinn, daß man den

$$\begin{aligned} \mathfrak{H}_x &= +0.2 \left[i_1 \left(\frac{y-b}{r_1^2} - \frac{y-b}{r_2^2} \right) - i_2 \left(\frac{y+b}{r_3^2} - \frac{y+b}{r_4^2} \right) \right] \\ \mathfrak{H}_y &= -0.2 \left[i_1 \left(\frac{x+a}{r_1^2} - \frac{x-a}{r_2^2} \right) - i_2 \left(\frac{x+a}{r_3^2} - \frac{x-a}{r_4^2} \right) \right] \end{aligned} \quad (8).$$

gesamten Fluß durch die Schleife 2 ganz analog schreiben kann

$$\Phi_2 = L_2 i_2 + M i_1 = (L_2 - M) i_2 + M(i_1 + i_2) \quad (4).$$

Man nennt nun, vorläufig willkürlich, das gleiche Glied in (3) und (4) den induzierend wirkenden Fluß Φ_{10} , die den Einzelströmen proportionalen Glieder die entsprechenden Streuflüsse Φ_{1s} und Φ_{2s} und schreibt dem gemeinsamen

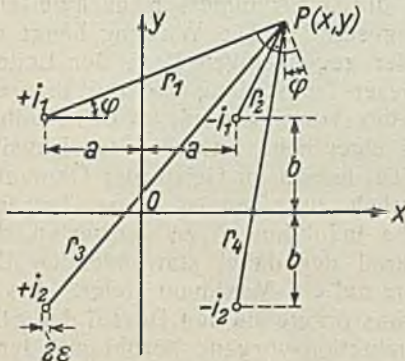


Abb. 1. Elektromagnetische Streuung; einphasiger Lufttransformator (lineare Leiter).

Fluß allein die Energieübertragung zu, während die Streuflüsse unnütz erregt werden müssen und für die Induktion verloren sind. Die Verhältnisse

$$\sigma_1 = \frac{L_1 - M}{M}, \quad \sigma_2 = \frac{L_2 - M}{M} \dots \dots \dots (5)$$

nennt man in bekannter Weise Streukoeffizienten, sie sind ein Maß für die induktionstechnische Ausnutzung der erregten Magnetfelder.

Wie betont, kennt die Physik diese Überlegungen nicht, sie hat nur mit

$$z^2 = \frac{M^2}{L_1 L_2} \dots \dots \dots (6)$$

⁶⁾ Die gegenseitigen Induktivitäten der Leiter 2 gegen 1 und 1 gegen 2 sind einander gleich, wovon hier bereits Gebrauch gemacht wurde. Der Beweis läßt sich durch eine einfache Energiebetrachtung erbringen.

ein Maß für die Induktionswirkung der Anordnung geschaffen, und nennt z^2 den Kopplungsgrad des Systems. Die Elektrotechnik verwendet dagegen

$$\sigma = 1 - z^2 \dots \dots \dots (7)$$

als Gesamtstrefaktor für zwei Leiterkreise, wobei der Zusammenhang mit den Koeffizienten (5) ein gesuchter ist.

Um die Verwertung kennenzulernen, sei etwa eine Anordnung nach Abb. 1 gegeben. Im Punkt P entwirft zum Beispiel $\pm i_1$ eine Feldstärke

$$\mathfrak{H}_1 = + \frac{0.2}{r_1} i_1.$$

Die Komponentenzusammensetzung der Feldstärken aller vier Leiter liefert dann in leicht zu übersehender Weise

Das Feld in der Richtung der unendlich lang gedachten Leiter ist vollkommen homogen, es genügt daher, wenn wir die Flüsse für 1 cm Leiterlänge betrachten. Durch die Schleife \pm , tritt der Fluß

$$\begin{aligned} \Phi_1 &= 2 \int_{x=0}^{x=a-\epsilon} [H_y] \cdot dx = \\ &= -0.4 \left[i_1 \ln \frac{2a}{\epsilon} + i_2 \ln \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{b} \right] \quad (9). \end{aligned}$$

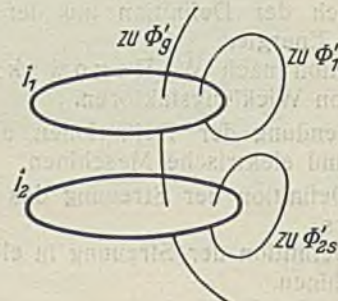


Abb. 2. Bild der elektromagnetischen Streuung im einphasigen Lufttransformator (lineare Leiter).

Der Vergleich mit der ersten Form in (3) ergibt die Werte

$$\begin{aligned} L_1 &= -0.4 \ln \frac{2a}{\epsilon} \\ M &= -0.4 \ln \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{b} \end{aligned} \quad (10).$$

Die negativen Vorzeichen sind nur durch die Wahl der Stromrichtungen bedingt. Die Streuinduktivität L_{1s} errechnet sich daraus zu

$$L_{1s} = L_1 - M = -0.4 \ln \frac{2}{\epsilon} \cdot \frac{ab}{\sqrt{a^2+b^2}} \quad (11).$$

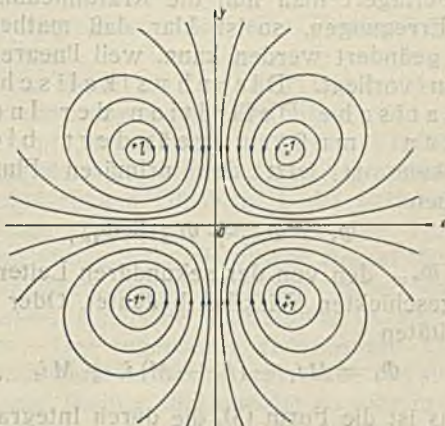
Damit sind leicht die Streukoeffizienten nach (5) auszuwerten, wenn die einzelnen Größen zahlenmäßig gegeben werden.

Wir sehen die Werte aller Induktivitäten als rein geometrische Größen, und insbesondere die Streuflüsse aus (3) und (4) tatsächlich den Strömen proportional.

b) Zur Definition aus den Kraftlinienbildern.

Wir wenden uns nun jener Definition zu, die in den meisten elektrotechnischen Lehrbüchern zu finden ist. Zur Ableitung dient die sehr häufig gebrachte schematische Abb. 2⁷⁾. Es sind skizzenhaft einige Kraftlinien angedeutet. Man nennt jene Linien, welche nur je einen Stromkreis umfassen, Streukraftlinien oder einfach verkettete Linien, die anderen, welche beide Kreise umfassen, Hauptkraftlinien oder doppelt verkettete Linien. Dieser bildlichen Unterscheidung liegt wohl eine mehr oder weniger unbewußte Übertragung der mathematischen Beziehungen (3) und (4) zugrunde, wobei noch mitspielt, daß nach der ersten elektro-magnetischen Grundgleichung

$$\oint \vec{H} d\vec{s} = \frac{4\pi}{10} \cdot J \dots (12)$$



Kraftlinienbild für $\frac{i_1}{i_2} = \frac{+10}{-10} : \Phi_g = 0$
 $\Phi_g = M(i_1 + i_2) = 0, i_1 + i_2 = 0$

Abb. 3. Kraftlinienbild für $\frac{i_1}{i_2} = \frac{+10}{-10}$.

gilt, also der Wert jedes geschlossenen Linienintegrals der magnetischen Feldstärke proportional dem umschlungenen Strom wird.

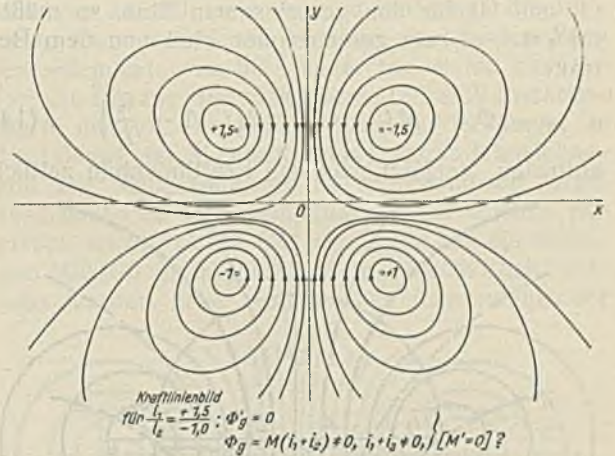
Wir wollen die Flüsse wie im Bild bezeichnen, mit Φ_g den gemeinsamen Fluß, mit Φ_{1s} und Φ_{2s} die beiden Streuflüsse benennen. Durch die angebrachten Striche soll angedeutet sein, daß diesen Flüssen eine andere Definition zugrunde liegt, sie daher auch andere Beträge haben können.

Interessanterweise wurde im Jahre 1925 eine grundlegende Unstimmigkeit dieser technisch aprobeierten Definition von H. H e m m e t e r⁸⁾ aufgedeckt. Wir zeigen dies am besten gleich am ge-

wählten Beispiel, Abb. 1. Die Kraftlinien um die vier Leiter ergeben sich nach der Gleichung⁹⁾

$$\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^{i_1} \cdot \left(\frac{r_3}{r_4}\right)^{i_2} = C \dots (13)$$

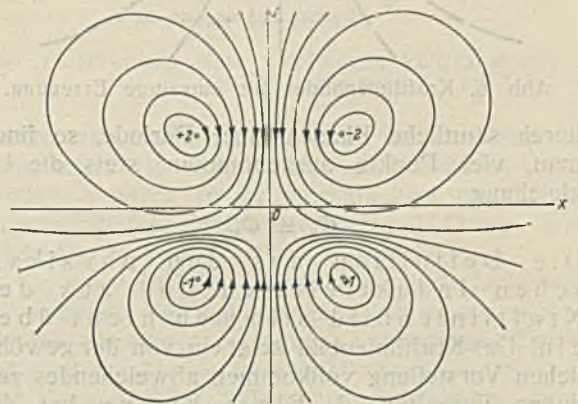
Sind i_1 und i_2 , wie wir voraussetzen müssen, Wechselströme (sonst wäre keine Induktion möglich), so bildet (13) eine stets wechselnde Schar von sehr kompliziert verlaufenden Kurven. Je



Kraftlinienbild für $\frac{i_1}{i_2} = \frac{+1.5}{-1.0} : \Phi_g = 0$
 $\Phi_g = M(i_1 + i_2) \neq 0, i_1 + i_2 \neq 0, [M' \neq 0]?$

Abb. 4. Kraftlinienbild für $\frac{i_1}{i_2} = \frac{+1.5}{-1.0}$.

nach der Art des Sekundärstromkreises wird die Phasenverschiebung der beiden Ströme verschieden sein, sie kann von 0 bis 2π jeden Wert annehmen. Daher ist das Verhältnis der beiden Stromwerte innerhalb einer Periode veränderlich zwischen $\pm \infty$. Um die Kraftlinienbilder zu zeichnen genügt es daher, für $\frac{i_2}{i_1}$ verschiedene Werte anzunehmen und die Feldverteilung zu unter-



Kraftlinienbild für $\frac{i_1}{i_2} = \frac{+2.0}{-1.0} : \Phi_g = 0$
 $\Phi_g = M(i_1 + i_2) \neq 0, i_1 + i_2 \neq 0, [M' \neq 0]?$

Abb. 5. Kraftlinienbild für $\frac{i_1}{i_2} = \frac{+2.0}{-1.0}$.

suchen, denn jeder Wert tritt im Verlaufe einer Periode auf. Für $\frac{i_2}{i_1} = \frac{+1}{-1}, \frac{+1.5}{-1.0}, \frac{+2.0}{-1.0}$ zeigen die Abb. 3, 4 und 5 fortschreitend die Umwandlung der Kraftlinien, insbesondere wie langsam der wachsende

⁷⁾ S. zum Beispiel K. P i c h e l m a y e r, *Dynamo-bau*, S. 7, 202. R. R i c h t e r, *Elektrische Maschinen*, Bd. 1, S. 28.

⁸⁾ S. Fußnote 3.

⁹⁾ Vgl. H. H e m m e t e r, *Arch. El.* 15 (1925) S. 202, Gl. (5).

Strom das Übergewicht im Feldbereich erringt. Leider aber stellt sich gleichzeitig heraus, daß sich keine einzige Kraftlinie durch beide Kreise schlingt, sondern daß das typische Bild auch weiterhin bis $\frac{i_2}{i_1} = \frac{+3}{-1}$ erhalten bleibt. Erst bei diesem Werte zeigen sich die ersten wenigen „gemeinsamen Kraftlinien“. Gehen wir jedoch zurück auf unsere Definitionsgleichung (3) und (4) für den gemeinsamen Fluß, so müßte für $i_2 \neq (-i_1)$ ein gemeinsamer Fluß von dem Be-

$$\Phi_{1w} = M(i_1 + i_2) = M i_1 \left(1 + \frac{i_2}{i_1}\right) \quad (14)$$

auftreten. Verfolgt man das Kraftlinienbild zeitlich

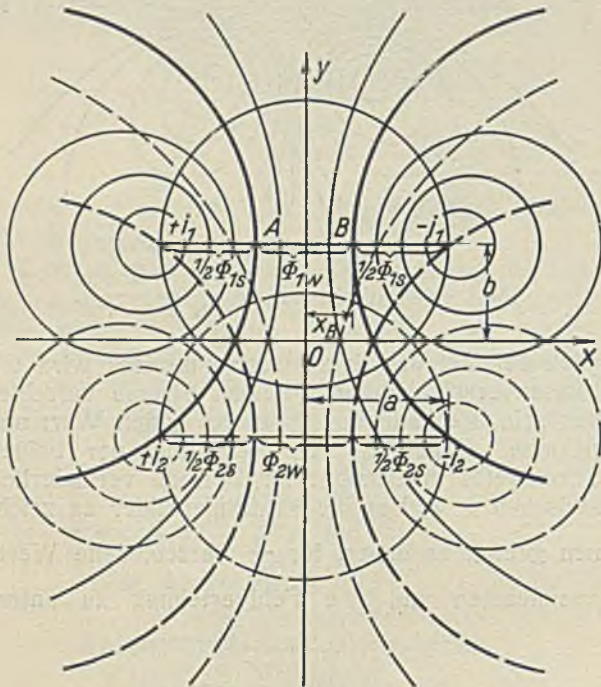


Abb. 6. Kraftlinienbilder für einseitige Erregung.

durch sämtliche Phasen einer Periode, so findet man, vier Punkte ausgenommen, stets die Ungleichung

$$\Phi_g \neq \Phi_{1w}$$

Die Definition aus den physikalischen Induktivitäten und aus dem Kraftlinienbild stimmen nicht überein! Das Kraftlinienbild zeigt ein von der gewöhnlichen Vorstellung vollkommen abweichendes zeitliches Verhalten. L. Fleischmann hat dies auch überzeugend durch Versuche bewiesen, die mit den angestellten Rechnungen vollkommen übereinstimmen¹⁰⁾.

Man sieht sich also vor die Fragen gestellt: Ist die Aussage des Kraftlinienbildes falsch oder ist die Definition der Induktivitäten und damit der Streuflüsse, bzw. der Induktionserscheinung überhaupt falsch? Strömt die Energie nicht längs der Kraftströmen oder ist diese Interpretation nur gül-

tig für zeitlich ihre Gestalt nicht ändernde Felder? Und die wichtigste Frage: sind unsere Streuungsrechnungen prinzipiell falsch, da sie von den Kraftlinienbildern ausgehen?

Zur Klärung zeichnen wir die Kraftlinienbilder für einseitige Erregung. In unserem symmetrischen Fall erscheint auf beiden Seiten das gleiche Bild von exzentrischen Kreisen wie in Abb. 6. Verfolgt man hier die äußerste noch durch den sekundären Leiter tretende Kraftlinie zurück bis zum Schnittpunkt A (B) mit der Ebene des Leiterkreises 1, so trennt sie nach der Definition den wirksamen induzierenden Fluß Φ_{1w} oder kurz primären Wirkfluß von dem unnütz erregten Fluß Φ_{1s} , dem primären Streufluß. Durch Integration überzeugt man sich leicht, daß man auf diese Weise die Gegeninduktivität M und die Streuinduktivität $L_{1s} = L_1 - M$ vollkommen in Übereinstimmung mit der physikalischen Definition, bzw. mit den Rechnungen (10) erhält. Für einseitige Erregung geben unbedingt Kraftlinienbild und physikalische Induktivität gleiche Aussagen. Bei Umkehrung, also sekundärer Erregung, erhält man in gleicher Weise übereinstimmende Ergebnisse.

Überlagert man nun die Kraftlinienbilder für beide Erregungen, so ist klar, daß mathematisch nichts geändert werden kann, weil lineare Superposition vorliegt. Die physikalisch-mathematische Definition der Induktivitäten muß ungeändert bleiben. Man kann ja jetzt den primären Fluß auch schreiben

$$\Phi_1 = \Phi_{1w} + \Phi_{1s} + \Phi_{2w}$$

wobei Φ_{2w} den von der sekundären Leiterschleife durchgeschickten Wirkfluß bedeutet. Oder mit Induktivitäten

$$\Phi_1 = M i_1 + (L_1 - M) i_1 + M i_2 \quad (15)$$

und das ist die Form (3), die durch Integration (9) die Resultate (10) liefert. In der mathematisch-physikalischen Anschauung kann also kein Fehler vorliegen.

Setzt man nun aber geometrisch die Kraftlinienbilder zusammen, so findet man je nach dem Verhältnis $\frac{i_2}{i_1}$ geometrisch schöne Bilder, die physikalisch keinen Gehalt mehr haben. Denn in jedem Punkt setzen wir doch einen primären Feldvektor \mathfrak{H}_1 (proportional i_1) mit einem sekundären Feldvektor \mathfrak{H}_2 (proportional i_2) zusammen, die sich dann geometrisch zu geschlossenen Linien auch um einen einzelnen Leiter anordnen. Jede auch um einzelnen Leiter geschlossene Kraftlinie ist aber aus den von beiden Strömen gleichzeitig abhängenden Feldvektoren gebildet, kann daher nicht als von einem einzelnen Strom erregt angesehen werden! Dabei bleibt natürlich das erste elektromagnetische Grundgesetz erhalten, daß

¹⁰⁾ S. E. u. M. 47 (1929) S. 460, und C. Fröhlich, E. u. M. 47 (1929) S. 469.

kundäre Windung bei primärer Erregung einen anderen Fluß Φ_{w_2} , der kleinste umfaßte Fluß ist Φ_{w_1} , der größte hingegen Φ_{w_2} . In einer Spule sind die Windungen alle hintereinander geschaltet, die Spannungen aller Windungen addieren sich. Für eine einzelne Windung ist die induzierte EMK gegeben durch

$$e_{z_2} = - \frac{d \Phi_{w_2}}{dt} \dots \dots (17).$$

Die gesamte Spannung ist wegen der Reihenschaltung

$$e_2 = \sum e_{z_2} = - \frac{d}{dt} \sum \Phi_{w_2} = - \frac{d}{dt} \Psi_{w_2} \quad (18).$$

Die Summe aller einzelnen Windungsflüsse bezeichnet man als Spulenfluß $\Psi^{13)}$ und daher sei der induzierend wirksame Anteil davon Spulenwirkfluß Ψ_w benannt. Für Ψ_w besteht die Ungleichung

$$z_2 \cdot \Phi_{w_2} < \Psi_w < z_1 \cdot \Phi_{w_1} \dots (19).$$

Hält man daran fest, den Begriff der elektromagnetischen Streuung nur im Sinne der elektromagnetischen Induktion aufzufassen, und nur das hat einen Sinn, so kann bei Spulen zur Beurteilung der Verwertung erregter Magnetfelder nur der Spulenfluß, der aber wesentlich von den Windungszahlen abhängt, herangezogen werden! In welcher Weise dies geschehen muß, ist bisher nicht zu sehen.

Man entgeht anscheinend dieser Schwierigkeit, wenn man die magnetische Energie des Systems in Betracht zieht. Für zwei Stromkreise ergibt sich für die Energie des gesamten Feldraumes

$$W_m = \frac{1}{8\pi} \iiint \mathfrak{H} \mathfrak{B} dv = \frac{1}{2} L_1 i_1^2 + M i_1 i_2 + \frac{1}{2} L_2 i_2^2 \dots \dots (20).$$

Berechnet man also das Raumintegral, so kann man durch die Aufspaltung in die einzelnen stromabhängigen Glieder die Induktivitäten direkt ablesen. Nun hat man damit wohl die gesamten Induktivitäten, kann aber auch hier keine Streuinduktivität definieren, da wieder die Windungszahlen hereinspielen, die bereits in L_1 , L_2 und M enthalten sind.

Die gleiche Form ($L_1 - M$) für die Streuinduktivität wie sie (3) für lineare Kreise gibt, kann hier nicht in Frage kommen. Aus (20) liest man ohne Schwierigkeit ab, daß bei Veränderung der Ströme L_1 und L_2 quadratisch mit den Einzelströmen (daher quadratisch mit den Windungszahlen), dagegen M mit dem Produkt der Ströme (daher mit dem Produkt der Windungszahlen) sich ändern. In welcher Form nun Eigen- und Gegeninduktivität zusammentreten, steht vorläufig vollkommen frei, aus den physikalischen Ansätzen ist nicht der geringste Anhaltspunkt zu gewinnen! Man kann den Gesamt-Streifaktor σ nach (7) berechnen, nicht aber seine Aufteilung

¹³⁾ S. Satz 8 des AEF, Feld und Fluß, DIN 1321.

auf die einzelnen Streu-Induktivitäten. Aus diesem Grunde hat es auch die Physik unterlassen, die letzteren in ihre Berechnungen überhaupt aufzunehmen.

b) Definition nach W. Rogowski; Einführung von Wicklungsfaktoren.

Die Physik gibt keine Handhabe für die Definition der Einzel-Streukoeffizienten, die Technik benötigt diese aber auf Schritt und Tritt, muß sie doch die „Streuung“ und „Streuinduktivität“ in jedem Einzelfalle genau kennen. Es ist daher erklärlich, daß verschiedene Versuche von technischer Seite unternommen wurden, um den Streubegriff allgemein zu retten.

Die einfachste Überlegung ist jene von W. Rogowski und K. Simons¹⁴⁾. Denkt man sich einen streuungslosen Transformator mit je einer primären und einer sekundären Windung, so wird der gesamte primär erzeugte Fluß auch sekundär umfaßt und umgekehrt, es gelten

$$L_1 = L_2 = M; \quad L_{1s} = L_{2s} = 0 \quad \dots (21).$$

Bleibt der Transformator streuungslos, aber mit z_1 primären und z_2 sekundären Windungen, so ist das Übersetzungsverhältnis der Spulenflüsse und daher der Spannungen identisch mit dem Windungsverhältnis, wir haben

$$L_1 = \frac{z_1}{z_2} M, \quad L_2 = \frac{z_2}{z_1} M; \quad L_{1s} = L_{2s} = 0 \quad (22).$$

Tritt nun Streuung auf, so ist der primär erregte Spulenfluß um den Betrag des primären Streuflusses größer als (22), ebenso sekundär und wir erhalten

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= \frac{z_1}{z_2} \cdot M + L_{1s} \\ L_2 &= \frac{z_2}{z_1} \cdot M + L_{2s} \end{aligned} \right\} \dots \dots (23),$$

woraus die Umrechnung der Gegeninduktivität mit den reinen Windungszahlen folgt. Die Streuinduktivitäten

$$\left. \begin{aligned} L_{1s} &= L_1 - \frac{z_1}{z_2} \cdot M \\ L_{2s} &= L_2 - \frac{z_2}{z_1} \cdot M \end{aligned} \right\} \dots \dots (24)$$

können jedoch auch negative Werte annehmen, man erhält „negative Streuung“, die von vielen Autoren als physikalisch unbequem angesehen wird. Daß dieses Verhalten jedoch auch experimentell nachweisbar ist, zeigen ebenfalls W. Rogowski und K. Simons¹⁵⁾. Es läßt sich auch auf anderem Wege, aus dem Kraftlinienbilde bei einseitiger Erregung nachweisen¹⁶⁾, daß diese Definition richtig ist und nicht nur irgendeine der möglichen darstellt!

Um die negative Streuung zu umgehen, sind auch andere Wege zur Definition der Streuinduk-

¹⁴⁾ W. Rogowski und K. Simons, ETZ 29 (1908) S. 534, 564.

¹⁵⁾ Wie Fußnote 14 und außerdem ETZ 30 (1909) S. 219; Arch. El. 3 (1914) S. 129.

¹⁶⁾ E. Weber, Was ist Streuung und wie berechnet man sie? ETZ 51 (1930) S. 1221 ff.

tivitäten versucht worden¹⁷⁾, doch läßt sich un schwer nachweisen¹⁸⁾, daß sich in allen diesen Fällen für den idealen Fall linearer Leiter Unstimmigkeiten ergeben, die nach der obigen Definition vermieden sind, so daß (24) auch in dieser Hinsicht stets vorzuziehen ist.

In der praktischen Rechnung führt man häufig Wicklungsfaktoren ein, doch in verschiedener Bedeutung. Sie sollen die Rechnung erleichtern, indem man irgendeinen leicht angebbaren Fluß zugrunde legt und alle Induktionswerte auf diesen bezieht. Dieser Grund ist bei elektrischen Maschinen, wo man die Polflüsse als Ausgangswerte annimmt, vollkommen einzusehen, jedoch nicht mehr in irgendwelchen beliebigen Anordnungen. Man legt dann die Berechnung der Induktivitäten in die Berechnung der Wicklungsfaktoren, muß aber beim Vergleich immer auf die grundlegenden Definitionen achten.

Als vollkommen verfehlt muß die Ableitung der Induktivitätsformen bzw. der verketteten Flüsse angesehen werden, wie sie E. Arnold¹⁸⁾ gibt, wenn er den Feldraum als gleichzeitig von primärer und sekundärer Spule erregt voraussetzt und die Kraftlinienverteilung nach dem resultierenden Kraftlinienbild vornimmt. In einem resultierenden Kraftlinienbild von zwei wechselstromdurchflossenen Stromspulen läßt sich die Erregung nicht längs der Kraftlinien einem einzigen Stromkreise zuordnen! Das haben wir eingehend in Abschnitt 1b begründet. Eine solche Verschiebung der „MMK“ innerhalb der Kraftlinien darf nur bei einseitiger Erregung vorgenommen werden. Ganz ähnliche Ableitungen finden sich aber auch in anderen Lehrbüchern und Aufsätzen¹⁹⁾. Aus demselben Grunde ist auch die Ableitung der Induktivitätsformel aus der magnetischen Gesamtenergie einer Transformator-Anordnung, wie R. Richter sie gibt²⁰⁾, unzulässig.

Durch die Rechnung mit Wicklungsfaktoren tritt die „doppelt verkettete Streuung“ auf. Was ist nun darunter zu verstehen? Betrachten wir die Abb. 7, so gibt Φ_{w_2} den kleinsten, Φ_{wb} den größten mit einer sekundären Windung verketteten Fluß an. Rechnet man die sekundär induzierte Spannung mit $z_2 \Phi_{w_2}$, so muß hier noch ein Faktor kleiner als 1 hinzutreten, eben der Wicklungsfaktor f_{w_2} (für Induktion primär nach sekundär). Man muß also einen Teil der Kraftlinien, die durch den Querschnitt der sekundären Spule hindurchtreten, als nicht mit dem vollen Werte die sekundäre Spule induzierend auffassen, und diesen

¹⁷⁾ H. S. Hallo, E. u. M. 30 (1914) S. 1; F. Niehammer und E. Siegel, E. u. M. 31 (1913) S. 270 und E. Grünwald, Arch. El. 23 (1929) S. 95.

¹⁸⁾ Zum Beispiel E. Arnold, Wechselstromtechnik 1909, Bd. 5/1, S. 31.

¹⁹⁾ Zum Beispiel G. Benischke, Die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik, J. Springer; H. S. Hallo, E. u. M. 32 (1914) S. 1 usw. Hingegen hat sich K. Pichelmayr in seinem Werke „Dynamobau“ davon frei gehalten.

²⁰⁾ R. Richter, Elektrische Maschinen, Bd. 1, S. 30, J. Springer 1924.

Unterschied, der nur durch die Verteilung der sekundären Windungen auf ein endliches Querschnittsmaß bedingt ist, nennt man „doppelt verkettete Streuung“²¹⁾. Eine solche Benennung, die nur an der Rechnung mit Wicklungsfaktoren hängt, hat selbstverständlich keinen physikalischen Wert. Rechnet man von vornherein mit den Induktivitäten aus der magnetischen Energie oder aus den Teil-Kraftlinienbildern, so fällt diese Art Streuung sofort weg.

III. Anwendung der Definitionen auf Transformatoren und Maschinen.

Die bisherigen Ausführungen waren nur Vorbereitungen, um den Streuungsbegriff einwandfrei auf das Gebiet der elektrischen Maschinen und Transformatoren übertragen zu können. Wir mußten dabei zwei wesentliche Klärungen bringen, einerseits für die Richtigkeit der physikalischen Definition aus den Induktivitäten und andererseits für die Richtigkeit der Umrechnung mit Windungszahlen im Falle von Spulen. Nachdem beides gelungen ist, wenden wir uns den praktisch wichtigen Fällen zu. Wir hatten alle Definitionen bisher unter der Voraussetzung abgeleitet, daß kein Eisen in der Nähe sei, da es auf die Feldverteilung störend einwirken könnte. Nun müssen wir diese Voraussetzung aufgeben, denn in Maschinen und Transformatoren ist Eisen der wichtigste Baustoff, um die hohen magnetischen Energien umsetzen zu können.

a) Zur Definition der Streuung des Transformators.

Das magnetische Feld des Transformators verläuft der Hauptsache nach im Eisenkern und nur ein geringer Fluß schließt sich über Luft. Im gewöhnlichen Sprachgebrauch nennt man das gesamte Luftfeld „Streufeld“, was aber nicht richtig ist. Prozentual auf den wahren Streufluß bezogen ist der Fehler nicht unerheblich, bezogen aber auf den Hauptfluß spielt das weiter keine Rolle.

Die meisten Darstellungen der Streuung des Transformators gehen vom beidseitig erregten Magnetfeld aus, ähnlich wie die schematische Abb. 2 es zeigt und in gleicher Weise werden auch die Kraftlinien unterteilt in primäre und sekundäre Streulinien, je nachdem sie sich um die eine oder andere Wicklung schließen. Wenn auch hier bei Anwesenheit von Eisen die Kraftlinien nicht derart wechselnde Bilder gestalten wie in Kreisen ohne Eisen (s. Abschnitt 1b), so bleibt doch jede Kraftlinie auch hier von beiden Strömen gleichzeitig bestimmt. Die Schwierigkeiten, die bei Berücksichtigung der einzelnen Phasenlagen im Kraftlinienbild auftreten, werden durch das verzweifelte Bemühen²²⁾, die Definition der Streulinien im gemeinsamen Kraftlinienbild zu retten, deutlich genug illustriert.

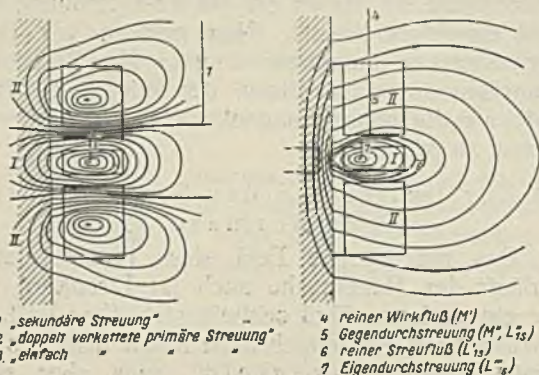
²¹⁾ S. darüber W. Rogowski und K. Simons wie Fußnote 14 und 15.

²²⁾ E. Arnold, Wechselstromtechnik 1910, Bd. 2, S. 18/19.

Das typische Bild tritt in fast allen prinzipiellen Abbildungen der Transformator-Streuung bis in die modernsten Lehrbücher auf²³⁾.

Auch die klassische Theorie der Transformator-Streuung, die W. Rogowski schuf²⁴⁾, zeichnet das resultierende Streufeld beider Wicklungen, wenn sie sich in Gegenschaltung befinden, das heißt primäre und sekundäre Ströme entgegengesetzt gleiche Amperewindungen bilden. Bei linearen Leitern zeigt Abb. 8, daß sich die Streuflüsse genau abgrenzen und die Nachrechnung ergibt auch die richtigen Streuflüsse. Anders bei beliebig verteilten Wicklungen! Ein großer Teil der Kraftlinien, die anscheinend zu einem Streuliniensystem gehören, durchsetzt unter Umständen auch die Gegenwicklung (s. Abb. 8 links), ist als doppelt verkettete Streuung in obigem Sinne aufzufassen.

Um die wahren Streuflüsse zu erhalten, muß auch hier im Falle des Eisentransformators von den Teil-Kraftlinienbildern bei einseitiger Erregung ausgegangen werden, wie es Abb. 8 rechts für primäre Erregung andeutet. Da die Sättigung



1 „sekundäre Streuung“
 2 „doppelt verkettete primäre Streuung“
 3 „einfach“
 4 reiner Wirkfluß (M')
 5 Gegendurchstreuung (M', L₁₂)
 6 reiner Streufluß (L₁₂)
 7 Eigendurchstreuung (L₂₂)

Abb. 8. Streuung beim Transformator mit Eisenkern ($\mu = \infty$).

bei einseitigem Leerlauf nicht sehr hoch ist, erhält man nahezu keine störende Beeinflussung durch das Eisen (man kann $\mu = \infty$ voraussetzen) und kann die Induktionswirkung verfolgen. Werden beide Kreise gleichzeitig erregt, so steigt gewöhnlich die Induktion im Eisenkern etwas an, doch spielt das für die meist in Luft verlaufenden Streulinien keine große Rolle, so daß man praktisch recht genau die Streuwerte bei einseitiger Erregung beibehalten kann. Die Veränderung des Wirkflusses durch Belastung ergibt sich, soweit die primäre Erregung wächst, nach der Charakteristik. Der Einfluß des teilweise durch Luft verlaufenden Wirkflußanteiles kann gegenüber dem im Eisen vorhandenen Fluß vernachlässigt werden.

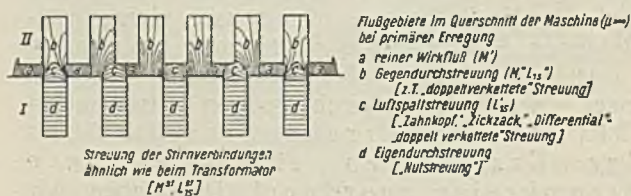
²³⁾ Siehe E. Arnold wie Fußnote 22, ferner G. Benischke wie Fußnote 19; A. Thomälen, Kurzes Lehrbuch der Elektrotechnik; R z i h a - S e i d e n e r, Starkstromtechnik 1930, Bd. 1.

²⁴⁾ W. Rogowski, Mitteilungen über Forschungsarbeiten des VDI (1909) S. 1909 und ETZ 31 (1910) S. 1033, 1069.

b) Zur Definition der Streuung in elektrischen Maschinen.

Die elektrische Maschine bietet der exakten mathematischen Behandlung unübersteigliche Hindernisse, deshalb ist man frühzeitig auf weitgehende Vereinfachungen übergegangen. War die Bestimmung des magnetischen Feldes bisher noch immer, wenn auch mit hohen mathematischen Mitteln möglich, hier wird sie vollkommen unmöglich. Es bleibt die überraschendste Tatsache, daß „berechnete“ Maschinen auch die, oft sehr komplizierten, Anforderungen erfüllen. Das liegt sicher nicht an der Genauigkeit der Rechnungsmethoden, sondern nur daran, daß sich die Prüffelderfahrung stetig auf die Rechnungsmethoden auswirkt und der direkte Vergleich an Rechnung und Messung ständig möglich ist. Die wichtigsten Rechnungsgrößen bei elektrischen Maschinen sind daher auch bekannterweise die empirischen Faktoren, die auch in den einfachsten Formeln auftauchen.

Bei dieser Lage der Dinge hat natürlich die Streuungsrechnung ihre besondere und sehr interessante Geschichte, auf die ich hier aber nicht ein-



| von der Bewegung | Abhängigkeiten der Flußgebiete mit Periode | von Sättigung | von Phasenzahl |
|------------------|--|---------------------------|----------------|
| a | abhängig sekundäre Nutteilung | abhängig | abhängig |
| b | abhängig primäre | fast unabhängig Längsfeld | „ |
| c | fast unabhängig sekundäre | fast unabhängig | unabhängig |
| d | unabhängig | fast unabhängig Querfeld | „ |

$$M' = M' - M'' - M''', L_{12} = L_{12} - L_{12}' - L_{12}'' + L_{12}'''$$

Abb. 9. Streuung bei elektrischen Maschinen. Flußgebiete im Querschnitt der Maschine ($\mu = \infty$) bei primärer Erregung.

gehen kann. Ich möchte hier nur an die seinerzeit prinzipielle Frage erinnern, ob die Ankerrückwirkung Streuung sei oder nicht? Diese Zeiten sind ja überwunden, die Entwicklung der Maschinen hat einen nicht wesentlich mehr zu fördernden Stand erreicht. Jetzt ist also die Zeit, auch über die rechnerischen Einzelheiten eingehender nachzudenken.

Halten wir an der allgemeinen Definition der Streuung als Mangel an induzierender Wirkung fest, und stellen wir uns stetig genutzten Ständer und Läufer vor. Es entwickelt sich bei einseitiger Erregung etwa vom Läufer I aus in den Lufträumen in einem Axialschnitt das Feldbild in Abb. 9, wenn wir zunächst die Permeabilität des Eisens unendlich groß voraussetzen. Die Kraftliniengebiete a stellen reinen Wirkfluß dar, die Linien der Gebiete b sind dagegen nicht voll wirksam, weil sie durch die Leiter hindurchsetzen. Die weiteren Gebiete c und d sind wieder reine Streuflüsse. Berücksichtigt man die Windungszahlen,

so kann man in dieser Stellung verhältnismäßig einfach Wirkfluß und Streufluß bestimmen. Wesentlich ist, daß der Wirkfluß nur den kleinen Luftspalt überbrückt und der Hauptsache nach im Eisen verläuft (etwa wie beim Transformator), während die Streuflüsse im Vergleich dazu große Luftstrecken und nur kleine Eisenwege zurücklegen, weil sie sich über jeder Nut schließen.

Wir gehen wieder vom einseitig erregten Feld aus, weil nach den Ausführungen von Abschnitt I b das resultierende Feldbild nicht maßgebend ist. Abgesehen davon, daß es zeitlich veränderlich ist, gibt jedes Zeitbild Kraftlinienanordnungen, die mit der Unterteilung in einseitig erregte und beidseitig erregte Kraftlinien nicht das geringste zu tun haben²⁵⁾.

Nun bleibt aber in der Maschine, für die Bewegung doch wesentlich ist, das Feldbild nicht konstant, sondern ändert sich periodisch, wie in der Vergleichstabelle von Abb. 9 angedeutet. Die Schwankungen der Streuflüsse können wohl durch einen Mittelwert ersetzt werden, man hat sich aber in der praktischen Streurechnung meist damit begnügt, die Streuung für eine einzige symmetrische Stellung zu rechnen und durch empirische Faktoren, wenn überhaupt, diese Veränderlichkeit zu berücksichtigen²⁶⁾. Meist rechnet man gleich die durch die Streuflüsse induzierten Spannungen.

Setzen wir eine einphasige Synchronmaschine voraus, so ändert sich auch der Wirkfluß mit der Bewegung, und zwar zwischen Null (bei gekreuzten Spulen) und einem Maximum (bei gleichachsig stehenden Spulen). Eigentlich müßte hier der Begriff eines Wirkflusses im Sinne der bisherigen Definition verlassen werden, denn die induzierende Wirkung wird bei konstantem Fluß durch die Bewegung periodisch geändert. Die Ausnutzung kann hier nicht wie bisher durch einen Streufaktor (5) gekennzeichnet werden. Auch hier rettet die Elektrotechnik gewaltsam das Schema, indem sie die induzierte Spannung rechnet und die Streuspannung auf diese bezieht.

Haben wir dagegen mehrphasige Maschinen, so ist es üblich geworden, bei einseitiger Erregung das resultierende Feld aller Phasen zu bilden. Ist ein kleiner gleichmäßiger Luftspalt vor-

handen, den die Induktion radial übersetzt, und sind alle Eisenoberflächen ungenutzt, so daß keine Asymmetrie auftreten kann, so darf man dies ohne Fehler tun. Dieser Fall liegt aber praktisch nie vor. Infolgedessen bedeutet die Rechnung mit Drehfeldern immer nur eine mehr oder weniger grobe Näherung an die wirklichen Verhältnisse. Für die Streuungsrechnung spielt die Phasenzahl keine Rolle, wie auch aus der Tabelle in Abb. 9 hervorgeht.

Der Einfluß der Sättigung ist in ähnlicher Weise wie beim Transformator zu erledigen. Der Wirkfluß ändert sich nach der Charakteristik der Maschine, die Streuflüsse können angenähert proportional den Strömen gesetzt werden, weil die geringen Eisenwege der Streulinien nicht viel Einfluß haben. Es ist aber hier bei den Maschinen sehr zu achten, daß durch große Sättigungen, wie sie in den Zähnen und in Polteilen üblich sind, zusätzliche Streuungen auftreten, indem ein Teil des Wirkflusses aus dem Eisen gedrängt wird, die Leiter durchsetzt oder sich über den Luftspalt zurückschließt. In der Praxis berücksichtigt man diese Veränderungen, die insbesondere bei den hohen Kurzschlußströmen eine große Rolle spielen, noch nicht genügend, meist gar nicht.

Außer den Streuflüssen, die im Axialschnitt einer Maschine kenntlich sind, ist auch die Streuung der Stirnverbindungen in Rücksicht zu ziehen. Diese Streulinien verlaufen nahezu vollkommen in Luft, sie werden nur durch die Eisennähe stark beeinflusst. Es bestehen wohl schon zahlreiche Theorien zur Berechnung der Stirnstreuung, doch ist auch hier die Veränderlichkeit bei sehr hohen Strömen noch nicht erforscht.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die jetzt übliche Berechnung der Streuung wohl nicht als falsch anzusprechen ist, daß sie allerdings sehr grob ist und viele Einflüsse nicht berücksichtigt. Dagegen ist über das Wesen der Streuung eine sehr unklare Vorstellung verbreitet, unterstützt durch die in den meisten Lehrbüchern und Aufsätzen immer wiederholte Bezugnahme auf das resultierende Kraftlinienbild. Nach den Ausführungen des Abschnittes I b hat sich gezeigt, daß das resultierende Kraftlinienbild gar keinen Aufschluß darüber geben kann, von welcher Seite eine Kraftlinie erregt sei. Auch wenn sich eine Kraftlinie um einen einzelnen Leiter schließt, ist sie stets durch beide Ströme gleichzeitig in ihrem Verlauf bestimmt!

²⁵⁾ Aus diesem Grunde sind die Ausführungen über das „Wesen der Streuung“ in Kittler-Petersen, Wechselstromtechnik III, S. 104, eher verwirrend als klärend.

²⁶⁾ Die Schwankung der Streuung hat auch zu verschiedenen Sonderbegriffen in der Streuungsrechnung geführt, wie Differential- und Zickzack-Streuung, die für sich aber keine Berechtigung haben.

Magnetische und elektrische Einheiten und deren Definitionen.

(Angenommen auf der Hauptversammlung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (I. E. C.) in Stockholm 1930.)

Inhalt: Zwecks Erläuterung der auf der Stockholmer Tagung gefaßten Beschlüsse über die magnetischen und elektrischen Einheiten¹⁾ wurde von Prof. A. E. Kennelly ein zusammenfassender Bericht vorgelegt, der hier dem wesentlichen Inhalt nach veröffentlicht wird.

Auf der Hauptversammlung der I. E. C. in Bellagio 1927 hat das Italienische Nationalkomitee vorgeschlagen, eine Einheit des magnetischen Flusses Φ , im praktischen oder Volt-Ampere-Ohm-System, mit einer bestimmten Benennung anzunehmen. Dieser Vorschlag wurde einem besonderen Unterausschuß des beratenden Komitees Nr. 1 für Benennungen zur Begutachtung und Berichterstattung überwiesen („Unterausschuß für magnetische Einheiten“, aus je einem Vertreter von Deutschland, England, Frankreich, Holland, Italien, U. S. S. R. und V. St. A.).

Die über diesen Vorschlag zwischen den einzelnen Mitgliedern des Unterausschusses geführte Korrespondenz ergab wesentlich verschiedene Meinungen und es wurde daher entschieden, die Frage im Wege von Veröffentlichungen und Aussprachen in den einzelnen Ländern und in den I. E. C.-Nationalkomitees zu erörtern und derart die internationale Genehmigung auf der Hauptversammlung in Skandinavien 1930 vorzubereiten.

Der Unterausschuß einigte sich dahin, eine Revision der in Paris im Jahre 1900 angenommenen C. G. S.-Einheiten zu versuchen. Dazu war es notwendig, erst die internationale Zustimmung zu grundlegenden Definitionen der C. G. S.-magnetischen Einheiten zu erreichen, im besonderen der magnetischen Permeabilität (Durchlässigkeit) μ , über welche in fast allen Ländern Meinungsverschiedenheiten bestanden.

Es wird allgemein zugegeben, daß im Vakuum oder im freien Raum eine gleichförmige magnetisierende Kraft \mathfrak{H} eine gleichförmige Flußdichte \mathfrak{B} von gleicher zahlenmäßiger Größe erzeugt, so daß die Durchlässigkeit im freien Raum (Raum-Permeabilität) μ_0 oder das Verhältnis $\mathfrak{B}/\mathfrak{H}$ gleich der Einheit ist.

Es wurde dagegen vielfach erörtert, ob, angenommen ein $\mathfrak{H} = 20$ erzeuge ein $\mathfrak{B} = 20$ im freien Raum, die Flußdichte \mathfrak{B} eine physikalische Größe derselben Art sei wie \mathfrak{H} , oder ob \mathfrak{H} eine Größe \mathfrak{B} erzeuge, welche, wiewohl zahlenmäßig dieselbe, physikalisch verschieden sei. Wenn \mathfrak{H} und \mathfrak{B} physikalisch gleichbedeutend sind, dann ist es nicht nur überflüssig, sondern auch irreführend, sie verschieden zu benennen und ihnen verschiedene Einheiten zu geben. Dieselbe Einheit Gauß, auf die eine Größe angewendet, würde notwendigerweise auf die andere anzuwenden sein. Wenn aber die Flußdichte \mathfrak{B} dem Wesen nach von der magnetisierenden Kraft \mathfrak{H} verschieden ist, dann ergibt sich die Notwendigkeit, für

diese Größe verschiedene Einheiten vorzusehen, auch wenn über die absoluten Größenordnungen von \mathfrak{B} und \mathfrak{H} , ausgedrückt durch Länge, Masse und Zeit, keine Einigung erzielt werden kann.

In der ersten Sitzung hat sich der Unterausschuß für magnetische Einheiten einstimmig der Hypothese angeschlossen, daß, für elektrotechnische Zwecke, \mathfrak{B} und \mathfrak{H} im freien Raum verschiedene physikalische Dimensionen haben, so daß ihr Verhältnis μ_0 , die Raumpermeabilität, eine Größe von bestimmter Dimension und nicht eine reine Zahl ist (im C. G. S.-System).

Es wurde auch einstimmig angenommen, daß das Verhältnis μ/μ_0 der absoluten Permeabilität eines magnetischen Stoffes, wie Stahl, zur Raumpermeabilität, seine relative Permeabilität genannt werden und als reiner Zahlenwert gelten soll.

Wenn man daher sagt, Stahl habe bei einer bestimmten magnetisierenden Kraft eine absolute Durchlässigkeit μ von etwa 1000, dann ist dies eine Zahl von derselben Dimension wie die Durchlässigkeit des Raumes μ_0 ; wenn man aber sagt, er habe eine relative Durchlässigkeit μ/μ_0 von 1000, dann ist dies eine unbekannte Zahl.

Das Arbeitsgebiet des Unterausschusses für magnetische Einheiten wurde vom beratenden Komitee Nr. 1 für Benennungen erweitert und die Anzahl der Mitglieder erhöht, so daß diesem „Unterausschuß für elektrische und magnetische Einheiten und Größen“ nun je ein Vertreter der folgenden Länder angehört: Deutschland, England, Frankreich, Holland, Italien, Norwegen, Polen, Rumänien, Spanien, U. S. S. R. und V. St. A. Benennungen für C. G. S.-magnetische Einheiten.

Nachdem die Frage der Durchlässigkeit einstimmig festgelegt war, nahm der neue Unterausschuß entweder einstimmig oder mit großer Stimmenmehrheit folgende Namen für magnetische Einheiten im C. G. S.-System an:

Für die C. G. S.-magnetische Einheit
 der magnetomotorischen Kraft \mathfrak{F} Gilbert
 der magnetischen Feldstärke \mathfrak{H} Oersted
 des magnetischen Flusses Φ Maxwell
 der magnetischen Flußdichte (Induktion) \mathfrak{B} Gauß

Es wurde von seiten des Dänischen Nationalkomitees geltend gemacht, daß, wiewohl der Name Oersted in Amerika für die C. G. S.-Einheit des magnetischen Widerstandes (Reluktanz) verwendet wurde, dies niemals international festgelegt worden war; auch hat sich Oersted nicht mit magnetischem Widerstand befaßt, sondern er hat das von einem elektrischen Strom erzeugte Feld entdeckt und es wäre daher zutreffender, den Namen Oersted für die Einheit \mathfrak{H} als für die Einheit von \mathfrak{R} (Reluktanz) international anzunehmen.

¹⁾ Vgl. den Bericht über die Tagung der I. E. C. in Skandinavien, E. u. M. 48 (1930) S. 840.

Es werden daher folgende Einheiten des C. G. S.-magnetischen Systems vorläufig ohne Namen bleiben: Reluctance (magnetischer Widerstand), Reluctivity (spezifischer magnetischer Widerstand), Permeance (magnetischer Leitwert) und Permeability (magnetische Durchlässigkeit), Einheiten, deren Benennung indessen von den Elektrotechnikern leicht entbehrt werden können.

Namen für magnetische Einheiten im praktischen System.

In Übereinstimmung mit dem italienischen Vorschlag von 1927 nahm der Unterausschuß einstimmig eine praktische Einheit des magnetischen Flusses Φ mit dem Werte von 10^8 C. G. S.-Einheiten und mit dem Namen Pramaxwell an.

Die Vorsilbe pra ist eine Abkürzung des Wortes „praktisch“.

Die Vorsilbe pra wurde auch zur Ableitung anderer praktischer Einheiten von den entsprechenden C. G. S.-Einheiten als geeignet angesehen.

Es wurde aber bei der Durchsicht der Beschlüsse des Unterausschusses durch das Komitee darauf hingewiesen, daß das Pramaxwell, in der oben angegebenen Erläuterung, eine endgültige magnetische Einheit und der Einheitsname dafür wäre, über welche kein Mißverständnis bestehen könne. Bei dem Versuche, praktische magnetische Einheiten aus den restlichen Gliedern der C. G. S.-Reihe zu bilden, zum Beispiel Prabilbert, Praersted oder Pragauß stößt man jedoch auf Schwierigkeiten.

Die Ursache liegt darin, daß es heute mindestens drei verschiedene anerkannte Systeme von „praktischen“ Einheiten gibt, nämlich:

a) das quadrant-eleventh-gram-second System von Maxwell²⁾,

b) das meter-kilogramm-second System von Giorgi³⁾,

c) das centimeter-gram-seventh-second System von Dellinger, Bennett, Karapetoff und Mie⁴⁾.

Überdies wird bezüglich jedes dieser drei Systeme manchmal erwogen, sie durch Umstellung des Faktors 4π aus der magnetomotorischen Kraft in den magnetischen Widerstand zu vereinfachen. Es würden sich daher mindestens zwei mögliche Werte für das „Prabilbert“ und sechs mögliche Werte für das „Pragauß“ ergeben.

Unter diesen Umständen scheint es vorläufig wünschenswert, die Namen für praktische magnetische Einheiten, soweit es die Vorsilbe pra betrifft, auf das Pramaxwell zu beschränken.

²⁾ J. C. Maxwell, A treatise on electricity and magnetism vol II., Nr. 629, S. 246, oder J. C. Maxwell, Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus, auf deutsche Übersetzung von Dr. B. Weinstein, 1883, II. Bd., S. 320 und 321.

³⁾ G. Giorgi, Nuovo Cimento (5) 4, S. 11. 1902.

⁴⁾ Dr. Gustav Mie, Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus, S. 114. S. a. F. F. Martens, Versuch einer einheitlichen Darstellung der Formeln, Formelzeichen und Einheiten der Elektrizitätslehre, ETZ 44 (1923) S. 520.

Natürlich bleibt die Amperewindung eine seit langer Zeit eingeführte und außerhalb jedes Zweifels stehende praktische Einheit der magnetomotorischen Kraft.

Einheit der Frequenz.

Das Deutsche Nationalkomitee hat vorgeschlagen, das „Hertz“ als internationalen Namen der Einheit der Frequenz anzunehmen mit dem Wert einer Periode pro Sekunde.

Es konnte aber über diesen Vorschlag keine Einigung erzielt werden, und der Unterausschuß wird sich weiter damit zu befassen haben.

Blindeinheiten für Wechselstromkreise und -systeme⁵⁾.

Über Vorschlag des Rumänischen Nationalkomitees wurde für die praktische Einheit der Blindleistung in einem Wechselstromkreise oder -system der Name Var angenommen, als Zusammenziehung der Wörter Volt-Ampere-reactive.

Es hat daher das gebräuchliche, die Wechselstromleistung darstellende rechtwinklige Dreieck zur Basis: Watt, zur Höhe: Var und zur Hypothense: Volt-Ampere.

Vom Var abgeleitet ist das Kilo var = 1000 Var, mit der abgekürzten Bezeichnung kvar.

Ähnlich werden die Produkte Varstunde, abgekürzt varh, und Kilo varstunde, abgekürzt kvarh, gebildet.

Der Vorschlag, zur Bezeichnung der Blindleistung das Wort „Hormananz“ (griechisches Wort gleichbedeutend mit Erregung) anzunehmen, wurde fallen gelassen und dem weiteren Studium überwiesen, dagegen für die Blindleistung vorläufig der Ausdruck „reactive power“ angenommen, so daß das Wechselstromleistungsdreieck zur Basis: Wirkleistung (active power), zur Höhe: Blindleistung (reactive power) und zur Hypothense: Scheinleistung (apparent power) hat.

Definition des Leistungsfaktors in einem sinusförmigen Wechselstrom-System.

In Übereinstimmung mit einem Vorschlag des Rumänischen Nationalkomitees wurde entschieden, den Leistungsfaktor eines sinusförmigen Wechselstromsystems, im Beharrungszustand, durch den zahlenmäßigen Wert des Ausdruckes $\frac{P}{\sqrt{P^2 + Pr^2}}$

anzugeben, worin P die Gesamtwirkleistung des Systems in Watt und Pr die Gesamtblindleistung des Systems in Var bedeuten.

Definition des Leistungsfaktors in einem einphasigen, nichtsinusförmigen Stromkreis.

Für den allgemeinen nichtsinusförmigen Stromkreis wurde vorläufig als Definition des Leistungsfaktors der zahlenmäßige Wert des Ausdruckes $\frac{P}{VJ}$ angenommen, worin P die Wirk-

⁵⁾ Vgl. Weber, E. u. M. 47 (1929) S. 277. 301.

leistung in Watt und VJ die Scheinleistung, als Produkt von Spannung V und Strom J , bedeuten.

Verschiedene andere Fragen über Blindkomponenten in einem allgemeinen nichtsinusförmigen Wechselstromsystem wurden dem weiteren Studium im Unterausschuß überwiesen, ebenso verschiedene Unklarheiten im Gebrauch der bestehenden elektrischen und magnetischen Einheiten.

Die Beschlüsse des Unterausschusses für elektrische und magnetische Einheiten und Größen

wurden vom beratenden Komitee Nr. 1 für Benennungen durchgesehen, einstimmig angenommen, und der Hauptversammlung der I. E. C. in Oslo vorgelegt, welche sie vollinhaltlich bestätigte.

In diesem Zusammenhang möge einer Huldigung der Mitglieder der I. E. C. vor dem Monumente Oerstedts in Kopenhagen am 27. Juni d. J. gedacht werden. Präsident Prof. Feldmann legte einen Kranz mit einer Widmung der I. E. C. zu Füßen der Statue nieder.

Rundschau.

Stromverteilung, Kraftübertragung.

Ein Elektrizitätswirtschaftliches Programm für Europa. Auf der Berliner Weltkraftkonferenz war der Vortrag O. Olivens über Europas Großkraftlinien¹⁾ der äußere Ausdruck der Völker und Staaten verbindenden Bestrebungen der modernen Verbundwirtschaft.

Wenn nun fast gleichzeitig Ernst Schönholzer ein Elektro-Wirtschafts-Programm für ganz Europa entwirft, so ist dies kein bloßer Zufall, sondern ein Beweis dafür, daß heute bei vielen führenden Geistern aller Völker über die Hemmungen des Alltags hinaus ein Zukunftsglaube lebendig wird, daß auch der Energiewirtschaft, ähnlich wie bereits Post, Telegraph, Telefon, Radio und allen Verkehrsgelegenheiten, eine weltumspannende Rolle zukommen wird. Mit vielem Temperament räumt der Ver-

phische: der 42 km breite und nur 50 m tiefe Ärmelkanal soll durch einen Doppel-Damm nach dem Projekt Jäger²⁾ überwunden werden, welcher auf den Dämmen für Eisenbahnen und Autos, zwischen den Dämmen für Schiffe Verkehrsgelegenheit geben soll, die elektrische Übertragung soll durch eine Fernleitung erfolgen, getragen von Masten, die auf den beiden 300 m entfernten Dämmen stehen.

Die finanziellen Vorteile der Krafterzeugung aus Wasserkraftwerken und einer Fernübertragung für die europäische Grundlast versucht der Verfasser dadurch nachzuweisen, daß er für die vergleichsweise kalorische Eigendeckung mit Rücksicht auf die unwiderbringlichen Verluste (Wirkungsgrad 25 vH), die volkswirtschaftlichen Gesteungskosten für 1 kg Steinkohle mit $\frac{43}{0.25} = 17$ g ansetzt, womit sich die erzeugte kWh auf

3.6 g stellen würde, während die Erzeugung aus Großkraftwerken einschließlich der Übertragung eher die Hälfte dieses Betrages kosten würde. Für die Länder mit schlechterer eigener Kohlenbasis als Großbritannien gälte die Vergleichsrechnung in noch erhöhtem Maße.

Wenn es auch schwer fällt, einer so begründeten Vergleichsrechnung die Seriosität zuzuerkennen, so wollen wir doch unsere Besprechung zu dieser interessanten Studie mit dem Leitmotiv des Verfassers beenden: Jedes gelungene, der Allgemeinheit nutzende Unternehmen begann als Utopie und endete als Realität.

J. O.
(STZ 27 (1930) S. 385.)

Leitungen und Leitungsbau.

Dämpfung der Leitungseilschwingungen³⁾. Von Prof. Dr. H. Thoma, Karlsruhe. Ausgehend von den Untersuchungen Ribmüllers und Kármáns über die Ursachen von Schwingungen der Hohlseil- und stärkeren Vollseilleitungen im Winde sucht der Verfasser durch Versuche Mittel zur Dämpfung dieser Schwingungen zu finden. Soweit diese nach obigen Untersuchungen dadurch entstehen, daß die Leitung, die zwischen ihren Aufhängepunkten mit verschiedenen Zahlen von Schwingungsknoten zu schwingen vermag, in einem dieser möglichen Schwingungszustände in Resonanz mit der Frequenz der periodisch sich ablösenden Luftwirbel gerät, wird diese Regelmäßigkeit gestört werden, wenn in den Räumen auf der Windschattenseite des Seiles, den sogenannten Toträumen, für eine möglichst gute Durchmischung der sich dort ansammelnden Flüssigkeits- bzw. Luftmengen gesorgt wird. Die Luftstrahlen, die die Wirbelablösungen im Windschatten stören oder beschleunigen sollen, lassen sich bei einem Hohlseil in einfacher Weise dadurch erzielen, daß man seine Oberfläche lecht. Diese Lochungen werden einen Teil des die Schwingungen anfachenden Windes auf der Vorderseite in das Seil eintreten lassen, die dann auf der Rückseite in Strahlenform in den Totraum treten, und dort die Wirbelablösung beeinflussen, bzw. stören. Die Versuche zeigten,

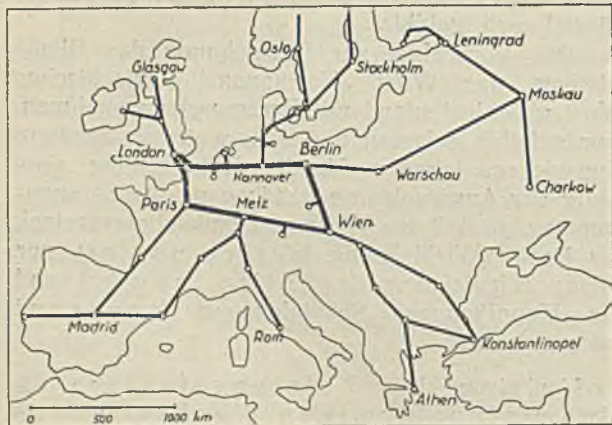


Abb. 1.

fasser Kriege, Kriegsvorbereitungen, Militär und Rüstungen in allen europäischen Staaten ab und baut mit diesem Geld (35 Milliarden ö. S) 50 neue Wasserkraftgroßwerke (über 6 000 000 kW) und das erforderliche Verteilnetz. Damit soll die 8760stündige Grundlast Europas von 50 Milliarden kWh (davon je ein Fünftel Großbritannien, Deutschland, Frankreich) gedeckt und der gegenwärtigen Kohlenverschwendung (nur im Rahmen der Grundlast jährlich 24 Mill. t Kohle) Einhalt geboten werden.

Eine einheitliche Durchführung der elektrischen Traktion, eine vollständige Elektrifizierung der Landwirtschaft soll in allen Staaten Europas Platz greifen. Ein zentrales Leitungsnetz London, Berlin, Wien, Paris mit 660 kV und weitausstrahlenden Ausläufern nach Skandinavien, Rußland, Konstantinopel, Athen, Rom, Lissabon und Irland soll die Hauptverteilung übernehmen (Abb. 1).

Der Verfasser versucht auch, seiner Zukunftsphantasie eine technisch-wirtschaftliche Begründung zu geben. Von den behandelten elektrisch-mechanischen Schwierigkeiten erwähnen wir als physikalisch-geogra-

¹⁾ Vgl. E. u. M. 48 (1930) S. 791.

²⁾ ETZ 48 (1927) S. 440.

³⁾ Vgl. E. u. M. 44 (1926) S. 254; 45 (1927) S. 185; 47 (1929) S. 244 und S. 593 ff.

daß eine kleine Auslochung des Hohlseiles zur Erzielung des besprochenen Vorganges genügt.

Der Verfasser ließ sich von der Überlegung leiten, daß bei geeigneter Versuchsanordnung in Wasser und in Luft grundsätzlich dieselben Erscheinungen zu erwarten sind, weshalb er der Einfachheit halber die Versuche in Wasser durchführte¹⁾. Es wurde hierzu eine wasserdurchströmte Rinne von 400 mm Weite und einer Wassertiefe von 350 mm mit etwa 0,25 m/s Wassergeschwindigkeit benutzt. Die Versuchskörper waren Messingrohre und Holzstäbe von etwa 400 mm Länge und 30 mm Durchmesser, die etwa 300 mm tief ins Wasser tauchten. Mit dem oberen Ende waren sie an einem elastischen Metallstab befestigt, der weiter oben in einer verstellbaren Klemme festgehalten wurde. Vom oberen Ende des Versuchskörpers ging ein Faden zu einer Schreibvorrichtung, so daß sich die Schwingungen sichtbar in Naturgröße auf einen Papierstreifen zeichnen. Das glatte Rohr zeigte hierbei Schwingungen, die fast zur Gänze gleichmäßig verliefen, während das mit etwa 3 vH der Oberfläche gelochte Schwingungen erzeugte, deren Ausschläge nur halb so groß waren wie die des glatten Rohres. Die von Hand verursachten größeren Schwingungen zeigten bald eine Dämpfung auf das erwähnte Maß. Das kennzeichnende der Schwingungen wurde in guter Übereinstimmung mit der von Ribmüller an wirklichen Fernleitungen aufgenommenen Schwingungen gefunden, woraus der Verfasser den Schluß zieht, daß die Modellversuche das Wesentliche der wirklichen Vorgänge erkennen lassen. Versuche mit einem Rohr, das zu 7 vH der Oberfläche gelocht war, zeigte im allgemeinen gar keine Ausschläge. Kleine, vermutlich durch Störungen im Wasserlauf verursachte Schwingungen klangen bald ab, ebenso die von Hand herbeigeführten.

Aus weiteren Vergleichen wird geschlossen, daß die Reibung bei der Bewegung der Registriervorrichtung nichts zur Dämpfung der Schwingungen beiträgt, sondern die Auslochung allein die Wirkung hat, den Einfluß der von Kármán entdeckten Wirbelablösungen zu beseitigen, so daß auch bei den weniger befriedigenden Versuchen mit dem nur 3 vH ausgelochten Rohr die Beseitigung der Hauptimpulse der Lochung zuzuschreiben ist. Die durch die Eigenreibung hervorgerufene Dämpfung dürfte dann für praktische Zwecke genügen.

Ein sehr gutes Ergebnis hatte ein Versuch mit einem Stab, der mit seichten, schraubenförmig verlaufenden Nuten versehen war, so daß der Querschnitt dem eines aus Litzen gewundenen Seiles ähnlich war. Die Ausschläge waren sehr gering, und von Hand bewirkte größere Ausschläge klangen bald ab. Dagegen hatte eine Aufrauung eines Teiles der Oberfläche keine Wirkung.

Für den Leitungsbau ergibt sich daraus der Schluß, stärkere Vollseilleitungen zweckmäßig aus sektorförmig gezogenen Litzen zu bauen. Der Verfasser glaubt, daß auch Seile mit runden Litzen eine gute Dämpfung zeigen dürften.

V. H.

(ETZ 51 (1930) S. 765.)

Fernmeldetechnik.

Funkwesen im Flugverkehr. Der Tätigkeitsbericht 1929 der deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, E. V., Berlin-Adlershof, enthält unter anderem bemerkenswerte Untersuchungsergebnisse auf dem Gebiete des Funkwesens, welchen wir in gedrängter Kürze entnehmen:

I. **Kurzwellenuntersuchungen.** Die Anerikafahrt des Luftschiffes „Graf Zeppelin“ gab Gelegenheit, Kurzwellenversuche über sehr große Entfernungen auszuführen. Die Langwellenstation des Luftschiffes hatte im ganzen Wellenbereich eine größte Stromstärke von 5 A und eine effektive Antennenhöhe von 29 m, was nach der Austinschen Formel²⁾ über See eine größte Reichweite von rund 2000 km ergibt. Ein unmittelbarer Nachrichtenverkehr mit dem Luftschiff auf großen Reisen mittels Langwellen ist daher ohne Relaisstationen nicht möglich. Auf der Amerikafahrt wurden nun Versuche mit einem 2 W-Kurzwellengerät für

15 bis 60 m gemacht; als Antenne diente ein Horizontal-Dipol. Das Ergebnis der meist mit Telegraphiebetrieb durchgeführten Reichweiteversuche war eine praktisch durchgehende Verbindung bis zu 4000 km Entfernung auf der Ausreise und von 3400 km an auf der Rückreise, wobei der Kurzwellenempfang im Luftschiff viel weniger durch Luftstörungen beeinträchtigt war als auf langen Wellen.

Weitere Versuche machten K. Krüger und H. Plendl³⁾ in Zusammenarbeit mit der Hochfrequenzindustrie im 1000 km-Bereich, welche gleichfalls der Erforschung der Ausbreitung dienten. Als Sender arbeitete ein 2 W-Gerät von nur 4 bis 5 kg Gewicht, mit einem Wellenbereich von 30 bis 70 m, zufriedenstellend. Die Entwicklung eines geeigneten Flugzeugempfängers stieß dagegen auf erhebliche Schwierigkeiten, welche durch Zerstörung des Empfangstones und Tonschwankungen infolge der Erschütterungen und Schwanungen des Gerätes, durch Störgeräusche von der Zündanlage und durch Induktion der schwingenden Empfangsantenne bedingt wurden, wobei diese Empfangsstörungen auch sehr von den verwendeten Flugzeugtypen beeinflusst werden. Bei den Ausbreitungsversuchen auf konstante Entfernung von rund 500 km ergab sich für die 50 m-Welle bei Tag eine sichere Verkehrsreichweite von etwa 500 bis 600 km. Dieselbe Welle erwies sich auf eine Entfernung von 500 km auch des Nachts als brauchbar, und es zeigten sich dabei innerhalb der genannten Entfernung keine Schwächungszonen. Letzteres war auch bei Wellen über 50 m der Fall, doch ergaben diese geringere Reichweite. Bei Wellen unter etwa 48 m zeigten sich (auch des Nachts) ausgeprägte Schwächungszonen, die mit abnehmender Wellenlänge an Häufigkeit und Ausdehnung zunahmten. Die Empfangslautstärke erwies sich als unabhängig von der Flughöhe des Senders über dem Boden und von der Sendungsrichtung (Flugzeug-Boden oder umgekehrt). Ferner war Nachrichtenverkehr vom am Boden oder Wasser befindlichen Flugzeug ohne weiteres möglich, was für Notlandungen von besonderer Bedeutung ist. Über Erfahrungen bei veränderlicher Entfernung bis zu 1000 km fehlen, trotz der großen Zahl von Versuchs-Überlandflügen, noch Beobachtungen der günstigen Welle um 50 m über ein ganzes Jahr, ferner sind noch Mittel für die Ausgleichung der Fadings (kurzzeitige Schwunderscheinungen) zu erproben.

II. **Untersuchungen zur Erleichterung der Nebellandung.** Zur Ermöglichung der für regelmäßigen Flugverkehr sehr wichtigen Voraussetzung einer jederzeitigen Landung, auch bei dichtem Nebel über dem Flugplatz, wurden von H. Fabender und G. Kurlbaum Versuche mit gebündelten, drahtlosen Strahlenkegeln ultrakurzer Wellen durchgeführt, über deren Ergebnisse an dieser Stelle schon berichtet wurde⁴⁾.

III. **Langwellen-Untersuchungen.** Wie die Betriebserfahrungen von FT-Anlagen im Flugverkehr zeigen, liegt in sehr vielen Fällen die Störungsursache im Stromerzeuger und es wurde daher den bezüglichen Kleingeneratoren besonderes Augenmerk geschenkt.

Weiters wurden von F. Eisner und G. Kurlbaum die verbesserte Neuausführung der 100/120 W-Langwellengeräte der C. Lorenz-A.-G. und der neue Sekundärempfänger zur Flugzeugstation 262 F von Telefunken eingehend geprüft⁵⁾. Die Untersuchungen umfaßten die elektrischen Eigenschaften des Empfängers, wie Empfindlichkeit bei ungedämpftem und tonmoduliertem Telegraphie-Empfang, sowie Telephonie-Empfang, ferner die Selektivität, Bedienbarkeit und konstruktive Ausführung.

Die grundsätzliche Frage, inwieweit ein und derselbe Empfänger (sowohl als Telegraphie- als auch Telephoniegerät) bei seiner Verwendung im Flugzeug gegenüber jener als Bodempfänger beeinträchtigt wird, wurde zu klären versucht. Bei den Telephonie-Empfängern wurde die prozentuale Silbenver-

¹⁾ Vgl. a. L. Binder, E. u. M. 44 (1926) S. 910.

²⁾ E. u. M. 33 (1915) S. 26.

³⁾ E. u. M. 46 (1928) Die Radiotechnik S. 52.

⁴⁾ S. „Ultra-Kurzwellen“, E. u. M. 48 (1930) S. 134.

⁵⁾ Vgl. a. E. u. M. 46 (1928) Die Radiotechnik S. 23 ff.

ständigkeit¹⁾ (bei Kabelverbindungen verlangt man eine 30prozentige, bei langen Fernkabeln eine 55prozentige, in Ortsnetzen eine 74prozentige Silbenverständlichkeit) durch Relastarkmessungen im Flugzeug und am Boden festgestellt. Bei Telegraphiebetrieb wurde an Stelle der Silbenverständlichkeit die Zeichenverständlichkeit gemessen. Es zeigte sich zunächst bei den verschiedenen Empfangertypen eine sehr unterschiedliche Silbenverständlichkeit, so daß für einen brauchbaren Flugzeugempfang in Hinkunft auch auf eine ausreichende Silbenverständlichkeit, bei entsprechend niedrig liegender Feldstärke, Gewicht gelegt werden muß. Die Unterschiede zwischen Flugzeug und Boden ergaben sich dagegen als sehr gering. Die vergleichenden Messungen haben aber auch neuerlich gezeigt, daß die notwendige Mindestfeldstärke bei telegraphieempfang zahlenmäßig ganz bedeutend niedriger liegt als bei telephonie, so daß man auf Verwendung der telephonie im Flugzeug keine allzu großen Hoffnungen setzen kann.

IV. Untersuchungen von Peilverfahren. Darüber wurde in der Zeitschrift bereits berichtet²⁾.

Für die Navigation eines Flugzeuges mittels Hochfrequenz sind außer der Eigen- und fremdpeilung auch noch das sogenannte Leitkabel-Verfahren vorgeschlagen worden. Man versteht darunter die Beschickung von Fernleitungen (Postleitungen oder auch Hochspannungsleitungen) mit hochfrequenten, leitungsgerichteten Strömen, die das Flugzeug mittels eines Rahmengerätes empfängt und als Eigenpeilung zur Orientierung verwendet. Es wurde zur Erprobung dieser Methode ein Zielflug auf den an ein Leitkabel angeschlossenen Sender versucht. Dabei ergab sich, daß diese Art Peilung unsicher und unscharf ist, auf alle Fälle aber erhebliche Anforderungen an die Geschicklichkeit des Peilenden stellt.

Ing. B. K.

Elektrische Heizung, elektrisches Schweißen.

Geschweißte Bauwerke in Amerika. Frank P. Mc Kibben bespricht die stetige Zunahme von geschweißten Stahlkonstruktionen für Bauten³⁾. Das höchste Bauwerk, ein Hotel in Hot Springs, Va., hat eine Höhe von zirka 55 m, mit 11 Stockwerken im Haupttrakt; mehrere geschweißte 10 t-Laufkräne von 18 bis 24 m Spannweite sowie zahlreiche 2 t-Wandkräne arbeiten seit nahezu zwei Jahren klaglos. Auch im amerikanischen Brückenbau findet die Schweißung weitgehend Verwendung. So wurde zum Beispiel über die alte Pennsylvania-Straßenbrücke über den Susquehanna eine zweite Fahrbahn gelegt, um den Verkehr nach Fahrtrichtungen in die Stockwerke verteilen zu können. Die obere Fahrbahn ist durch die ganze Brückenlänge, das ist nahezu 1 km, geschweißt. Die Lichtbogenschweißung bewährt sich besonders zum Einziehen neuer I-Träger in alte Konstruktionen, da nur das Mauerwerk vor der vorhandenen Stahlkonstruktion beseitigt werden muß.

71 amerikanische Städte haben die Schweißung bereits in ihre Bauordnung aufgenommen, andere befassen sich bereits mit dieser Erweiterung. Verschiedene große Gesellschaften und Anstalten haben Prüfungen über die notwendige Festigkeit der Schweißungen⁴⁾ vorgenommen, als deren Ergebnis die American Welding Society folgende Richtlinien aufgestellt hat: Das Schweißmetall, das Schweißfutter, kann bei Gebäuden bis zu 800 kg/cm² belastet werden. Eine 3/8 Zoll-Schweißung von 1 Zoll Länge verträgt eine Belastung von 3000 lbs. (1360 kg), so daß also bei einer Beanspruchung von 30 000 lbs. (13 600 kg) 10 Zoll einer 3/8 Zoll-Schweißung nötig werden. Eine 1/2 Zoll-Niete genügt für 4500 lbs. (1946 kg), die gleiche Belastung würde 1 1/2 Zoll einer 3/8 Zoll-Schweißung erfordern.

Für die Schweißarbeiten ist gegenwärtig Handschweißung der leichteste und billigste Weg, aber mehrere Fabriken verwenden bereits automatische

Schweißmaschinen, die mit starken Strömen und großer Geschwindigkeit arbeiten. Die bemerkenswerteste Anlage, die auf diese Weise ausgeführt wurde, ist eine Wasserleitung in Springfield, Mass., mit einer Länge von rund 10 km, bei welcher Rohrschüsse von zirka 9 m in der Fabrik geschweißt und dann an der Baustelle vernietet wurden. Im Gebäude der G. E. Co. in West-Philadelphia hatten die geschweißten Dachstreben bei einer Spannweite von zirka 20 m ein Gewicht von 5000 lbs. (2270 kg), während die genietete Konstruktion ein solches von 6800 lbs. (3087 kg) aufwies, es ergab sich also durch das Schweißen eine Gewichtersparnis von 1800 lbs. (817 kg). Bei Streben von 25 m betrug die Ersparnis 4000 lbs. (1816 kg). Beim Vergleich genietet und geschweißter Blechträger von 14 m ergaben sich Ersparnisse von 2031 lbs. (923 kg) oder 27 1/2 %.

H. T.
(El. World 95 (1930) S. 692.)

Magnetismus und Elektrizitätslehre, Physik.

Vergleich von Protonen und Elektronen bei der Erregung von Röntgenstrahlen durch Stoß. Von H. A. Barton. Seit Entdeckung der Röntgenstrahlen (1895) wurde eine sehr große Zahl von Untersuchungen ausgeführt, um die Gesetze näher kennen zu lernen, welche die Erzeugung der Röntgenstrahlen beherrschen. Man weiß nun, daß der Stoß schneller Elektronen auf dichte Flächen die prinzipielle Erscheinung ist, welche die Emission der Röntgenstrahlen zur Begleiterscheinung hat. Mit dem Fortschritt der Vakuum- und Glühkathodentechnik wurde es möglich, exakte Versuche anzustellen, die zur Auffindung von empirischen Gesetzen geführt haben, welche die Natur, Wellenlänge und Intensität der Strahlung als Funktion der Elektronengeschwindigkeit und des Antikathodenmaterials darstellen. Derartige Experimente sind noch im Gang, aber es kann schon jetzt mit Bestimmtheit gesagt werden, daß (abgesehen von untergeordneten Betrachtungen durch die begrenzte Dicke und Dichte praktischer Antikathoden), nur die Kenntnis der Geschwindigkeit der Elektronen, sowie die der Atome des Antikathodenmaterials erforderlich ist, um alle Eigenschaften der Strahlung angeben zu können.

Die experimentelle Überprüfung der Gesetze, welche die Erzeugung von Röntgenstrahlen durch Elektronenstoß beherrschen, ist nahezu vollständig. Indes schafft die Existenz des Protons mit seiner Masse von 1846mal der des Elektrons bei den Stoßexperimenten die Möglichkeit der Einführung einer neuen Variablen, nämlich der Masse. Vorläufige Untersuchungen in dieser Richtung haben bis nun noch nicht zu beweiskräftigen Resultaten geführt; ausgenommen die Tatsache, daß beim Auftreffen rascher α -Partikel auf ein chemisches Element sein charakteristisches Röntgenspektrum erregt wird.

Bei Bartons Experimenten wurde ein Massenspektrograph¹⁾ verwendet, welcher entweder Protonen oder Elektronen von derselben Energie zwischen 15 bis 25 kV auf die Kupfer-Antikathode brachte. Seine Anordnung eliminiert verschiedene bekannte Fehlerquellen. Die erzeugte Röntgenstrahlung ging in einen Geigerschen Spitzenzähler²⁾ über, dessen Kammer mit Argon gefüllt war, die vorne durch ein Cellophan-Fenster abgeschlossen war. Das Verfahren bestand darin, zwei Ströme zu vergleichen, und zwar 1. den Strom, der jenen Elektronenstrahl bildete, der gerade intensiv genug war, um feststellbare Röntgenstrahlen hervorzurufen; und 2. jenen Strom, der den stärksten Protonenstrahl bildete, der zuverlässig geringere Strahlung hervorruft. Der Betrag für die Stromstärken ist ein Minimumwert für ϱ , den Betrag der Wirksamkeiten für Elektronen- bzw. Protonenerregung. Die Resultate waren die folgenden: Es wurde keine Strahlung von Protonenstößen beobachtet. Der Minimumwert von ϱ bei drei experimentellen Versuchsreihen betrug 740, 237 000 und 6400. In Hinsicht auf die Unmittelbarkeit des Experimentes wird die Größenordnung der höchsten Zahl durch

¹⁾ E. u. M. 48 (1930) S. 128.

²⁾ E. u. M. 46 (1928) Die Radiotechnik S. 55; 47 (1929) S. 993. Vgl. Benz, E. u. M. 48 (1930) S. 822.

³⁾ E. u. M. 45 (1927) S. 53; 47 (1929) S. 1017.

⁴⁾ E. u. M. 44 (1926) S. 287; 47 (1929) S. 863.

¹⁾ E. u. M. 45 (1927) S. 387.

²⁾ E. u. M. 45 (1927) S. 382.

das Resultat $\rho = 10^5$ dargestellt. (Vgl. dazu das Massenverhältnis $M/m = 1846$.)

Wellenmechanische¹⁾ Überlegungen der Stoßvorgänge zeigen an, daß erst durch Protonstöße von größerer Energie als der kritischen (für Kupfer 886 kV) Strahlung erzeugt werden würde, doch fehlt noch die Ableitung entsprechender Intensitätsformeln. Sollte die Ableitung dieser gelingen, dann würden die vorliegenden Resultate die Möglichkeit bieten, die Wellenmechanik der Stoßprozesse zu überprüfen. Somit ergibt sich hier außer den bereits bekannten Wegen noch ein neuer Weg zur Prüfung der Wellenmechanik. M. A. Sch.

(J. Franklin-Inst. 209 (1930) S. 1.)

Energiewirtschaft.

Die Tätigkeit der englischen Elektrizitätskommissäre²⁾ im Jahre 1928/29. Nach dem Bericht für das am 31. März 1929 endende Geschäftsjahr wurden von Elektrizitätsamt drei von den Kommissären ausgearbeitete Versorgungspläne für Mittelengland, Nordwestengland und Neuwales und für Mittelostengland angenommen. Damit ist bisher für drei Viertel der Bevölkerung von Großbritannien und für etwa 43 vH der Fläche des Landes die Elektrizitätsversorgung zentral geregelt. Das Gebiet wird von 450 autorisierten Gesellschaften beliefert, die 1927/28 vier Fünftel der gesamten Einnahmen für den Stromverkauf aufwiesen. Im Berichtsjahre stieg die Stromerzeugung der öffentlichen Werke auf 1088 Milliarden kWh (+95 vH gegen 1927/28 und +110 vH gegen 1920/21), wovon 947 Milliarden auf autorisierte Unternehmungen und der Rest auf nicht autorisierte, sowie auf Pahnwerke entfällt. Der Kohlenverbrauch war im Berichtsjahre 95 Mill. t (+37 vH gegen 1927/28), der Verbrauch an flüssigen Brennstoffen 35241 t (-4800). Von 178 Werken mit wenigstens 10 Mill. kWh Jahreserzeugung wurden 947 vH geliefert, der Rest von 386 kleinen Werken. Verkauft wurden 1928 76 Milliarden (685 i. J. 1927), das sind 171 kWh je Kopf der Bevölkerung. Besondere Beachtung wird weiterhin der Stromversorgung der ländlichen Gebiete gewidmet, die noch sehr entwicklungsfähig ist. Die Erweiterung bestehender Werke und Errichtung neuer Werke, die von den Kommissären genehmigt wurde, betrifft Anlagen mit einer Gesamtleistung von 602 818 kW (gegen 668 357 kW im Vorjahr), darunter sind von neuen Werken, die für die zentrale Versorgung des Landes in Frage kommen, eines mit einem 50 000 kW-Satz, ein gleich großes mit einem Ausbau auf drei solche Sätze und ein Wasserkraftwerk mit zunächst 18 000 kW zu erwähnen. Die Kosten für die Tätigkeit der Kommissäre beliefen sich auf 47 000 Pfd., das heißt je 1000 verkaufte kWh mußten von den autorisierten Unternehmungen 165 d beigetragen werden.

(El. Rev. 106 (1930) S. 91, 144, 184.)

Chronik.

50 Jahre Technisch-gewerbliche Bundesanstalt in Wien I. Als sich mit der zunehmenden Industrialisierung Österreichs in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts immer mehr die Notwendigkeit zeigte, neben den Hochschulingenieuren auch technische Kräfte heranzubilden, die außer reichem praktischen Wissen auch über ein ziemlich bedeutendes Maß theoretischer Kenntnisse verfügen, entstanden zunächst höhere Staatsgewerbeschulen in den Mittelpunkten des regsten industriellen und gewerblichen Lebens in Brünn, Reichenberg und Pilsen. In Wien wurde 1877 mit dem Ausbau der bereits bestehenden bau- und maschinengewerblichen Schule zu einer Werkmeisterschule begonnen, daran schloß sich mit dem Schuljahr 1880/81 die höhere Staatsgewerbeschule, die Vorgängerin der technisch-gewerblichen Bundesanstalt, an.

Neben der Abteilung für das Baufach, die durch die Ernennung Camillo Sittes, des bekannten Städtebauers, zum Direktor, im Jahre 1883 stark in den Vordergrund trat und durch das Wirken vieler bedeutender Architekten als Lehrer auch bis in die letzte Zeit ihren Ruf erhalten

hat, wurde an dieser Anstalt auch eine Abteilung für das Maschinenfach gegründet. Dazu kamen noch die Werkmeisterschulen mit einer Bau- und einer Maschinenabteilung, Spezialkurse für Kesselheizer, Maschinenwärter usw. und eine gewerbliche Zeichenschule. Im Jahre 1885 übersiedelte die Anstalt bereits in das prächtige Schulgebäude, über das sie noch heute verfügt, und damit war auch die Möglichkeit einer räumlichen Entwicklung gegeben. So wurde 1896 eine eigene Prüfungsanstalt für Bausteine geschaffen, die später an das Technologische Gewerbemuseum übergeleitet wurde und zur gleichen Zeit wurde der Lehrwerkstättenunterricht eingeführt. 1906 wurde auch in der Maschinenbauabteilung der Unterricht in Elektrotechnik aufgenommen, ein elektrotechnisches Laboratorium eingerichtet und 1927/28 eine eigene elektrotechnische Abteilung geschaffen, die sowohl die Schwachstrom- als auch die Starkstromtechnik umfaßt; außerdem wurden Spezialkurse für Elektrotechniker und Elektroinstallateure eröffnet. Das Laboratorium für Elektrotechnik wurde in den letzten Jahren durch eine Abteilung für Fernmeldetechnik ergänzt, die voraussichtlich zu einem eigenen schwachstrom-technischen Laboratorium ausgebaut werden wird. Nicht bloß die elektrotechnische Abteilung, sondern auch alle übrigen sind muster-gültig eingerichtet.

Eine Schilderung der Entwicklung des gewerblichen Unterrichtswesens in Österreich bis zur Gründung der Anstalt, und eine Beschreibung der letzteren selbst, enthält eine aus Anlaß des 50jährigen Bestandes der Anstalt erschienene Denkschrift¹⁾. Eine Reihe von interessanten Beiträgen von Lehrern der Anstalt, Schülern und Absolventen bereichert den Inhalt des prächtig ausgestatteten Bandes. Aus dem Inhalt desselben ist die Beschreibung eines 60 kV-Ölschalters der „Elin“ von L. Zötl, ferner von Prof. Dr. H. Baudisch ein Aufsatz über technische Messungen im Rahmen des Mechanikunterrichtes (Versuche zur Erforschung des Bewegungsgesetzes der freien Wirbelströmung des Wassers) und von Dr. F. Ungenthüm, dem derzeitigen Leiter der Anstalt, ein Aufsatz über Fließarbeit hervorzuheben. Dem Verzeichnis der Absolventen seit der Gründung der Anstalt ist zu entnehmen, welche angesehene Stellungen viele der Schüler erreicht haben. Damit, und durch die hohe Gesamtschülerzahl von etwa 33 000 in allen Abteilungen und Kursen ist wohl der beste Beweis dafür gegeben, daß die Anstalt, die heute mit etwa 1600 Schülern und Besuchern zu den größten Schulen Österreichs zählt, einem Bedürfnisse der Industrie und des Gewerbes entsprochen hat und bis in die Jetztzeit ein wichtiger Faktor für die Ausbildung technischer Kräfte in Österreich geblieben ist.

J.

Vorträge über röntgentechnische Materialuntersuchungen. Um einem möglichst großen Kreis von praktisch tätigen Ingenieuren die Vorteile der Röntgenuntersuchung vorzuführen, hat sich beim österreichischen Verband für die Materialprüfungen der Technik, eine Fachgruppe der Röntgenuntersuchung gebildet²⁾. Eine große Anzahl von Fachleuten hat sich zur Abhaltung von Vorträgen und Einführungskursen zur Verfügung gestellt, und dadurch die Fachgruppe in den Stand gesetzt, durch logische Aufeinanderfolge von Vorträgen einen größeren Kreis von Interessenten in die Grundlagen der Röntgenuntersuchung einzuführen. Diese Vorträge sind als Einführungsvorträge gedacht und sollen von der notwendigen Theorie und Praxis das Wichtigste bringen.

Für die nächste Zeit ist folgendes Vortragsprogramm in Aussicht genommen:

1. Vortrag: Donnerstag, den 23. Oktober 1930, um 18 Uhr, im Hörsaal G des Technologischen Gewerbemuseums, Wien IX, Währingerstraße 59.

Eröffnungsansprache durch den Vorsitzenden des Verbandes, Ing. Dr. Wilhelm Exner.

¹⁾ 4146 Techn. gewerbl. Bundeslehranstalt Wien. I, 1880-1930. 264 S. mit vielen Abb. Selbstverlag der Anstalt.

²⁾ Vgl. E. u. M. 47 (1929) S. 350 u. 1148.

¹⁾ E. u. M. 45 (1927) S. 10, 1020-48 (1930) S. 569.

²⁾ E. u. M. 46 (1928) S. 950; 47 (1929) S. 61, 448; 48 (1930) S. 397.

Ing. Dr. W. Herold: Über die Entwicklung und Aussichten der Röntgenmaterialprüfung.

Dr. Fritz Regler (Wien): Einführung in die physikalischen Grundlagen der Röntgenstrukturuntersuchung: Anwendung in der Materialprüfung. (Mit Experimenten und Lichtbildern.)

2. Vortrag: Freitag, den 7. November 1930, um 18 Uhr, im Großen Hörsaal des 2. physikalischen Universitätsinstitutes, Wien IX, Strudelhofgasse 4, 3. St.

Dr. Fritz Regler (Wien): Fortsetzung und Schluß des Vortrages vom 23. Oktober.

3. Vortrag: Freitag, den 21. November 1930, um 18 Uhr, im Großen Hörsaal des 2. physikalischen Universitätsinstitutes, Wien IX, Strudelhofgasse 4, 3. St.

Dr. Gottfried Spiegler (Wien): Die verschiedenen Apparatetypen der Röntgentechnik. 1. Teil. (Mit Demonstrationen.)

4. Vortrag: Freitag, den 5. Dezember 1930, um 18 Uhr, im Hörsaal des Zentral-Röntgeninstitutes Prof. Dr. Holzknecht des Allgemeinen Krankenhauses, Wien IX, Alserstraße 4, 3. Hof.

Ing. Jaroslav Zakovsky: Die verschiedenen Apparatetypen der Röntgentechnik, 2. Teil; anschließend daran Führung durch das Zentralröntgeninstitut des Herrn Prof. Dr. Holzknecht.

5. Vortrag: Freitag, den 9. Jänner 1931, um 18 Uhr, im Großen Hörsaal des 2. physikalischen Universitätsinstitutes, Wien IX, Strudelhofgasse 4, 3. St.

Dr. Rudolf Drahoukoupil (Wien): Technische Materialuntersuchungsröhren: Dr. Mario Jona (Wien): Über die Materialuntersuchungsröhren an der Hochvakuumpumpe. (Mit Demonstrationen.)

Als Fortsetzung finden folgende Vorträge statt: Hochvakuumtechnik, Röntgenphotographie, Grobstrukturuntersuchung, Anwendung der Grobstrukturuntersuchung in der Praxis, Anwendung der Röntgenuntersuchung in der Medizin.

Von Mitgliedern eingeführte Gäste sind willkommen.

Literaturbericht.

4144 Die Wirtschaftlichkeit der Energiespeicherung für Elektrizitätswerke. Eine energiewirtschaftliche Studie. Von Dr.-Ing. Ludwig Musil. 142 S. mit 89 Textabb. Verlag Julius Springer, Berlin 1930. Preis RM. 18.—

Der Verfasser will, wie er selbst sagt, mit seinem Buch die Wirtschaftlichkeit der Speicherung für die der Öffentlichkeit dienenden Anlagen möglichst umfassend behandeln. Diese Absicht ist ihm voll geglückt. Er untersucht zuerst die Verwendbarkeit von Speichern für Wärme- und Wasserkraftwerke, und zwar sowohl wenn diese allein als auch im Verbundbetrieb arbeiten.

Der Verfasser geht von einem aus der Praxis entnommenen Durchschnitts-Jahresbelastungsdiagramm aus und stellt die Gleichung für die Kosten der abgegebenen kWh auf unter Berücksichtigung der im Kraftwerk entstehenden Kosten und jener durch die Leitungs- und Umspannanlagen auflaufenden, und untersucht den Einfluß einer Speicheranlage auf diese Kosten. Das allgemeine Problem des Belastungsausgleiches durch Speicherung ist sehr gründlich behandelt und daran anschließend wird die Energiespeicherung bei einem Wasser- und einem Dampfkraftwerke besprochen, die zusammen im Verbundbetrieb arbeiten. Ein besonderer Abschnitt ist der Energiespeicherung in einem Zwischenstadium der Umwandlung gewidmet und ein weiterer der Speicherung der Pöhenenergie.

Die zweite Hälfte des Inhaltes dient den Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen. Die Kosten für Kraftwerke, Leitungen und Umspannanlagen werden erörtert und die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Speichersorten wird verglichen.

Es liegt eine äußerst eingehende Bearbeitung dieses wichtigen Gebietes vor, und der Energiewirtschaftsfachmann wird auch den manchmal etwas ausführlichen mathematischen Teil gerne durcharbeiten, der der beachtlichen wissenschaftlichen Behandlung des Stoffes

entspricht. Ihm kann das Buch nur wärmstens empfohlen werden, um so mehr, als manches erstmalig in der Literatur aufgenommen erscheint. Fr. Brock.

(Der Einlauf an neuen Büchern, Druckschriften usw. ist auf S. 16 des Anzeigenteiles enthalten.)

Vereins-Nachrichten.

Beginn der Vortragssession 1930/31

des
Elektrotechnischen Vereines in Wien
am 5. November 1930.

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

Mittwoch, den 5. November d. J., um **18 Uhr**, Vortrag des Herrn Ing. O. Plechl (Wien) über: „Schaltfehlerschutz“. (Mit Lichtbildern und Filmvorführung.)

Inhaltsangabe: Vorbeugende Maßnahmen bei der Projektierung des Werkes und der Organisation des Betriebes. Schutzmaßnahmen durch besondere Konstruktionen für den Kommandoraum, Bedienungsbeihilfe und Verriegelungsschaltungen, Quittungssystem, Konsequenzanzeige und Voranzeige der Schaltfolgen. Die elektrische Netznachbildung. Grundlagen für einen zwangsläufigen Schaltfehlerschutz. Das Blocksystem. Betriebserfahrungen und Ausführungsformen. Filmvorführung.

Mittwoch, den 19. November d. J., um **18 Uhr**, Vortrag des Herrn Privatdozent Dr.-Ing. H. Melan (Berlin) über: „Neuzeitliche Entwicklung der Dampfturbinen für den Kraftwerksbau“. (Mit Lichtbildern und Filmvorführung.)

Mittwoch, den 3. Dezember d. J., um **18 Uhr**, Vortrag des Herrn Obering. H. Franken (Köln) über: „Neuzeitliche Niederspannungs-Verteilungsanlagen mit Fernsteuerung“. (Mit Lichtbildern.)

Die Vereinsleitung.

Metallmarkt.

(Notierung der Vereinigung für die Deutsche Elektrolytkupfer-Notiz)
Mk. je 100 kg.
6. X. 1930 9 X. 1930 10. X. 1930

Elektrolytkupfer (wirebars),
prompt cif Hambg., Bremen
od. Rotterdam 96¼ 96¼ 96¼

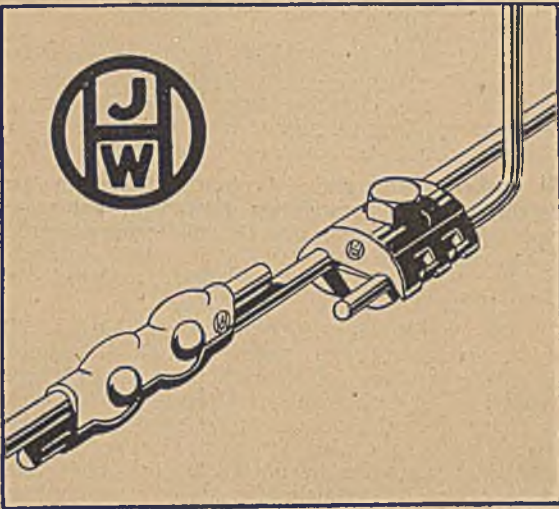
(Notierungen der Kommission des Berliner Metallbörsen-
vorstandes. Preis ab Lager in Deutschland.) Mk. je 100 kg.

Original-Hütten-Alumin.
98/99 vH (in Blöcken) . . . 190 190 190
desgl. (in Walz- oder Draht-
barren 99 vH) 194 194 194
Rein-Nickel 98/99 vH 350 350 350
Antimon-Regulus 51—54 50—53 50—53

Londoner Börse.

(Nach „Mining-Journal“ vom 10. Oktober 1930.)
Preise für 1 t (1016 kg) Pf. sh d Pf. sh d
Kupfer:
Electrolytic 46 10 0 47 10 0
Wire bars 47 10 0 — — —
Standard { Kassa . . . 42 11 3 42 12 6
 { 3 Monate . . . 42 11 3 42 12 6
Zinn:
Engl. ingots 110 10 0 111 10 0
Standard { Kassa . . . 109 5 0 109 10 0
 { 3 Monate . . . 110 15 0 111 0 0
Blei:
Engl. pig common . . . 16 10 0 — — —
Zink:
Ordinary brands . . . 14 0 0 14 10 0
Remelted 14 10 0 — — —
English Swansea . . . 14 10 0 — — —
Aluminium: 98—99 vH p. t. Pf. 95 home and export.
Nickel: 98—99 vH p. t. Home and export Pf. 175.
Platin: Pf. 6 sh 10/Pf. 6 sh 15 p. Unze nom.

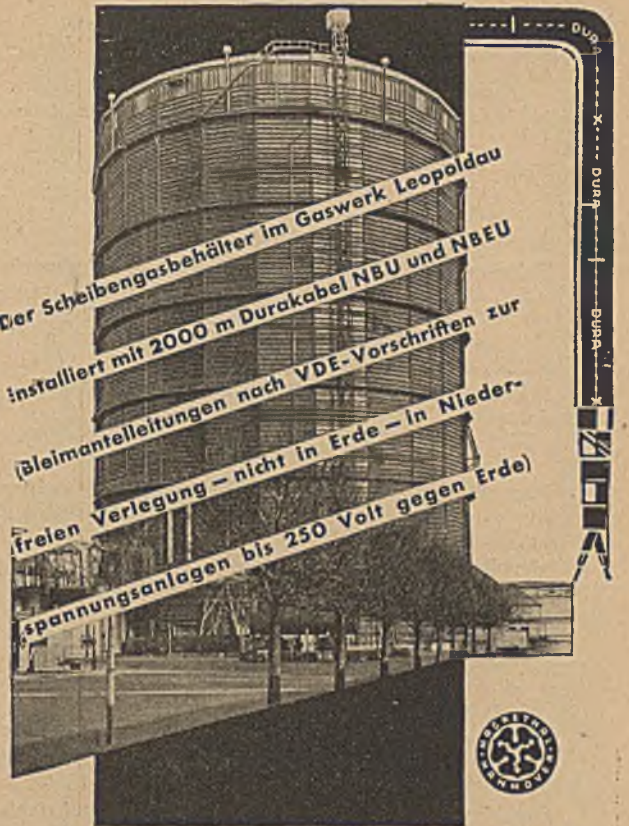
J. WILHELM HOFMANN
RÖTZSCHENBRODA-DRESDEN



**Sämtliches Verbindungs-Material
in erstklassiger Ausführung.**

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

Der Scheibengasbehälter im Gaswerk Leopoldau
installiert mit 2000 m Durakabel NBU und NBEU
(Bleimantelleitungen nach VDE-Vorschriften zur
freien Verlegung - nicht in Erde - in Nieder-
spannungsanlagen bis 250 Volt gegen Erde)

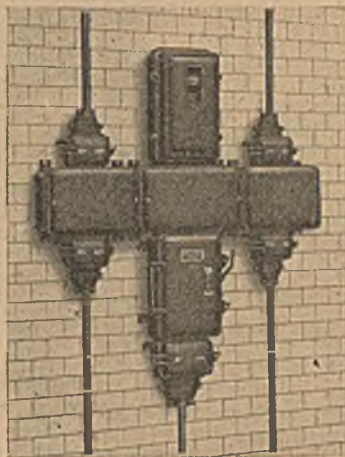


HACKETHAL
DRAHT-UND KABELWERKE A.-G.
HANNOVER

Gußisengekapselte Schaltapparate u. Schaltbatterien



Geschützt nach V. D. E.-
Schutzart SS,



staub- und spritz-
wasserdicht

FÜR RAUHE UND FEUCHTE BETRIEBE

SCHIEBER & KWAYSSER G. M. B. H.

Fabrik elektrischer Starkstromapparate
Wien XIII/1A, Linzerstraße Nr. 1

Bei der Schriftleitung eingelangt:

Bücher

(Die Schriftleitung behält sich vor, einzelne dieser Bücher im „Literaturbericht“ zu besprechen.)

Mercury Arc Power Rectifiers. Theory and Practice. Von Othmar K. Marti und Harold Winograd. 473 S. mit zahlreichen Abbildungen. McGraw Hill Publishing Co., Ltd., London 1930.

Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Jahrbuch des Vereines Deutscher Ingenieure. Herausgegeben von Conrad Matschoß. 20. Bd., 221 S. mit 264 Abb. und 32 Bildnissen. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1930. Preis in Leinen geb. Mk. 12.—.

Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern. IX. Bd., H. 2 (abgeschlossen am 12. Juni 1930). 351 S. mit vielen Abbildungen. Verlag J. Springer, Berlin 1930.

Recueil d'Exposés sur les Ondes et Corpuscules. Von Louis de Broglie. 80 S. Verlag Scientifique Hermann & Cie. Paris 1930.

Idraulica. Von Giulio de Marchi. 560 S. mit 2 Tafeln und 227 Abb. im Text. Verlag Ulrico Hoepli, Mailand 1930. Preis L. 80.—.

Elektrischer Oberleitungsomnibus. Betrieb Mettmann-Gruiten. Von Betriebsdirektor A. Schiffer, Essen. Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk, Essen. 1930. 65 S. mit verschiedenen Abbildungen.

Commercial A. C. Measurements. Von G. W. Stubbings. 325 S. mit verschiedenen Abbildungen. Verlag Chapman & Hall, London 1930. Preis 15 s.

Grundlagen der technischen Röntgendurchstrahlung. Von Dr.-Ing. Rudolf Berthold. 109 S. mit 62 Abb. im Text. Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1930. Preis geh. Mk. 9.—, geb. Mk. 10.80.

Funktechnisches Arbeitsbuch. Von Walter Möller. Demonstrationsversuche und praktische Übungen zur Hochfrequenztechnik. 89 S. mit 74 Abb. im Text. Verlag B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1930. Preis Mk. 2.80.

3842 Die Stubaler Kleinisenindustrie. Von H. Anselm. 20 S. mit Abb. **Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.** Von K. Tanzer. 32 S. mit Abb. (Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte, 2. Jahrg., Heft 3 und 4.) VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin 1930. Preis je Heft Mk. 1.—.

Heft 3 enthält eine sehr anregend geschriebene Schilderung der technischen und wirtschaftlichen Entwicklung einer weit über die Grenzen Österreichs bekannten Sonderindustrie, in dem Heft 4 wird eine Darstellung der Eisengewinnung und Verarbeitung in der Gegend des Erzberges von den ersten Anfängen bis zur Gründung der Alpenen Montangesellschaft gegeben. Beide Hefte verdienen als bemerkenswerte Beiträge zur Geschichte der österreichischen Technik und Industrie weitgehendste Verbreitung. J.

4175 B-H-S-Taschenbuch für Metallfachleute. Herausgegeben von der Berg-Heckmann-Selve Aktiengesellschaft Altona/Westf. 1929. 185 S.

Mit einer Darstellung der Erzeugnisse der Firma ist in dem Buch in begrüßenswerter Weise eine Zusammenstellung der für den Techniker wichtigsten Daten über Metalle und Metallfabrikate verbunden. Die Mannigfaltigkeit der angeführten Erzeugnisse gibt im Verein mit vorzüglichen Abbildungen aus den Betriebsstätten der B-H-S A.-G. ein instruktives Bild über den imposanten Umfang dieses Unternehmens. In den mit viel Erfahrung und Sachkenntnis zusammengestellten Zahlentafeln finden sich unter anderem Tabellen über das Schwindmaß der Metalle und Legierungen, über die Umrechnung metrischer Maße, ferner Gewichtstafeln über Metallrohre, -platten, -drähte, -stangen der verschiedensten Dimensionen, Vergleichszahlen für Freileitungsseile usw. Den Abschluß bilden die für die Metalltechnik wichtigsten DI-Normen. Das vornehm ausgestattete Buch enthält eine Fülle praktischer Winke

und wertvoller Ratschläge, die in der täglichen Praxis des Ingenieurs und Konstrukteurs in nützlichster Weise verwertet werden können. Seihser.

2387 Die maschinentechnischen Bauformen und das Skizzieren in Perspektive. Von Dipl.-Ing. C. Volk. 5. Auflage des Buches „Das Skizzieren von Maschinenteilen in Perspektive“. 49 S. mit 100 in den Text gedruckten Skizzen. Verlag Julius-Springer, Berlin 1930. Preis Mk. 2'60.

Das Büchlein enthält eine Anleitung zum Skizzieren von Maschinenteilen in Parallelperspektive, ausgehend von den einfachen Grundformen bis zu recht verwickelten Konstruktionen, und ist ein sehr guter Behelf für den Unterricht im Maschinenzeichnen.

4174 Unkostensätze und Nebenbetriebskosten in Maschinenfabriken und verwandten Betrieben unter besonderer Berücksichtigung des Beschäftigungsgrades. Von Dr.-Ing. K. Seyderhelm. 24 S. mit 30 Tafeln. Verlag des Vereines Deutscher Maschinenbau-Anstalten, Berlin 1929.

Die Schrift enthält für etwa 20 Betriebe Ziffern für die Gesamtkosten, sowie für die Unkosten einzelner Werkstätten und Nebenbetriebe (Modelltischlerei, Gießerei, mechanische Werkstätten usw., ferner Anteil der Gehälter der Löhne, der Steuern usw. an den Selbstkosten). Außerdem wird der sehr wichtige Einfluß des Beschäftigungsgrades auf die Kosten behandelt. Schließlich sind auch Beispiele für die Verminderung der Kosten gegeben. Gerade jetzt, wo die Industrie überall möglichst wirtschaftlich arbeiten muß, wird die Schrift gute Dienste leisten. M.—

4168 Situationsplan der Schweizer. Elektrizitätswerke von mehr als 1000 kW Leistung und der Hauptübertragungsleitungen. Herausgegeben nach dem Stande 1930 vom Generalsekretariat des Schweizer. Elektrotechnischen Vereines (Zürich 8, Seefeldstraße 301) im Maßstab 1 : 500 000 (Größe zirka 77 × 54 cm). Preis Fr. 6.—.

In einer Karte, die nur Terrain, Gewässer und Landesgrenzen enthält, sind die schweizer. Wasserkraftwerke mit mehr als 1000 kW Leistung sowie die Leitungen, welche 10 000 kW und mehr übertragen können, eingezeichnet. Hierbei wurde durch Verwendung von zweierlei Farben ersichtlich gemacht, ob es sich um Drehstromwerke und deren Übertragungsleitungen oder um Bahnwerke und deren Übertragungsleitungen (hauptsächlich 16²/₃ Hz) handelt. Hinsichtlich der Kraftwerke ist aus der Karte auf sehr einfache Weise folgendes zu entnehmen: Flußkraftwerk oder Jahresspeicherwerk, jeweilige mittlere jährlich erzeugbare Energie sowie die kleinste und größte verfügbare Leistung. Die Übertragungsleitungen sind nach der Größe der übertragbaren Leistung eingezeichnet, und zwar wird unterschieden zwischen Leitungen die 10 000 kW und mehr, jedoch weniger als 30 000 kW, dann zwischen 30 000 und 60 000 kW und schließlich mehr als 60 000 kW übertragen können. Außerdem sind noch die als Reserve dienenden wichtigsten Wärmekraftwerke mit Angabe der installierten Leistung sowie die größeren Umspannwerke in die Karte eingetragen. Trotz der Mannigfaltigkeit der enthaltenen Angaben bleibt die Karte klar und übersichtlich, und wird Interessenten gute Dienste leisten. Bohland.

Maschinenbau. Bd. 9, Nr. 17, September 1930. Herausgegeben vom Verein Deutscher Ingenieure und vom Verein Deutscher Maschinenbauanstalten. VDI-Verlag, G. m. b. H., Berlin 1930. Preis des Einzelheftes Mk. 2'25.

Aus dem technischen Teil des Heftes sind eine Besprechung der Neuauflage des deutschen Normenblattes über Stahlguß, die Beschreibung einer neuen Maschine zur Prüfung der Beanspruchung von Schrauben und Angaben über neue Sonderstähle für die Anfertigung von Preßsenken, sowie eine Beschreibung von Rundschleifmaschinen mit Einzelantrieb zu erwähnen. Überdies enthält das Heft, wie üblich, einen wirtschaftlichen Teil. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure und Mitteilungen des deutschen Normenausschusses. J.



KONDENSATOREN

und Kondensatorblocks für
Radio- u. Schwachstromzwecke

Kein Radioapparat, kein Heizgerät, kein Tele-
phon ohne Kondensatoren von

KAPSCH & SÖHNE A. G.

WIEN XII * TEL. R-39-5-20
JOH.-HOFFMANN-PLATZ 9

Elektromotoren

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

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

KANDEM



In jedes Architekten-, Ingenieur- und Kon-
struktionsbüro gehört eine gute Lichtpaus-
lampe, die die schnelle Herstellung von
Blau- und Weiß-Pausen unabhängig vom
Sonnenlicht ermöglicht. — Das Kandem
„Ellipsokop“ ist durch seinen geringen
Stromverbrauch, einfache Bedienung und
die erstaunlich kurzen Pausenzeiten vielen
Büros schon unentbehrlich geworden. —



H. PÖCHHACKER & CO.
WIEN IV., WIEDNER GÜRTEL 6
TELEPHON: U 49-180

SPEZIALFABRIK ELEKTRISCHER STARKSTROM-APPARATE

KRAUS & NAIMER

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

Soeben sind erschienen:

Neu-Auflagen

der Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen EVW 7
Preis pro Exemplar S 1·90

Gültig ab 1. Oktober 1930

der Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren EVW 8
Preis pro Exemplar S 1·90

Gültig ab 1. Oktober 1930

Elektrotechnischer Verein in Wien VI, Theobaldgasse 12

Aufzügefabrik
A. Freissler
Gesellschaft m. b. H.

Wien X, Erlachplatz 3, Telephon U-40-2-60
Budapest VI, Horn Ede-utca 4
Gegründet **1868** 11.000 Anlagen

Personen- und Lasten-
Aufzüge
Krane, elektr. Spills

Motorriemenscheiben
Schmiedeeiserne Trans-
missionstelle
Stahlblechriemenscheiben
ROHRBÖCK & SÖHNE
Wien VI, Gumpendorfer-
straße 122

Betrifft: Normblätter und Literatur

DIN

Die Auslieferungsstelle des Beuthverlag für
DIN- und **VDE-**Blätter befindet sich bei

Jahoda & Bergmann
Wien, III., Radetzkystr. 11
Telephon U 12-5-70 u. U12-5-71

Käufer oder Lizenznehmer
gesucht für das österr.
Patent Nr. 108814 4001

„Einrichtung zum Ent-
sichern von Schrauben-
mütern“

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

Inhaber des österr. Patentes
Nr. 108603

„Kolben für einfach- oder
doppeltwirkende Verbren-
nungskraftmaschinen“
wünscht die Ausübung in
Österreich herbeizuführen
und sucht Käufer oder Li-
zenznehmer. Anfragen unter
„XYZ 4004“ an die E. u. M.
erbeten.

BEILAGEN

finden durch diese Zeitschrift
zweckmäßigste Verbreitung

Inhaber des österr. Patentes
Nr. 105836

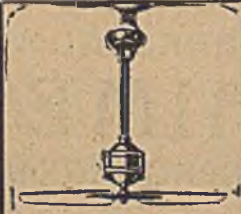
„Brenner für pulver-
förmige Brennstoffe“

wünscht die Ausübung in
Österreich herbeizuführen u.
sucht Käufer oder Lizenz-
nehmer. Anfr. unter „XYZ
4003“ an die E. u. M. erbeten.

Vergessen Sie nicht

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

EIN FABRIKAT VON QUALITÄT!



Kabe

KLEINMOTOREN- UND VENTILATORENFABRIK A.G.
WIEN • AUSTRIA • XVII • ROSENSTEINGASSE 81a

Kraftwerke- Überland- zentralen

Ing., Leiter gr. Kraftwerke

Hydrozentralen, Erbauer wirtschaft-
lich arbeitender Anlagen, mit umfang-
reichen Erfahrungen im Betrieb und
Verwaltung, zuverl., energ. Persön-
lichkeit, zielbew. Organisator

sucht verantwortl. Leitung

eines größeren Werkes im In- und
Auslande. Erste österr. und deutsche
Empfehlungen. Zuschr. unter „S. 3999“
an die E. u. M. Wien VI.

CHAUFFEUR

guter Fahrer, früher in der Elektro-
branche als Reisender tätig, verfügt
über gute Fachkenntnisse

SUCHT NEUEN WIRKUNGSKREIS

Gefl. Zuschriften unter „Auch Radio-
Amateur 4002“ an die E. u. M. Wien VI

Verkaufsgesellschaft m. b. H. für Isolierte Leitungen

**Zentralverkauf
von isolierten Normalleitungen (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.
Schwehater 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 Isolierrohr- und Batteriefabrik Gesell-
schaft m. b. H.

Zentrale und Zentrallager in Wien, I., Wipplingerstraße 31

Telephon Serie U-21-5-75

Vertretung Graz:

Max Berthold, Burggasse 4

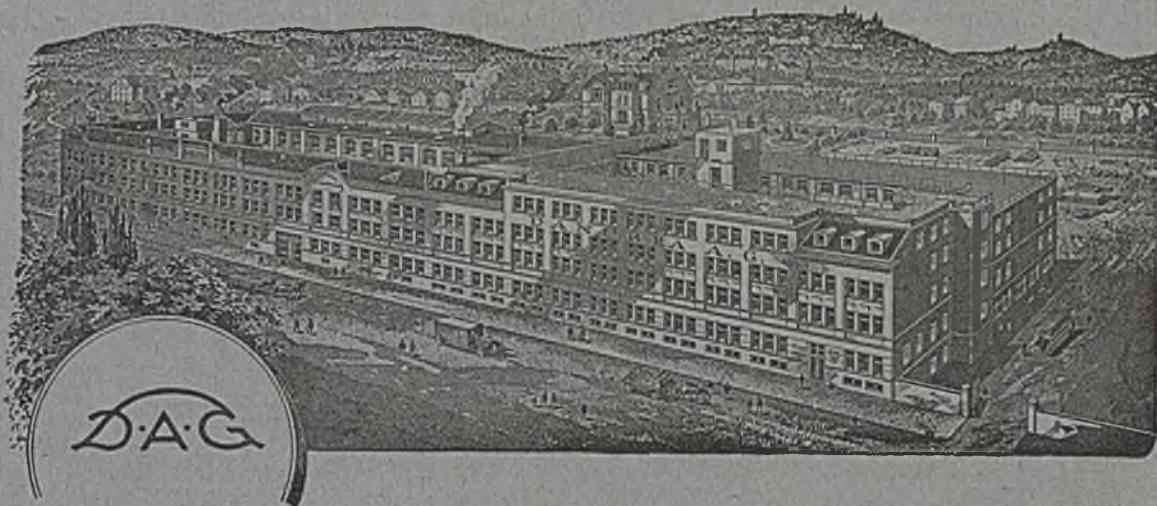
Telephon 52-33

Vertretung Salzburg:

Franz Theisinger, Schallmooser Hauptstr. 40, Tel. 1274/VIII

Vertretung Innsbruck:

Ing. Ernst Preidel, Grassmayrstraße 3 / Tel. 20-26/II



**DANUBIA A. G.
WIEN—BUDAPEST**

FABRIK und BUREAUX:
WIEN XIX
KROTTENBACHSTR. 82—88
TELEPHON NR. A-12-5-50 SERIE
TELEGRAMM-ADRESSE:
DANUBIAZÄHLER

„Unterstütze die einheimische Industrie“

**Elektrizitätszähler
und
Registrierinstrumente
für alle Stromarten und Spannungen**

Kabelfabrik- und Drahtindustrie- Aktiengesellschaft

Wien XII/3, Oswaldgasse 33 / Werke: Wien und Ferlach
Kabelwerke, Gummiwerke, Walzwerke, Drahtzugwerke, Isolierrohrfabrik

Höchst- spannungskabel

„H“ glimm- u. strahlungsfrei (Patent Nr. 74.883)
„SO“ mit erhöhter Strombelastbarkeit
und erhöhter Flexibilität
(Patent Nr. 109327)

Telephonkabel
Telegraphenkabel
Blocksignalkabel

Bleikabel

für Stark- und Schwachstrom

Verlegung von
Kabelnetzen

Isolierte
Leitungsdrähte
Kabel u. Schnüre

Wetter-
und säurebestän-
dige Leitungen

Drähte und Seile
für Freileitungen
aus Kupfer und Bronze

Emaildrähte
Dynamo- und
Apparatedrähte

Isolierrohre
samt Zubehör

Kabel-
Garnituren

Kunstharz „Bakelite“
zum Imprägnieren von Wicklungen usw.

Patentirte
Flexo-Anschluß-Schnüre
für elektr. Bügeleisen, Heiz- und Kochapparate, Staub-
sauger, Lautsprecher-, Batterie- und Lichtantennenzu-
leitung usw.