

# E u M

*Dimensionen*

## ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

23. NOVEMBER 1924  
HAUPTTEIL: SEITEN 677-692

WIEN VI, THEOBALDGASSE 12  
FERNSPRECHER 44-93 und 24-03

42. JAHRGANG  
BEILAGE: SEITEN 351-356



*W M*  
*Kräfte*

Generalvertretung f. Österreich: Maxim Kolmer & Co., Wien I. Krugerstr. 4

### Wirtschaftlichste Akkumulatoren-Ladung

1) für kleine Leistungen bei Wechselstrom und Drehstrom durch den von jedem Laien zwangsläufig richtig zu bedienenden, sofort betriebsbereiten, mit hohem Wirkungsgrad arbeitenden, besonders preiswerten

**Ladeapparat** (Liste E):

2) für höhere und höchste Leistungen bei Gleichstrom, Wechselstrom und Drehstrom durch den

**Einanker-Spar-Umformer**

(D. R. P. angem.)

Wirkungsgrad etwa 15% höher als bei dem teureren Motorgenerator. Einfachste Bedienung (Liste VII a)



**Max Levy**  
Berlin N 65, Müllerstr. 30



General-Vertretung: Ing.-Büro A. Hartmann, Wien XIII, Leopold Müllergasse 2. Telephon 85-6-27. Telegr.-Adr. „Remontor“

**TUNGSRAM**

VACUUMLAMPE      HALBWATTLAMPE

WIEN, IV. FAVORITENSTRASSE 32. TEL. N<sup>o</sup> 53000 SERIE

# AKT.-GES. FÜR ELEKTRISCHEN BEDARF

ÖSTERR. VERKAUFSORGANISATION DER A. E. G.

Büros:  
VII, Neubaugasse 15

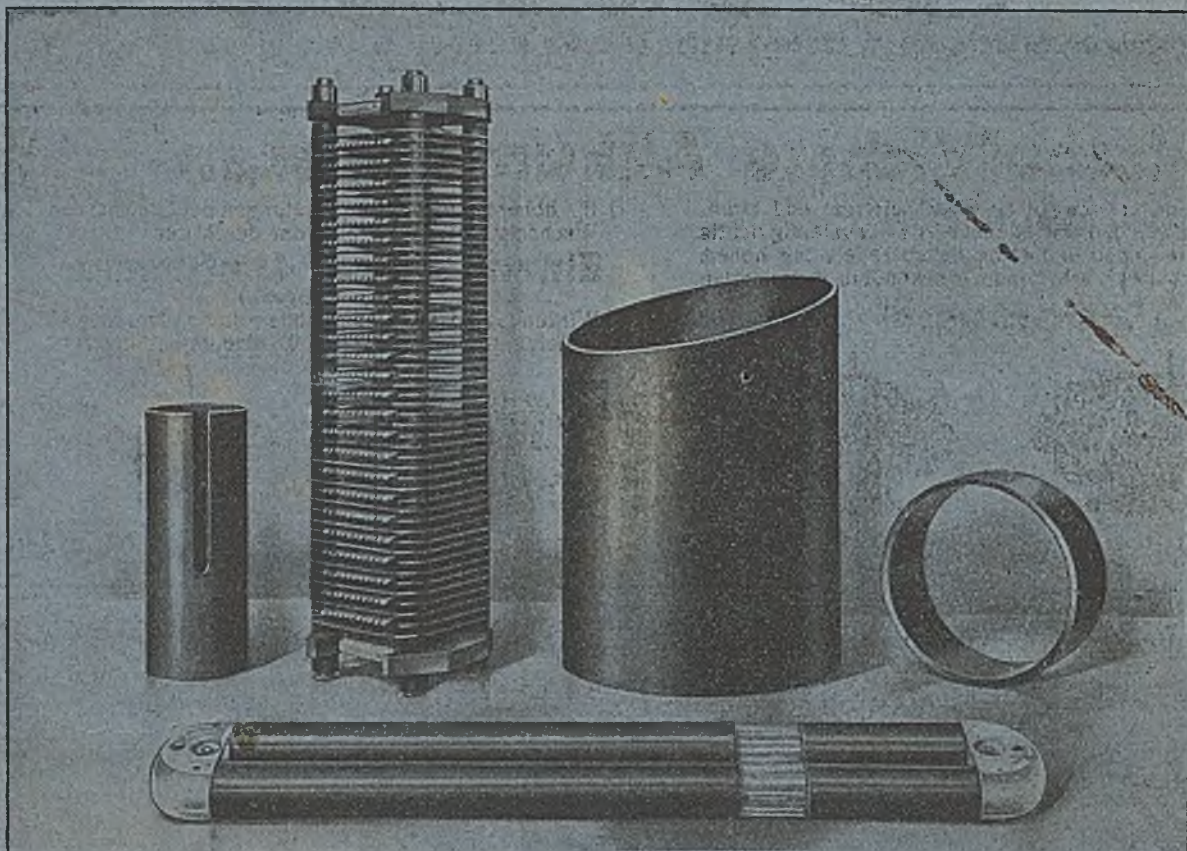
**WIEN**

Fabrik:  
XIV, Pfeiffergasse 3

Telephone: 38560—62. Telegramme: „Condukt Wien“

Vertretung für Tirol, Vorarlberg und Salzburg: Udo Smekal, Innsbruck, Erzherzog Eugenstr. 3,  
Parterre rechts, Telefon 1091, Stelle 2

## GEAX (Hartpapier)

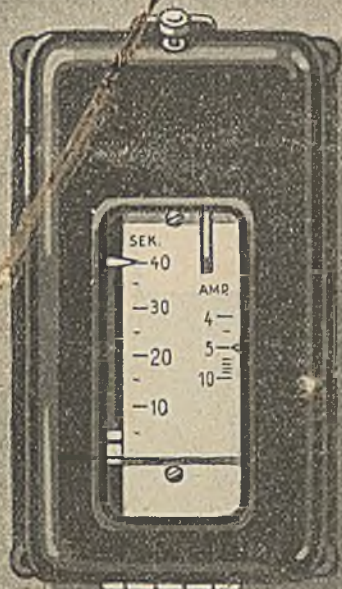


Geax in Platten, Rohren, Zylindern, Formstücken,  
gelb oder schwarz, prompt ab Lager, bzw. kurzfristig lieferbar

Verlangen Sie Angebote!

# SIEMENS & HALSKE A.-G.

WIEN III/1, APOSTELGASSE 12



## Relais

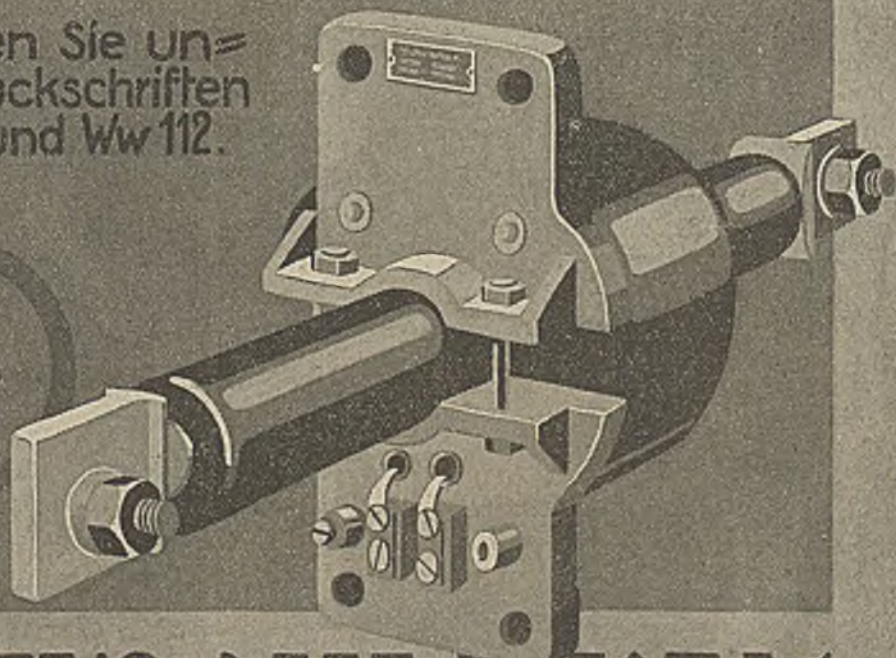
für den

## Überstrom- schutz

in Verbindung mit

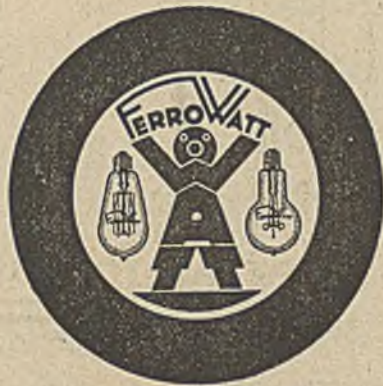
## kurzschlusssicheren Stromwandlern

Verlangen Sie unsere Druckschriften  
Nr. 196 und Ww 112.



# SIEMENS & HALSKE A.G.





**DIE MARKE  
BÜRGT FÜR DIE TECHNISCH  
HÖCHSTE VOLLENDUNG  
UNSERES FABRIKATES**



K. D. A. G.

K. D. A. G.

# Kabelfabrik und Drahtindustrie

Aktien-Gesellschaft

**Zentralbüro:**

Wien III/1, Stelzhamergasse Nr. 4

**Werke:**

Wien und Ferlach

## Kabelwerke : Isolierrohrfabrik : Gummiwerke

**Starkstrom-Bleikabel,**

für Spannungen bis 60.000 Volt

**Telephon-Kabel**

**Telegraphenkabel**

**Blocksignalkabel**

**Leitungsmaterialien**

**Patent-Schnetzleitungen**

wetterbeständig und säurefest

**Papier-Isolierrohre**

**Lackpapierwaren**

**Gummoid,** hochwertiges Konstruktionsmaterial, anhygroskopisch  
und elektrisch vorzüglich isolierend

**Futurit G,** poliert und natur

**Gummon** in verschiedenen Formstücken

**LAGER:**

Wien, III., Stelzhamergasse 4  
(Stadtbahnstation Hauptzollamt)

Wien, XII., Oswaldgasse 33  
(nächst Philadelphiabrücke)

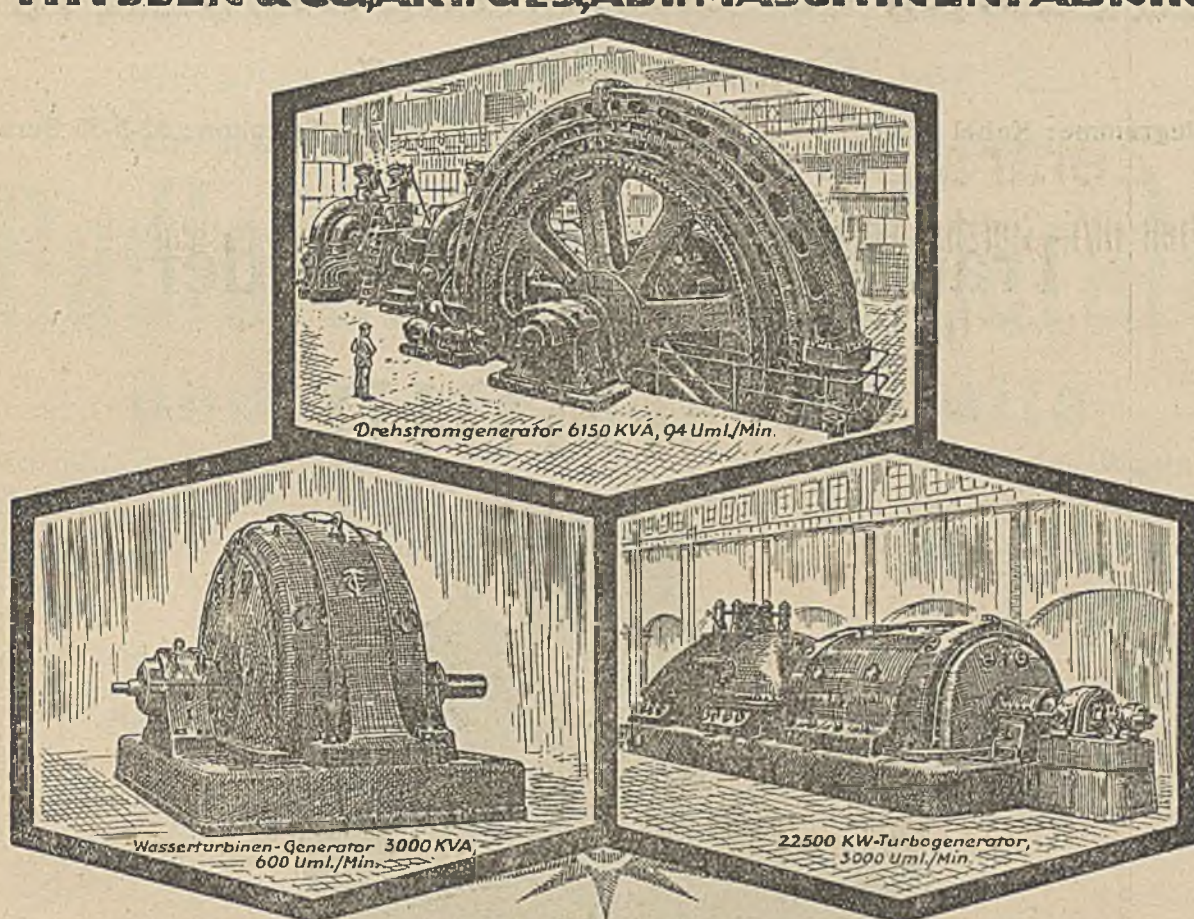
## Walzwerke :-: Drahtzugwerke

K. D. A. G.

K. D. A. G.

# THYSSSEN

THYSSSEN & CO., AKT.-GES., ABT. MASCHINENFABRIK



## ELEKTRISCHE GROSSMASCHINEN

### GENERATOREN

FÜR GLEICH- U. DREHSTROM JEDER LEISTUNG, SPANNUNG UND UMLAUFS-  
ZAHLE FÜR DAMPTURBINEN, GROSSGASMASCHINEN, WASSERTURBINEN U.S.W.  
GASDYNAMOS + DAMPTURBOSÄTZE + TRANSFORMATOREN +  
EINANKERUMFORMER + MOTORGENERATOREN. TURBOMOTOREN  
FÜR GEBLÄSE, KOMPRESSOREN, KREISELPUMPEN U.S.W.

### LANGSAMLAUFENDE MOTOREN

FÜR KOLBENKOMPRESSOREN, KOLBENPUMPEN, WALZWERKE  
FÖRDERMASCHINEN U.S.W.

NORMALE GLEICH- UND DREHSTROMMOTOREN.  
KRANMOTOREN + ROLLGANGSMOTOREN + FILTERMOTOREN.

# MÜLHEIM-RUHR

Generalvertretung:

## Ingenieur-Büro A. Hartmann

Telephon-Nummer  
85-6-27

Wien XIII, Leopold Müllergasse 2

Telegramm-Adresse  
„Remontor“

# Kabelfabrik- und Drahtindustrie-Akt.-Ges.

Wien III/1, Stelzhamergasse 4

Gummon-Abteilung

Telegramme: Kabel Wien

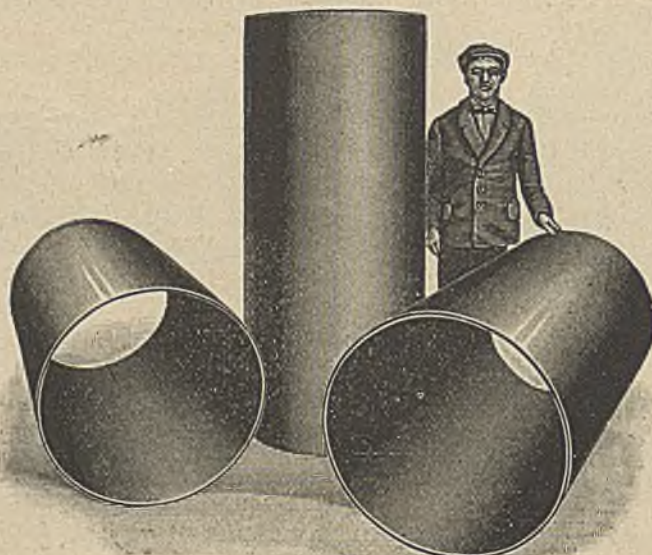


Telephon: 52-5-35 Serie

## Transformatoren-Zylinder

aus

# GUMMOID



Vorzüglichstes Isoliermaterial bei Verwendung in Öl bei  
Transformatoren, Ölbläser, Induktoren

### ROHRE:

Für den Transformatoren- und Generatorenbau als diverse Vierkant- oder Flachrohre

### PLATTEN:

Zum Abisolieren bei allen elektrischen Maschinen und Apparate für Hoch- und Niederspannung, für medizinische- und Radio-Apparate

### EIGENSCHAFTEN:

Bleibt nach vielständigem Liegen in Öl von 120° C unverändert, Oberflächenwiderstand (1000 V Gleichstrom-Prüfspannung bei abgeschliffener Oberfläche) 5.6 — 11<sup>10</sup> Megohm/cm/Durchschlagsfestigkeit bei 1 m/m Stärke 30.000 V bei 5 m/m 94.000 V. Dielectricitätskonstante ca. 3.5 · Zugfestigkeit 900 — 1100 kg/cm<sup>2</sup>, Biegefestigkeit 1200 — 1400 kg/cm<sup>2</sup>, Schlagbiegefestigkeit 23 kg cm/cm<sup>2</sup>. Verlustwinkel bei normalen Frequenzen  $\tan \delta = 0.01$ . Läßt sich mit scharfen Werkzeugen leicht sägen, schneiden, drehen, bohren, fräsen, polieren.



Vereinigte Telephon- u. Telegraphenfabriks-A.-G.

**==== CZEIJA, NISSEL & CO. ====**

Telephon Nr. 49.520

WIEN XX, Dresdnerstraße 75

Telegr.: „Hekaphon Wien“

PATENTE WESTERN ELECTRIC-TELEFUNKEN

Wir geben bekannt, daß wir für den Vertrieb unserer

# Radio-Empfangsapparate und deren Bestandteile

die wir nach den Patenten, Konstruktionen und Erfahrungen der Western Electric Co. in New-York sowie nach den Patenten von Telefunken fabrizieren,  
==== nachfolgende Verkaufsstellen errichtet haben: ====

## Wien:

A. Antonovich  
I, Stock im Eisen-Platz 2

H. Altschul  
III, Landstraßer Hauptstraße 25

Jos. Bayer & Co.  
IV, Wiedner Hauptstraße 24

Beleuchtungshaus J. Jellinek  
VI, Mariahilfer Straße 1b

Otto Bayer & Co.  
VIII, Lerchenfelder Straße 18

Dr. Koppensteiner & Brand  
IX, Liechtensteinstraße 130a

Victor Schremm  
XIII, Hietzinger Hauptstraße 9

H. Pöchlacker & Co.  
XVII, Hernalser Hauptstraße 5

Ferd. Pözl & Söhne  
XXI, Brünner Straße 35

## Niederösterreich:

Julius Kridl  
Mödling, Schillerstraße 48

Schildorfer & Wasservogel  
Krems a. d. D., Obere Landsstraße 31

Josef Brandstetter  
Baden b. Wien, Antonsgasse 4

Rudolf Kröll  
St. Pölten, Neugebäudeplatz 9

Ing. Karl Hoschek  
Wr.-Neustadt, Neunkirchner Straße 17

## Salzburg:

J. Wolferseder & Co.  
Salzburg, Griesgasse 15

## Steiermark:

Elektrobau G. m. b. H.  
Graz, Kaiser Josef-Platz 1

## Oberösterreich:

E. B. G. Oberösterr. Elektro-Bau-A.-G.  
Linz a. d. D., Museumstraße 4-6

## Kärnten:

Hans Filkowitsch & Co.  
Klagenfurt, Bahnhofstraße 2a

## Tirol:

Tiroler Elektro Ges. m. b. H.  
Innsbruck, Andreas Hofer-Straße 24

## Vorarlberg:

Albert Loaker  
Bregenz a./B., Römerstraße 26



**WIEN-VII.**  
 SCHOTTENFELD G. 3  
 TELEFON:  
 34-5-17

# ING. KARL MAYER



Hausanschlusskasten,  
 Zählertafeln,  
 Verteiler- u. Schalt-  
 kasten,  
 Freileitungsmaterial.

FABRIK und BUREAUX:  
 WIEN XIX  
 KROTTENBACHSTRASSE 88

**D-A-G**

TEL. Nr. 93-5-80 u. 94-3-53  
 TELEGRAMMADRESSE:  
 DANUBIAZÄHLER

## Danubia A.-G. Wien-Budapest

Spezialfabrik für

# ELEKTRIZITÄTSZÄHLER

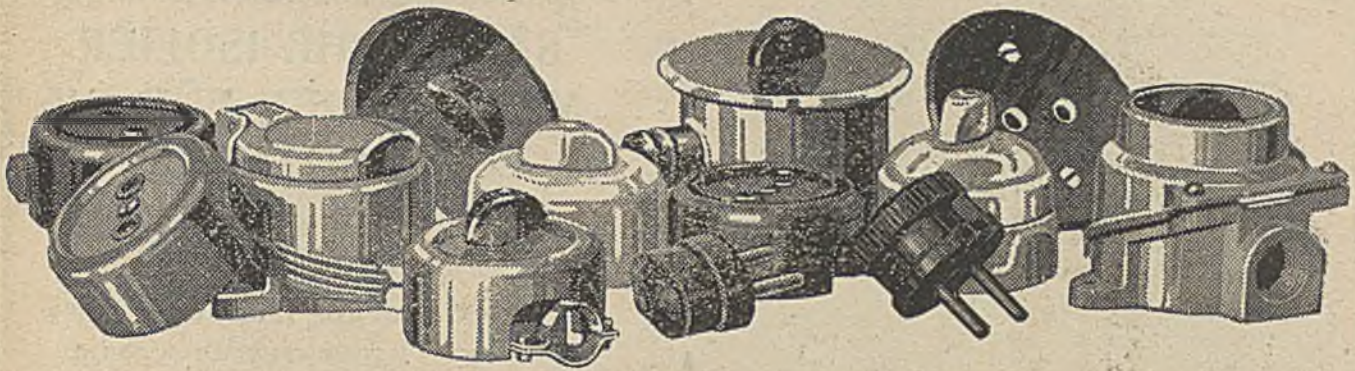
Leistungsfähigstes Unternehmen des Inlandes

Modernste Betriebseinrichtung

Normale Tagesproduktion ca. 600 Zähler / Personal: 80 Beamte, 520 Arbeiter

# ›KONTAKT‹

Das neue Einheits-Installationsmaterial



Österreichisches Fabrikat

Österreichische Kontakt G. m. b. H.

Fabrik elektrotechnischer Spezial-Artikel

Salzburg — Maxglan

Alleinverkauf und Lager:

**Paul Planer A. G. Wien II, Praterstraße 17**

Tel.-Adr.: Elektroplan - Telephon Nr. 40505, 45404, 45405, 45520

# BERGMANNWERKE

## ELEKTRIZITÄTS-GESELLSCHAFT M. B. H.

BODENBACH an der Elbe.

Telegrammadresse: Bergmannwerke, Telephon 228 und 229

**Ingenieur- und Verkaufsbüros:**

Telefon Nr.

389

306

263

1182

374

Mähr.-Ostrau, Zerotingasse 3

Reichenberg, Bahnhofstraße 31

Teplitz-Schönau, Bahnhofstraße 9

Karlsbad, Waldzeile 1015, „Haus Quarnero“

Wiederverkaufsbüro Teplitz, Hauptstr. 59

Telegrammadressen:

Bergmannwerke

Bergmannverkauf

Die Ingenieurbüros  
behandeln:

Die Fabriken  
erzeugen:

**Bau vollständiger Elektrizitätswerke, Orts- und Städtetze, Überlandwerke, Einzelanlagen für normale und Spezialzwecke.**

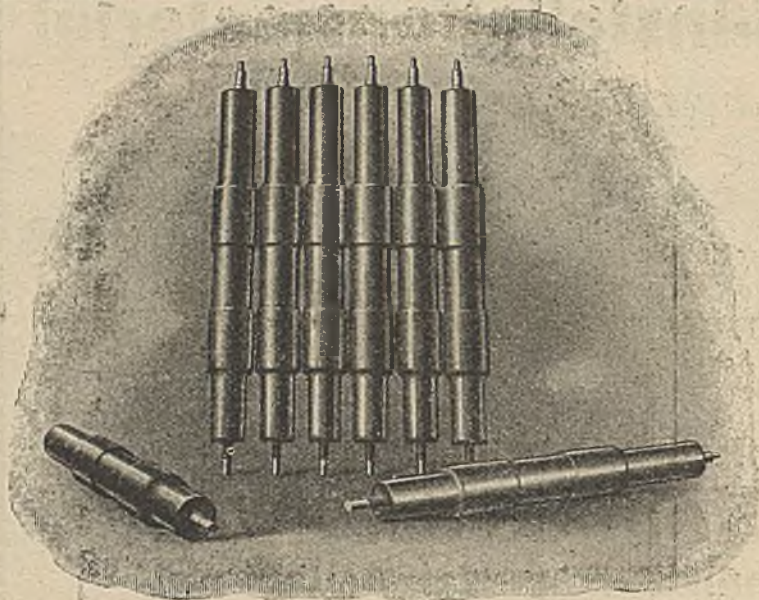
**Dynamomaschinen, Elektromotoren und Transformatoren, Schalteinrichtungen bis zu den größten Leistungen. . . .**

**Isolierte Leitungen, Schwachstrom- u. Starkstrombleikabel aller Querschnitte und Spannungen samt Fournituren. Isolierrohre mit und ohne Metallmantel samt Zubehör, sämtliche Materialien für elektrische Installationen. . . .**

Kostenvoranschläge und Anskünfte stehen auf Wunsch jederzeit kostenlos zur Verfügung.

# MICAFIL A.-G.

ZÜRICH-  
ALTSTETTEN  
(Schweiz)



Durchführungs-Isolatoren aus MICAFIL-B-Material

Spezialitäten unserer Abteilung „J“  
**SÄMTLICHE ISOLIER-  
MATERIALIEN FÜR DIE  
ELEKTROTECHNIK**

wie:

Röhren, Hülsen und Platten,  
Hochspannung - Isolatoren, usw.  
aus Öl- und temperaturbeständigem Material

Micanit, Preßmicanit sowie  
Mica - Seide, Mica - Leinen und  
Micafolium, usw.

Vertreter für Österreich:  
**Ing. Rud. Oppler,**  
WIEN I, Freyung 3 und WEIZ (Steiermark)

Spezialitäten unserer Abteilung „M“:  
Wickelmaschinen und Hilfs-Einrichtungen  
für Elektromotoren und Dynamobau.

# „EUMIG“

**ELEKTRIZITÄTS- UND METALLWAREN-INDUSTRIE  
GESELLSCHAFT M. B. H.**

TELEPHONE 7498 UND 9180



**WIEN, VI.**  
**HIRSCHENGASSE 5**

**FABRIKATION VON ELEKTRISCHEN STARKSTROMAPPARATEN,  
INSTALLATIONSMATERIAL U. PATENTIERTEN FARBEN-LICHT-  
SCHALTAPPARATEN „VARIUS“**

Neue Preisliste Nr. 61 soeben erschienen!

*Die Buchhandlungen Lehmann & Wenzel und Josef Šafár beehren sich anzuzeigen, daß sie sich unter Beteiligung der beiden Verlagsbuchhandlungen Julius Springer in Berlin und Julius Springer in Wien zu einer neuen Firma*

## *Minerva Wissenschaftliche Buchhandlung Ges. m. b. H.*

*Lehmann & Wenzel*

*Josef Šafár*

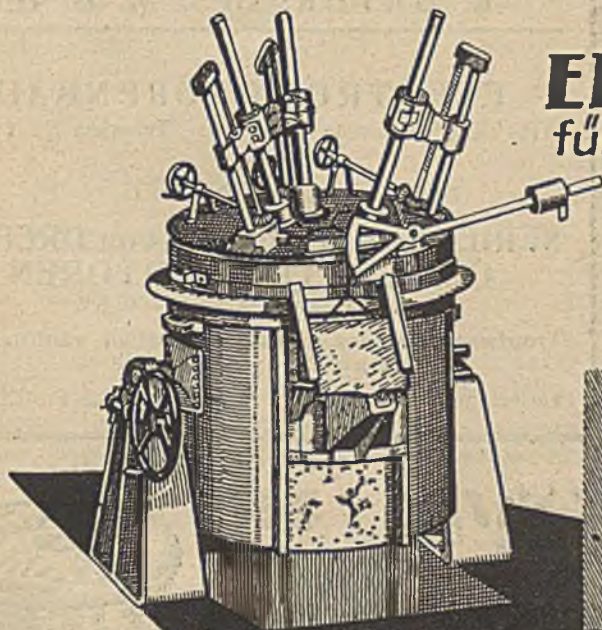
*Julius Springer*

*zusammengeschlossen haben. Die „Minerva“ unterhält ein umfangreiches Lager von Werken und Zeitschriften der gesamten Technik, des Bauwesens, der Architektur und des Kunstgewerbes, der gesamten Naturwissenschaften, Medizin, Pharmazie sowie der Rechts-, Staats- und Handelwissenschaften des In- und Auslandes. Die „Minerva“ erledigt jede Bestellung am Tage ihres Einganges. Sie ist vermöge ihrer neuen Organisation in der Lage, sämtliche Wünsche individuell zu behandeln. Die „Minerva“ ist gern bereit, Interessenten laufend über die Neuerscheinungen ihres Arbeitsgebietes kostenlos zu benachrichtigen und bittet, entsprechende Wünsche einer der nachstehenden Geschäftsstellen bekanntzugeben:*

*Geschäftsstelle für Technik: Wien I, Kärntnerstr. 30*

*Geschäftsstelle für Naturwissenschaften: Wien VIII, Schöllerg. 22*

*Geschäftsstelle für Medizin: Wien IX, Alserstr. 24*



## **Elektrö-Kleinöfen** für Temper-u. Stahlgießereien



**FERNER LIEFERN WIR:**

*Vollständige Stahlwerksanlagen  
Transport- und Verladeanlagen  
Gas-Generatoranlagen  
Schacht-Förderanlagen*



# **LRA**

**LAUCHHAMMER-RHEINMETALL-AKTIENGESELLSCHAFT  
BERLIN DÜSSELDORF RIESA LAUCHHAMMER**

1924-1183

# KINOKOHLLENSTIFTE

C. CONRADTY, NÜRNBERG

Generalvertreter:

Dr. Paul Holitscher & Co.

Wien IV, Starhembergasse 4-6

Tel.-Nr. 57550 Serie

Tel.-Adr. Elektromaterial



*Stahllakkumulatoren besitzen eine unerreichte Lebensdauer, weil sie 6500 mal aufgeladen werden können. Kurzschlüsse, Erschütterungen, Überladungen, Ganzzentladungen und jahrelanges Stehenbleiben außer Betrieb schaden nicht*

LUX-LICHT G. M. B. H. / WIEN XII

Michael Bernhargasse Nr. 5 — Fernsprecher Nr. 83-4-97



## Hydrawerk

### Dr. LOUIS RÖDER

Spezial-Fabrik galvanischer Elemente

WIEN VII, ZIEGLERGASSE 7

Telefon 31480. Telegramm-Anschr.: Hydrawerk Wien

**Anoden-Trocken-Batterien**

**Taschenlampenbatterien**

**Galv. Elemente aller Art**

## Schmiedeeiserne Transmissionen



leicht,  
billig, prompt  
lieferbar

### ROHRBÖCK'S SÖHNE

Wien VI, Gumpendorferstr. 122a / Tel. 30-42

Adler-Automobile und Schreibmaschinen  
R. BAYER, GES. M. B. H.

Abteilung:

### ELEKTROMOTORENBAU

Wien IX, Althanstraße 45

Telephon Nr. 11-3-92



SERIENFABRIKATION von DREH- u.  
GLEICHSTROMMOTOREN

in den Leistungen von 1-10 KW

Tropfwassersichere Bauart, künstlich ventiliert in  
Kugellager laufend

Vertretungen zu vergeben Verlangen Sie Preisliste M



## SPECIALERZEUGNISSE DER

# ARIADNE

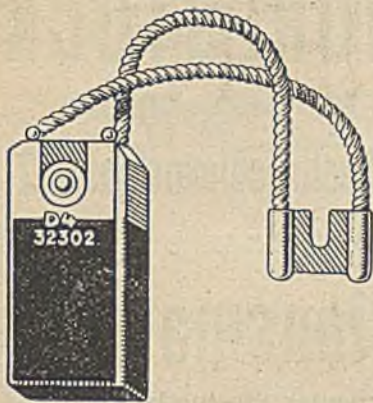
DRAHT- u. KABELWERKE A. G.

### WIEN XI

LORYSSTR. 122 TEL. 99-2-16 u. 99066



TEL. 99-2-16 u. 99066



# RINGSORFF-WERKE A.-G.

Fabrik: Mehlem a. Rh.

## KOHLBÜRSTEN

— anerkannt das erstklassige Fabrikat! —

Kontaktfedern Kontrollerteile  
Kohlenbürsten Bürstenhalter

Ingenieurbüro und über 1,500.000 Lagerbürsten am Platze

**Wien, VII. Bezirk, Karl Schweighofergasse 10**

Telegramm-Adresse: Kohlenbürste Wien

Telephon Nr. 38-3-44

## Kugellager

und

## Stahl-Kugeln

In Jeder Dimension und  
für Jeden Zweck prompt  
ab Lager lieferbar



Blegsame Wellen und Apparate für alle Industriezwecke

F. Kvasnička, Wien, XIII.

Tel. 80371 Linzerstr. 47 Tel. 80371

SPEZIALITÄT:

Kugellager-Einbau in neue u. bestehende Maschinen

## Gleichstrom - Dreileiter- Dynamomaschinen

86 KW,	2×220 Volt,	1100 n,	S. S. W.
87 "	2×230 "	950 "	Bergm.
70/77 "	2×160/175 "	850 "	S. S. W.
250 "	2×230 "	750 "	S. u. H.

sehr preiswert ab Lager zu verkaufen

## ING. F. PROKSCH

Wien VI. Bezirk, Getreidemarkt Nr. 7

Tel. 3450, 3451

Telegr.: Prokschmotor

## JISTEL & BAIER

früher P. Schenker & Co., vorm. V. & H. Weiss

Wien V, Margaretenstraße 93

Telephon Nr. 56-4-58

Elektrotechnische  
Bedarfsartikel und  
Beleuchtungskörper

Generalvertretungen erster Häuser / Vor Einlangen  
unserer Preisliste bitte Spezialofferte einzuholen

## Werk für Elektrotechnik

Ferdinand Proksch & Co. Nachfolger

## JOHANN AUER

Wien XVI, Wattgasse 11. Fernspr. 24061

Erzeugung von

## Elektromotoren

Kleinmotoren und Ventilatoren

Reparaturen

Neuwicklungen

## Schwechater Kabelwerke

Gesellschaft  
m. b. H.

Zentralbüro und vollständiges Lager in Wien, VI, Dreihufeisengasse 3

Tel.-Adr.: Schwechatkabel

Telefon Nr. 3189, 3188

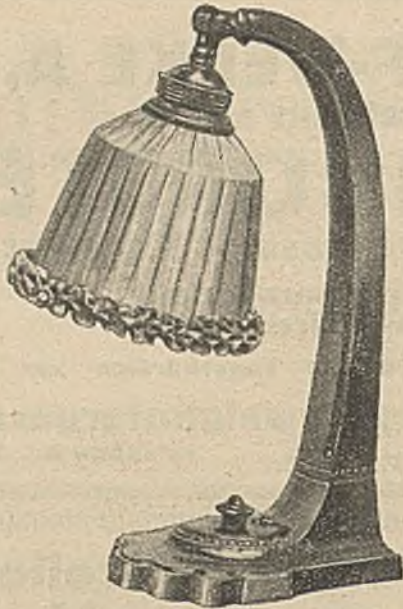
### KABELWERK

### GUMMIWERK

Isolierte Leitungsdrähte, Kabel und Schnüre für  
Stark- u. Schwachstrom, umspinnene Drähte für  
Motore u. Apparate, Weichgummi u. Isolierbänder

Friedensqualität

Prompte Lieferung



**ARNOLD PRAGAN**  
Luster- und Lampenfabrik Ges. m. b. H.  
Telephon Nummer 82-97 Wien VI, Windmühlgasse 24  
Telegr.-Adresse Lusterpragan

**Haben Sie reparaturbedürftige elektr. Bügeleisen, Kochtöpfe, Kochplatten, Öfen etc.?**

Senden Sie dieselben an  
**AUGUST HUMMEL, WIEN XIX.**  
Billrothstraße 6 Telephon 96800  
Auf telephon. oder schriftliche Verständigung werden die Apparate kostenlos abgeholt.

**J. M. VOITH**  **ST. PÖLTEN**  
Bureaux: Wien IV. Argentinerstr. 24  
Innsbruck: Boznerplatz 1

## Wasser-Turbinen

Geschwindigkeits- Wasserstands- und elektr. Widerstands-REGULATOREN, Rechen, Schützen, aut. Stauklappen

**KOMPL. TRANSMISSIONEN**

Elastische und isolierende Kupplungen

**Eisenkonstruktionswerkstätte Hajek & Steiner**  
Wien XV, Sechshausenstraße 36/38. Telephon 82-9-42

**Spezialabteilung:**  
**Schalttafelgerüste f. Hoch- u. Niederspannung**  
**Wend- und Mastausleger**  
**Transformatorstationen**  
**Mauer- und Dachständer**  
**Isolatorstützen nach Normallen des V. D. E.**

Ausführung von Konstruktionen nach Zeichnungen und Entwürfen

# LEON MÜHLSTOCK

Engroshaus für Elektrotechnik  
Wien, IX. Bez., Sechsschimmelgasse 21

Peresprecher: 18-3-12

## Installationsmaterial

Reichhaltiges Lager sämtl. elektrotechnischer Bedarfsartikel, wie:

Schalter, Sicherungen, Fassungen, Glühlampen, Leitungsschneide und Drähte, Fabriksarmaturen für trockene und feuchte Räume, Beleuchtungskörper, Isellorband und Klebmaterial

Man verlange Spezialangebot!

**Elektrohaus Schmidjörg**  
**Großlager von sämtlichen Elektro- und Radiomaterial**

Radioapparate für Lokal- und Fernempfang

Wien III, Hohlweggasse 17-20. Fernspr. 6538

# Bosch



## BOSCH-ÖLER

Zwangsläufige Ölförderung

Unbedingte Betriebssicherheit aller Maschinen

Bedeutende Ersparnisse an Schmiermitteln

Übersichtliche, reinliche, von der Wartung unabhängige Schmierung

**ROBERT BOSCH Ges. m. b. H.**  
Wien IX, Spittelauerlände 5 (b. d. Brigittabrücke)

Achten Sie auf den Namen ROBERT BOSCH und diese Schutzmarke





INSTALLATIONS-BÜRO FÜR  
ELEKTRISCHE ANLAGEN

**SCHNEIDER & CO.**

WIEN VIII

LAUDONGASSE 12, TELEPHON 25-0-58

Übernimmt die Herstellung

aller Fabrikanlagen	Motor-Reparaturen
Schalttafelbau	Rekonstruktion
Theatereinrichtungen	von Fabrikanlagen
Spezial-Antriebe	Ortsnetze

Filiale in Groß-Siegharts

Telephon Nr. 30

Telephon- und  
Telegraphenfabriks - A. - G.

**KAPSCH & SÖHNE**

*Moderne  
Telephon- und Telegraphenanlagen  
aller Art, Haustelegaphen, einschlägige  
Präzisions- und Massen-Artikel*

*Telephonzentralen  
und Zentralumschalter verschiedener Systeme*

*Vollständige  
Radio-Empfänger  
Radio-Einzelteile und Radio-Zubehör*

*Galv. Elemente  
Taschenlampen und Taschenlampenbatterien*

Wien XII, Johann Hoffmannplatz 9

Telegramm - Adresse: Kapsch Wien  
Telephon 80-5-20

SPEZIALFABRIK ELEKTRISCHER STARKSTROMAPPARATE

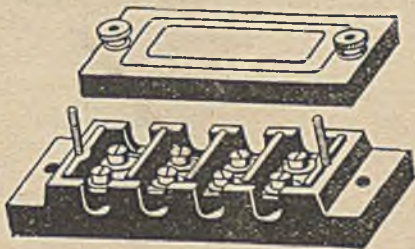
**KRAUS & NAIMER**

WIEN XVIII, SCHUMANNGASSE 35

TELEPHON NUMMER 24-4-33

**RICOLIT**

Isoliermaterial für die Elektrotechnik  
in Platten und Formenstücken



Vertretung:  
Ing. Kodolitsch,  
Ing. Kaiser & Co.  
WIEN VII.  
Mondscheingasse 17

**Süddeutsche Isolatorenwerke**  
Freiburg in Baden

**Unser Kabelwerk liefert prompt:**

Alle Sorten elektrische Gummi-  
Kabel, Drähte, Schnüre für  
Stark- und Schwachstrom in  
verlässlichster Gummiqualität

GUMMI- UND KABELWERKE

**JOSEF REITHOFFER'S SÖHNE A. G.**

Zentrale: Wien VI, Dreihufeiseng. 9-11  
Telephon 9500 Serie

**Drehstrom-Motoren**

1 St. Eln, fabriksneu, 220/380 Volt, 65 PS, 960 Touren,  
50 Perioden, samt Riemenscheibe, Spannschienen und  
Anlasser zum Preise von . . . . . K 22 750 000  
1 St. Brown Boveri-Werke, gebraucht, garantiert be-  
triebsfähig, 220/380 V, 85 PS, 960 Tour., samt Riemen-  
scheibe, Spannschienen u. Anlasser zum Preise von  
K 24 000 000

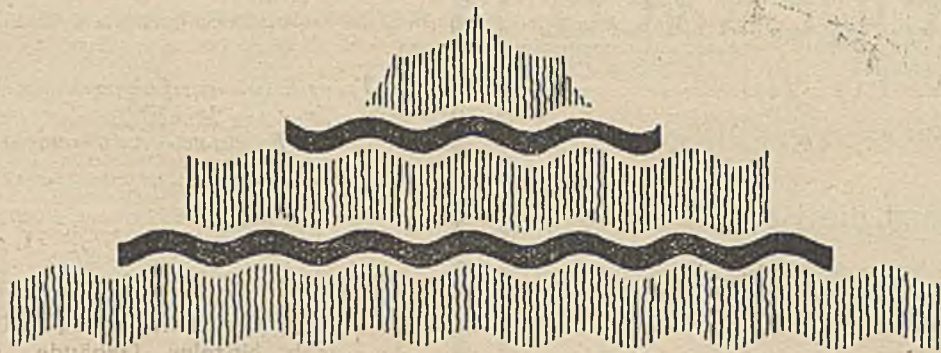
1 St. Eln, gebraucht, garantiert betriebsfähig, 220/380 V,  
220 PS, 550 Touren, samt Riemenscheibe und Anlasser,  
zum Preise von . . . . . K 54 000 000

**Gleichstrom-Generator**

1 St. A. E. G., ungebraucht, 66 kW, mit angebaute  
Erregermaschine, 600 Touren, 500 Volt, (event. als  
Dreileitermaschine 2 x 250 Volt).

Ingenieurbüro „Prometheus“ Ing. Arthur Hofmann & Co.  
Wien VII, Neubaugasse 40

Tel. 33802 u. 30513 Telegr.-Adresse: Hektowatt Wien



# OSRAM NITRA

Schlechtes Licht  
ist der teuerste Betriebsstoff

OSRAM LAMPEN-GESELLSCHAFT M. B. H.  
WIEN I  
FLEISCHMARKT 1



# Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien

Schriftleitung: Ing. A. Grünhut.

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

Heft 47

Wien, 23. November 1924

42. Jahrgang

## INHALT:

Die Eröffnung des Elektrizitätswerkes Partenstein. Von Dr. Richard Hlecke, Wien. . . 677

Stromkräfte in Transformatorwicklungen. Von Dr. Friedrich Müller, Wien. . . 679  
Rundschau. . . . . 685

Patentbericht. . . . . 687  
Literaturbericht. . . . . 690  
Briefe an die Schriftleitung . . . . . 691  
Vereins-Nachrichten. . . . . 692

## Die Eröffnung des Elektrizitätswerkes Partenstein.

Von Dr. Richard Hlecke, Wien.

Am 30. Oktober dieses Jahres wurde in Oberösterreich das Elektrizitätswerk Partenstein der Oberösterreichischen Wasserkraft- und Elektrizitäts - A. - G. (OWEAG) eröffnet, das zur Ausnützung der Wasserkraft des Mühlflusses errichtet wurde.

Der offiziellen Feier ging eine eingehende Besichtigung aller Teile des Werkes<sup>1)</sup> durch die Vertreter der Fach- und Tagespresse voraus. Die Fahrt zu den Werksanlagen wurde unter der Führung von Generaldirektor Heinr. Schlosser von Linz aus in Postautomobilen angetreten und führte über das abwechslungsreiche Berggelände des Mühlkreises, die sogenannte „Bucklige Welt“, die der bekannteren granitischen Formation unseres Waldviertels mit ihren tiefeingeschnittenen bewaldeten Flußtäälern und den dem Feldbau gewidmeten Hochflächen ähnelt. In Neufelden (s. die Übersichtskarte Abb. 1) wurde das dort angelegte Staubecken besichtigt, das sich dem im unteren Teile U-förmig gekrümmten Flußbette anschmiegt. Die Stauung beträgt 9 m, die Oberfläche des gefüllten Beckens 222 000 m<sup>2</sup>. Sein nutzbarer Inhalt umfaßt 800 000 m<sup>3</sup> und entspricht ungefähr einem mittleren Zuflusse der großen Mühl innerhalb 48 Stunden. Dieser Fassungsraum genügt, um die Leistung des Kraftwerkes während eines 8-stündigen Vollbetriebes an Wochentagen auf das Dreifache der dem mittleren Zuflusse

entsprechenden Höhe zu steigern. Der Anlage des Stau-

<sup>1)</sup> Siehe die ausführliche Beschreibung des Werkes von Ing. Kvetensky im Heft 20 d. J.

beckens fiel die Ortschaft Langhalsen zum Opfer, von der noch einzelne Gebäude, insbesondere ein quadratischer Schloßbau über die Wasserfläche emporragen. Die früheren Einwohner wurden in der Umgebung angesiedelt. Am unteren Beckenende liegt das 104 m lange Stauwehr mit zwei großen, je 8 m breiten Schützenöffnungen zur Abfuhr von Hochwässern bis zu 400 m<sup>3</sup>/s. Der Einlaß in den Druckstollen befindet sich nahe der U-Krümmung des Beckens, er enthält einen Grob- und einen Feinrechen, sowie 3 Einlaßschützen zum Abschlusse des Druckstollens. Die lichte Weite zwischen den Stäben des Feinrechens beträgt 20 mm. Die Einlaßschützen, sowie die an schweren Galketten hängenden Schützen des Hauptwehres können sowohl elektrisch, als auch im Notfalle von Hand betätigt werden. Der anschließende, größtenteils durch Granitgestein führende Druckstollen ist 5600 m lang und besitzt ein kreisrundes Profil von 2·95 m Durchmesser; er ist im druckfesten Granit mit Beton ohne Eiseneinlage, an 17 schwächeren Stellen jedoch mit Eisenbeton ausgekleidet. Der Wasserdruck steigt von 0·5 at beim Einlaß auf etwa 5 at beim Wasserschloß, die maximale Fördermenge beträgt 22·5 m<sup>3</sup>/s bei einer Wassergeschwindigkeit von 3 m/s. Nach den ersten 855 m wird das Flußbett in einem genieteten, auf einer gegliederten Betonbrücke ruhenden Eisenrohrstrange überquert.

Der anschließende, unter der Ortschaft Kleinzell durchführende Teil des Stollens wurde mit Hilfe zweier bei 660 m und 3840 m von der Rohrbrücke ge-

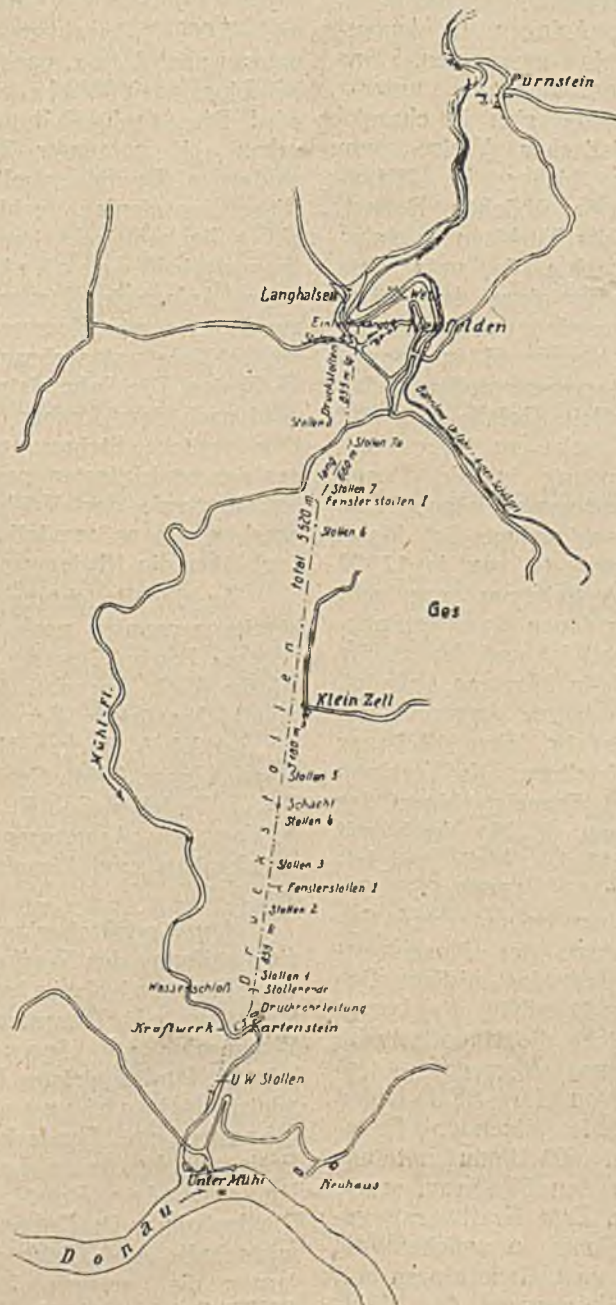


Abb. 1.

legener Fensterstollen gebohrt und liegt durchaus im harten Granit. Am unteren Ende beindet sich das Wasserschloß zur Aufnahme der Druckschwankungen. Von hier ab wird das Wasser den Turbinen durch ein eisernes Druckrohr von 350 m Länge und 135 m Gefälle zugeführt, so daß das Gesamtgefälle vom Staubecken bis zu den Turbinen 183 m beträgt. Der Durchmesser des Druckrohres nimmt von 2,40 m oben auf 2 m unten ab; es schmiegt sich der Bodengestaltung in zwei, in großen Betonklötzen gelagerten Knickstellen an und ist am oberen Ende durch ein Rohrbruchsicherheitsventil (Automatische Drosselklappe) abgeschlossen. Der Druckstollen konnte nicht besichtigt werden, da er bereits mit Wasser gefüllt war. Nach der Besichtigung des Staubeckens,

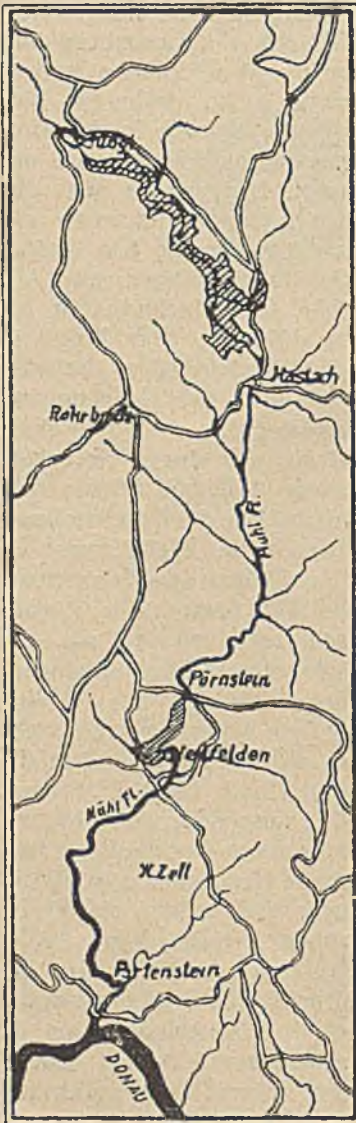


Abb. 2.

gen, das oberste Geschoß die von der AEG-Union gelieferten, auf der Turbinenwelle sitzenden Generatoren von je 12 000 kVA bei 600 U/min mit angebauter Erregermaschine, ferner den 50 t-Kran, sowie den Schalt- und Kommandoraum. Zum Kraftwerke gehören ferner ein Mittelspannungshaus, in welchem die Verteilung eines Teiles der von den Generatoren mit 5500 V gelieferten Energie zur Versorgung des Mühlviertels erfolgt, sowie ein Hochspannungshaus, in welchem sich die Sammelschienen und Schaltanlagen für den in drei im Freien stehenden Transformatoren von je 12.000 kVA auf 110.000 kV auftransformierten Hauptteil der Generatorleistung befinden. An das Hoch-

spannungshaus schließt sich die in zwei Stränge von je  $3 \times 65 \text{ mm}^2$  Aluminium unterteilte 110 kV-Leitung, die auf hohen, in Abständen von 200 m aufgestellten eisernen Gittermasten (Tannenbaumtype) zu dem 31 km entfernten, von den Österreichischen Siemens-Schuckert-Werken, AEG-Union und Elin A.-G. ausgeführten Umspannwerk in Wegscheid bei Linz führt.<sup>2)</sup> Die Leitung überschreitet etwa 4 km flußaufwärts von Ottensheim-Wilhering in einer Spannweite von ungefähr 319 m auf zwei 44 m hohen Gittertürmen die Donau. Die Besichtigung des Umspannwerkes in Wegscheid bildete die letzte Etappe der Exkursion. Dasselbst wird der eine der zwei von Partenstein kommenden Leitungsstränge nach Gresten zum Anschlusse an die nach Wien führende 100 kV-Leitung der WAG weitergeführt, während der Strom der zweiten Leitung durch große Transformatoren (3 zu 6000 kVA, 110/11 kV; 3 zu 3000 kVA, 45/11 kV, 2 zu 3000 kVA, 45/3,1 kV) auf die Spannungen von 10 000 und 45 000 V herabtransformiert und mit diesen Spannungen nach Linz, nach Kleinmünchen und Hart bei Linz, nach Wels und nach Steyr weitergeleitet wird. Die Anschlußleitung nach Steyr ermöglicht auch schon seit geraumer Zeit den Strombezug aus der modernen Dampfzentrale der Waffenfabrik in Steyr. Diese Dampfanlage gehört derzeit der OWEAG und bildet die kalorische Reserve für Partenstein. Das Umspannwerk Wegscheid gilt heute als die größte derartige Anlage in Europa. Sammelschienen und Schaltapparate, sowie Kommandoraum und Werkstätte sind im Gebäude untergebracht, die Transformatoren stehen im Freien. Die Jahresleistung des Partensteiner Werkes wird nach dem Ausbau auf 70 Mill. kWh veranschlagt. Eine weitere Steigerung der Jahresleistung wird sich aus der projektierten zweiten Stauanlage bei Haslach im Oberlaufe der Mühl (s. Nebenkarte der Abb. 2) ergeben, die es ermöglichen würde alle drei Aggregate auch über die Niederwasserzeit laufen zu lassen.

An der Errichtung des Werkes haben außer den bereits genannten noch folgende Firmen mitgearbeitet: Österr. Brown-Boveri Werke A.-G., Akkumulatorenfabriks A.-G., Sprecher & Schuh, Oberösterr. Baugesellschaft, Oberösterr. Ferro-Betonit Werke A.-G., A. Porr, Br. Redlich & Berger, H. Rella & Co., Th. Hock & Th. Angele, Ignaz Gridl, Schiffswerft Linz A.-G., Thyssen & Co., J. Toifel & Co., R. Ph. Waagner L. & I. Biro und A. Kurz, Wr. Armaturen- und Maschinenbau A.-G., Wr. Brückenbau- und Eisenkonstruktions A.-G., Wr. Eisenbau A.-G.

Am 30. Oktober um 1 Uhr 15 Minuten fand dann die Eröffnung des Werkes durch den Bundespräsidenten Dr. Michael Hainisch statt; an der Feier nahmen außerdem teil: Generalkommissär Dr. Zimmermann, Vizekanzler Dr. Frank, Finanzminister Dr. Kienböck, Handelsminister Dr. Schürff, Landwirtschaftsminister Buchinger, Präsident des Nationalrates Dinghofer, Landeshauptmann von Oberösterreich Prälat Dr. Hauser, Landeshauptmann von Steiermark Dr. Rintelen, Präsident der OWEAG und der österr. Bundesbahnen Dr. Günther und Präsident des Wasserwirtschafts- und Elektrizitätsamtes Dr. Ellenbogen; ferner die gesamte Verwaltung und Direktion der OWEAG, sowie 300 weitere Festgäste, die mittels Sonderschiff von Linz angekommen waren. Präsident Dr. Günther gab in seiner Begrüßungsansprache einen geschichtlichen Überblick über den Werdegang des

\*) Vgl. E. u. M. 1924, Heft 20, Seite 317.

Unternehmens von der Hillerkonzession im Jahre 1903 bis zur Gründung der OWEAG am 19. Juli 1920, vom ersten Spatenstiche am 13. Dezember 1919 bis zur Inbetriebsetzung der ersten Turbine am 19. Oktober 1924, und schilderte die überaus ernsten, nunmehr aber mit Hilfe der österreichischen Banken und der Elektrobank in Zürich glücklich überwundenen finanziellen Schwierigkeiten, denen es in der Inflationszeit ausgesetzt war. Er hob ferner die Verdienste des leider verstorbenen Schweizer Ingenieurs S p y c h i g e r, der gegenwärtigen Direktoren Ing. K v e t e n s k y und Ing. S c h a c h e r m e y e r, sowie der Spezialingenieure der Elektrobank um die technische Ausarbeitung des Projektes, aber auch die Verdienste des Bundes und des Landes Oberösterreich, aller sonstigen öffentlichen Faktoren Oberösterreichs, der Elektrobank in Zürich, sowie der österreichischen Banken unter der Führung der Bank für Oberösterreich und Salzburg, des Wr. Bankvereines und der Allg. Österr. Bodenkreditanstalt um die Behebung der finanziellen Schwierigkeiten und schließlich die Verdienste aller Mitarbeiter um die klaglose Durchführung des Baues hervor, wies auf die symbolische Bedeutung des Werkes für die Wiedererhebung Österreichs hin und richtete an den Bundespräsidenten die Bitte, die Eröffnung zu vollziehen.

Der Bundespräsident betonte in seiner Erwiderung, daß die Hebung der landwirtschaftlichen Erzeugung und der Ausbau der Wasserkräfte für die Stabilisierung unserer Währung unerläßlich seien und er daher die Vollendung des Partensteiner Werkes aufs freudigste begrüße. Sein erster Besuch in Partenstein, als die Unternehmung mit Geldschwierigkeiten zu kämp-

fen hatte, fiel mit Österreichs trübster Zeit zusammen. Partenstein ist inzwischen vollendet worden und Österreich dem Zusammenbruche längst vollständig entrückt. Daraus schöpfe er volle Zuversicht für die Zukunft und danke allen, die daran mitgearbeitet haben für ihre darangewendete Mühe. Mit dem Wunsche einer schönen gedeihlichen Zukunft, sowohl des Werkes als auch unseres ganzen Vaterlandes gab er das Zeichen zur Eröffnung des Betriebes, worauf in allen Räumen die elektrischen Flammen aufleuchteten. Hiemit war die Feierlichkeit beendet und die Festgäste begaben sich um 4 Uhr wieder zur Landungsstelle in Neuhaus, wo der Dampfer zur Rückfahrt nach Linz bereit stand.

Den Schluß des Tages bildete ein gemeinsames Abendessen im Linzer Volksgartensaal, in dessen Verlaufe Landeshauptmann Prälat Dr. Hauser, Generalkommissär Dr. Zimmermann, Präsident Dr. Günther, Handelsminister Dr. Schürff, Bürgermeister D a m e t z und eine Reihe von anderen Rednern die Bedeutung des Werkes und die Verdienste der Männer, die es zustande brachten, hervorhoben. Prälat Dr. Hauser wies insbesondere auf das einmütige Zusammenarbeiten aller politischen Parteien am Zustandekommen des Werkes hin. Generalkommissär Dr. Zimmermann betonte, daß die Armut unseres Staates einzig und allein nur durch die Arbeit des Geistes und der Hände bekämpft werden könne; Direktor Lüscher der Elektrobank in Zürich zeigte am Beispiele der OWEAG den Wert des persönlichen Vertrauens für die Gewinnung finanzieller Auslandshilfe. Oberösterreichischer Lokallhumor schloß lange nach Mitternacht den Abend.

## Stromkräfte in Transformatorwicklungen<sup>1)</sup>.

Dr. Friedrich Müllner, Wien.

Betrachtet man das Bauelement jeder Transformatorwicklung, das ist ein Paar von zwei entgegengesetzt stromdurchflossenen Spulen gleicher Amperewindungszahl, so kann man daran, einerlei ob Zylinder- oder Scheibenanordnung vorliegt, grundsätzlich zwei Arten von Kräften unterscheiden: Senkrecht zur Haupt- richtung des Streuflusses die Druckkräfte und parallel zur Längsrichtung des Streuflusses die Schubkräfte. Bei Zylinderwicklungen sind die Druckkräfte radial und die Schubkräfte achsial gerichtet, während bei Scheibenwicklungen das Umgekehrte der Fall ist. Man kann auch noch eine Unterscheidung zwischen inneren und äußeren Kräften treffen, wobei die von dem Wicklungskupfer selbst aufzunehmenden Zug- oder Druckkräfte als innere und die von der Wicklungsabstützung aufgefangenen Kräfte als äußere zu bezeichnen wären. So sind zum Beispiel die Druckkräfte bei Scheibenspulen äußere, bei Zylinderspulen innere Kräfte, die Schubkräfte für die erste Spulenart innere und bei symmetrischer Anordnung auch für die zweite Art. Bei unsymmetrischer Anordnung der Zylinderwicklung treten auch äußere Schubkräfte auf.

Um die mathematische Behandlung des Gegenstandes zu erleichtern, müssen zwei grundlegende Ver-

einfachungen vorgenommen werden: 1. Die endliche Spulendicke, an Zylinderwicklungen in radialer, an Scheibenspulen in achsialer Richtung gemessen, wird nicht in die Rechnung eingeführt, sondern man rechnet mit unendlich kleiner Spulendicke, jedoch dafür mit einem mittleren Spulenabstand. 2. Die Krümmung der in Wirklichkeit kreisförmigen Spulen wird vernachlässigt, das heißt es wird mit einer Verteilung des Streufeldes gerechnet, als ob die Wicklung aus zwei unendlich langen, nebeneinander laufenden geraden Stromschienen bestünde, aus welchen ein Stück gleich der mittleren abgerollten Windungslänge herausgeschnitten ist.

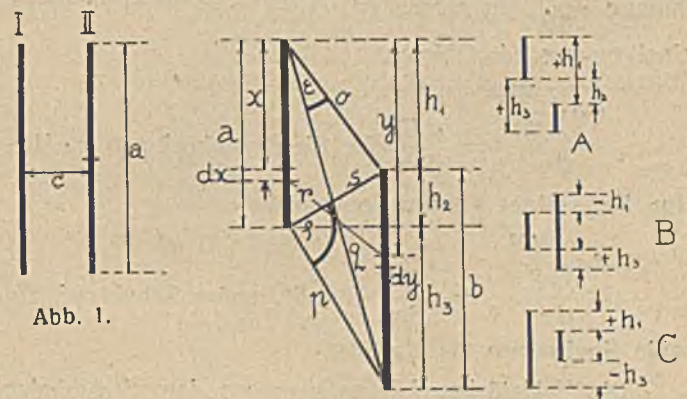


Abb. 1.

Abb. 2.

Abb. 1 zeigt den Querschnitt einer einfachen, aus nur einem Spulenpaar bestehenden Transformatorwicklung. Die Stromrichtungen sind in den beiden quer-

<sup>1)</sup> Der Aufsatz enthält die hauptsächlichsten Ergebnisse der Dissertation „Achsiale Kurzschlußkräfte in zylindrischen Transformatorwicklungen“, Nov. 1922, des gleichen Verfassers. In der Zwischenzeit ist eine, denselben Gegenstand behandelnde Arbeit von Biermanns: „Kurzschlußkräfte an Transformatoren“, schweiz. Bulletin 1923, Heft 4 und 5 erschienen, auf welche besonders hingewiesen sei.

geschnittenen Spulen natürlich entgegengesetzt zu denken.

Der gezeichnete Fall ist ein spezieller, weil die Spulen gleich hoch und in der gleichen Höhe, also nicht gegeneinander verschoben angenommen wurden. Diese Annahme gestattet zunächst eine Orientierung über die auftretenden Kraftkomponenten zu gewinnen.

Das im Spulenraum eingezwängte Streufeld mit der Feldstärke  $H$  drückt senkrecht zur Flußrichtung gegen die Spulenwände und wirkt auf diese wie ein komprimiertes Gas mit einem Druck von  $\frac{H^2}{8\pi}$  Dyn oder

zirka  $\left(\frac{H}{5000}\right)^2$  kg pro  $\text{cm}^2$  Spulenoberfläche. Denkt man

sich im vorliegenden Fall eine Zylinderwicklung, so wird die äußere Spule wie ein Rohr mit innerem, die innere Spule wie ein Rohr mit äußerem Überdruck beansprucht. Die Festigkeitsrechnung folgt bekannten Gesetzen und liefert die mechanischen Beanspruchungen des aktiven Wickelkupfers. Handelt es sich um Scheibenspulen, so ergibt die Rechnung der Druckkräfte die Beanspruchungen im Abstützmaterial.

Außer der betrachteten Quer- oder Druckkraft kann man in diesem Spezialfall auch noch in einfacher Weise, die infolge der symmetrischen Anordnung nur als innere Kraft zur Wirkung kommende Längs- oder Schubkraft, welche die beiden Hälften einer Spule gegeneinander preßt, zum Ausdruck bringen. Es ist hiezu allerdings noch die Annahme zu machen, daß der Spulenabstand  $c$  klein ist gegen die Spulenhöhe  $a$ , wie es wohl meist zutrifft. In diesem Falle werden die beiden Hälften jeder Spule in achsialer Richtung mit einer Kraft zusammengepreßt, welche gleich ist der halben Gesamtzugkraft des Streufeldes, da sich die ganze Zugkraft des Flusses auf beide Spulen aufteilt. Die innere Schubkraft einer Spule ist somit pro cm Spulenumfang:  $\frac{H^2}{8\pi} \cdot \frac{C}{2}$  Dyn oder  $\left(\frac{H}{5000}\right)^2 \cdot \frac{C}{2}$  kg. Sie ist so wie die Feldstärke selbst bis nahe an die Spulenden fast konstant und fällt erst gegen Ende jäh ab, wie sich mit Hilfe der später abgeleiteten Formeln zeigen läßt.

Daß die beiden bisher angestellten quantitativen Überlegungen bezüglich Druck- und Schubkräften zurecht bestehen, kann man leicht nachweisen, indem man in bekannter Weise den Differentialquotienten aus der Energieänderung und einer virtuellen Änderung von  $c$  bzw.  $a$  bildet. Da für die Feldenergie pro cm Spulenumfang  $\frac{acH^2}{8\pi}$  zu setzen ist, erhält man dann in Übereinstimmung mit Obigem:

$$\frac{dac \frac{H^2}{8\pi}}{dc} = \frac{aH^2}{8\pi} \text{ für die Druckkraft pro cm Um-}$$

fang längs einer ganzen Spule und

$$\frac{dac \frac{H^2}{8\pi}}{da} = c \frac{H^2}{8\pi} \text{ für die innere Schubkraft auf}$$

beide Spulen pro cm Umfang.

Die Feldstärke  $H$  kann man aus dem Strombelag  $A = \frac{i \cdot n}{a}$ , den Amperewindungen pro cm Spulenhöhe,

berechnen:  $H = \frac{4}{10} A$ . Bei der Bestimmung von  $A$  ist der Maximalwert des plötzlichen Kurzschlußstromes für

den ungünstigsten Schaltmoment, das heißt  $2\sqrt{2} i_n \frac{e_n}{e_k}$

einzusetzen. Dabei ist  $i_n$  = Nennstrom,  $e_n$  = Nennspannung und  $e_k$  = Kurzschlußspannung. Es steckt darin eine gewisse Reserve, weil die innerhalb der ersten Halperiode schon merkbare Dämpfung des abklingenden Kurzschlußstromes vernachlässigt ist.

Man kann  $H$  auch aus dem Streufluß selbst bestimmen, da dieser im Höchstfalle dem doppelten Hauptfluß gleichzusetzen ist. Es wird somit  $H = \frac{2\Phi}{c\pi D}$ , wenn

$\Phi$  = Hauptfluß und  $D$  = mittlerer Spulendurchmesser ist.

Obige einfache Rechnung der Schubkraft gelingt aber nur, wenn es sich um gleich hohe Spulen in gleicher Höhe handelt, was gewöhnlich nicht der Fall ist. Achsiale Unsymmetrien können sowohl durch Anzapfungen oder Eingangswindungen mit verstärkter Isolation als auch durch ungenaue Montage verursacht werden. Um die Spulenhöhen gleich zu halten, hilft man sich bei Anzapfungen zwar meist, indem man sie in die Mitte verlegt; es entsteht jedoch dann eine Unterbrechung im Strombelag, welche, wie sich später zeigen wird, für die innere Schubkraft von Bedeutung werden kann. Es ist bei einem derartigen Spalt in einer Spule unter Umständen möglich, daß die innere Schubkraft die Spulenhälften auseinander drückt und sich damit in der Wicklungsabstützung auswirkt.

Zur rechnerischen Behandlung aller solcher Fälle soll daher an Hand der Abb. 2, welche den Schnitt durch eine Wicklung mit 2 ungleich hohen Spulen in verschiedener Höhenlage darstellt, ein allgemeiner Ausdruck für die Schubkraft abgeleitet werden.

$A_1$  sei der Strombelag der Spule  $a$ ,  $A_2$  derjenige der Spule  $b$ . Es entsteht zunächst die Frage nach der Kraft des Elementes  $A_1 dx$  auf das Element  $A_2 dy$ . Da die Leiter geradlinig und unendlich lang gedacht sind, wird das Feld von  $A_1 dx$  an der Stelle des Leiters  $A_2 dy$  durchwegs  $2 \frac{A_1 dx}{10r}$ . Die Kraft der zwei Elemente von je 1 cm Länge in der Richtung  $r$  ist dann:

$$2 \frac{A_1 A_2 dx dy}{100 r}$$

und die Komponente in der Richtung  $y$  wird:

$$2 \frac{A_1 A_2}{100} \frac{y-x}{r^2} dx dy.$$

Daraus ergibt sich die Schubkraft des Elementes  $A_1 dx$  auf die ganze Spule  $b$  mit Rücksicht auf die Bezeichnungen der Abb. 2

$$2 \frac{A_1 A_2}{100} dx \int_{h_1}^{a+h_2} \frac{(y-x)}{r^2} dy$$

und da  $r = \sqrt{(y-x)^2 + c^2}$ , kann man für  $dr = \frac{y-x}{r} dy$  setzen und erhält für das Integral

$$2 \frac{A_1 A_2}{100} dx \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} = 2 \frac{A_1 A_2}{100} dx \ln \frac{r_2}{r_1}.$$

Dabei ist  $r_1 = \sqrt{(h_1-x)^2 + c^2}$  und  $r_2 = \sqrt{(a+h_2-x)^2 + c^2}$ . Die gesamte Kraft der Spulen  $a$  und  $b$  aufeinander wird somit:

$$P = \frac{2 A_1 A_2}{100} \int_0^a \ln \frac{r_2}{r_1} dx =$$

$$= \frac{2 A_1 A_2}{100} \int_0^a [\ln \sqrt{(a+h_2-x)^2 + c^2} - \ln \sqrt{(h_1-x)^2 + c^2}] dx,$$

wofür sich durch partielle Integration und einige Umformung schließlich

$$P = \frac{2 A_1 A_2}{100} \left[ \frac{a}{2} \ln \frac{(a+h_3)^2+c^2}{h_3^2+c^2} + \frac{h_1}{2} \ln \frac{h_2^2+c^2}{h_1^2+c^2} + \frac{h_3}{2} \ln \frac{(a+h_3)^2+c^2}{h_3^2+c^2} - c \left( \operatorname{arctg} \frac{h_1}{c} - \operatorname{arctg} \frac{a+h_3}{c} + \operatorname{arctg} \frac{h_3}{c} + \operatorname{arctg} \frac{h_2}{c} \right) \right] \text{ Dyn/cm}$$

ergibt. Der Ausdruck läßt sich einfacher darstellen, wenn man die in der Abb. 2 bezeichneten Diagonalen und Winkel einführt. Man erhält dann in kg:

$$P = 2 \frac{A_1 A_2}{10^8} \left[ a \ln \frac{q}{s} \pm h_1 \ln \frac{s}{o} \pm h_3 \ln \frac{q}{p} - c(\varphi - \varepsilon) \right] \text{ kg/cm} \dots (1)$$

worin  $h_1$  und  $h_3$  positiv zu zählen sind, wenn die Spulenordnung entsprechend der Abb. 2 ist. Wäre zum Bei-

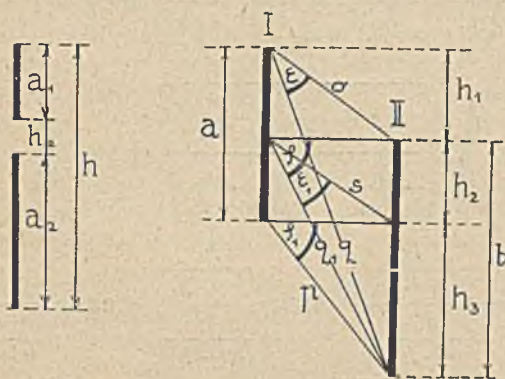


Abb. 3.

Abb. 4.

spiel die Spule  $a$  auch nach unten über die Spule  $b$  hinausragend, so müßte  $-h_3$  eingesetzt werden. Würde  $b$  um den Betrag  $h_1$  über  $a$  nach oben vorstehen, wäre in der Formel  $-h_1$  einzustellen. Die Richtung der Kraft ist bei ungleichnamigen, also entgegengesetzt stromdurchflossenen Wicklungen abstoßend. (Siehe Abb. 2.  $ABC$ .)

Für die Kraftkomponente, welche von Teilspulen ein und derselben Wicklung hervorgerufen wird, kann die Formel ohne weiters benutzt werden. Die Kraftrichtung entspricht bei gleich gerichteten Strömen einer Anziehung. Die Formel lautet für die Verhältnisse der Abb. 3:

$$P' = 2 \frac{A_1^2}{10^8} \left[ a_1 \ln \frac{h}{h_2} + (a_1 + h_2) \ln \frac{h_3}{a_1 + h_2} + (a_2 + h_2) \ln \frac{h}{a_2 + h_2} \right] \text{ kg/cm} \dots (2)$$

und wenn  $h_2 = 0$

$$P'' = 2 \frac{A_1^2}{10^8} \left[ a_1 \ln \frac{h}{a_1} + a_2 \ln \frac{h}{a_2} \right] \text{ kg/cm} \dots (2a)$$

Mit den Formeln (1), (2) und (2a) ist es möglich sowohl äußere Kräfte auf ganze Spulen als auch innere Kräfte, welche zwischen einem beliebigen Spulenteil und der ganzen übrigen Wicklung auftreten, zu berechnen.

An Hand des eingangs betrachteten Spezialfalles können die erhaltenen Formeln leicht überprüft werden.

Für diesen Fall ist  $A_1 = A_2 = A$ ,  $a = b$ ,  $a_1 = a_2 = \frac{a}{2}$  und  $g = 0$ .

Es werde die innere Spulenkraft in der Mitte der Spule  $II$  gerechnet; sie setzt sich aus zwei Teilkräften zusammen, welche auf eine Halbspule, zum Beispiel die

obere, einwirken: 1. Die Schubkraft  $P'$  ausgeübt von der unteren Hälfte von  $II$  und 2. die Schubkraft  $P$  von der ganzen Spule  $I$  herrührend. Die Differenz dieser Kräfte ergibt die resultierende Schubkraft, mit der die Hälften von  $II$  sich in der Spulenmitte gegeneinanderpressen.

Nach (2) erhält man für

$$P' = 2 \cdot \frac{A^2}{10^8} a \ln 2 \text{ kg/cm}$$

und nach (1) unter Berücksichtigung, daß  $c \ll a$  und somit  $\varphi = \pi$  und  $\varepsilon = \frac{\pi}{2}$  wird:

$$P = 2 \cdot \frac{A^2}{10^8} \left[ a \ln 2 - \frac{c\pi}{2} \right] \text{ kg/cm}$$

$P'$  sucht die obere Hälfte von  $II$  nach unten zu ziehen,  $P$  sucht sie nach oben abzustößen. Die Differenz ergibt:

$$R = 2 \cdot \frac{A^2}{10^8} c \frac{\pi}{2} \text{ kg/cm.}$$

Setzt man für  $A = \frac{10 H}{4\pi}$ , so wird

$$R = \frac{2 H^2}{16 \pi 10^8} \cdot \frac{c}{2} = \left( \frac{H}{5000} \right)^2 \frac{c}{2} \text{ kg/cm,}$$

was sich mit den früheren Überlegungen vollkommen deckt.

Für allgemeinere Rechnungen, wie sie die Praxis verlangt, empfiehlt sich eine handlichere Form der Grundgleichung (1), welche die Benützung von Kurven ermöglicht. Es ist hierfür eine weitere Umformung dieser Formel erforderlich.

Man kann sich die Kraft  $P$  aus zwei Teilen  $P_1 + P_2$  zusammengesetzt denken:  $P_1$  sei die Kraft der ganzen Spule  $II$  (Abb.4) auf den Teil  $h_2$  von Spule  $I$  und  $P_2$  sei die Kraft von  $II$  auf den restlichen Teil von  $I$ , das

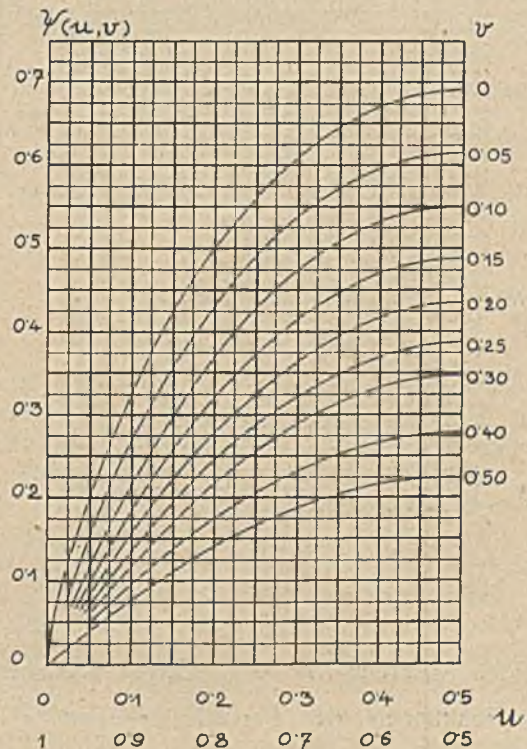


Abb. 5.

ist  $h_1$ . Es ist klar, daß die beiden gleich langen, in gleicher Höhe liegenden Teile  $a - h_1 = h_2$  und  $b - h_3 = h_2$  keine resultierende achsiale Kraft aufeinander ausüben können. Man muß daher für die Kraft  $P_1$  dasselbe Resultat erhalten, wenn man einerseits mit der ganzen Spule  $II$

in der Höhe  $b$  rechnet und andererseits nur den unteren Teil  $h_3$  berücksichtigt und  $h_2$  als stromlos betrachtet. Durch Anwendung von Formel (1) kann man sich leicht davon überzeugen. Es ist somit möglich, die Kraft  $P_1$  zwischen  $h_2$  und  $h$  so zu rechnen, als ob der obere Teil  $h$  mit der Höhe  $h_2$  überhaupt nicht vorhanden wäre. Man erreicht dadurch, daß  $P_1$  und  $P_2$  durch dieselbe Formel ausdrückbar werden und kann schreiben:

$$P_1 = 2 \frac{A_1 A_2}{10^8} \left[ h_2 \ln \frac{q_1}{s} + h_3 \ln \frac{q_1}{p} - c(\varphi_1 - \varepsilon_1) \right],$$

$$P_2 = 2 \frac{A_1 A_2}{10^8} \left[ h_1 \ln \frac{q}{o} + b \ln \frac{q}{q_1} - c(\varphi - \varepsilon) \right].$$

Nach Einsetzen der Werte für  $q, q_1, s, o, p, h_3, \varphi, \varepsilon, \varphi_1$  und  $\varepsilon_1$  entsprechend der Abb. 4 erhält man nach einiger Umformung

$$P_1 + P_2 = 2 \frac{A_1 A_2}{10^8} \left\{ b \left[ \frac{h_2}{b} \ln \sqrt{\frac{1 + \left(\frac{c}{b}\right)^2}{\left(\frac{h_2}{b}\right)^2 + \left(\frac{c}{b}\right)^2}} + \left(1 - \frac{h_2}{b}\right) \ln \sqrt{\frac{1 + \left(\frac{c}{b}\right)^2}{\left(1 - \frac{h_2}{b}\right)^2 + \left(\frac{c}{b}\right)^2}} - \frac{c}{b} \left( \arctg \frac{1 - \frac{h_2}{b}}{\frac{c}{b}} + \arctg \frac{\frac{h_2}{b}}{\frac{c}{b}} - \arctg \frac{1}{\frac{c}{b}} \right) \right] + (b + h_1) \left[ \frac{h_1}{b + h_1} \ln \sqrt{\frac{1 + \left(\frac{c}{b + h_1}\right)^2}{\left(\frac{h_1}{b + h_1}\right)^2 + \left(\frac{c}{b + h_1}\right)^2}} + \left(1 - \frac{h_1}{b + h_1}\right) \ln \sqrt{\frac{1 + \left(\frac{c}{b + h_1}\right)^2}{\left(1 - \frac{h_1}{b + h_1}\right)^2 + \left(\frac{c}{b + h_1}\right)^2}} - \frac{c}{b + h_1} \left( \arctg \frac{1 - \frac{h_1}{b + h_1}}{\frac{c}{b + h_1}} + \arctg \frac{\frac{h_1}{b + h_1}}{\frac{c}{b + h_1}} - \arctg \frac{1}{\frac{c}{b + h_1}} \right) \right] \right\}$$

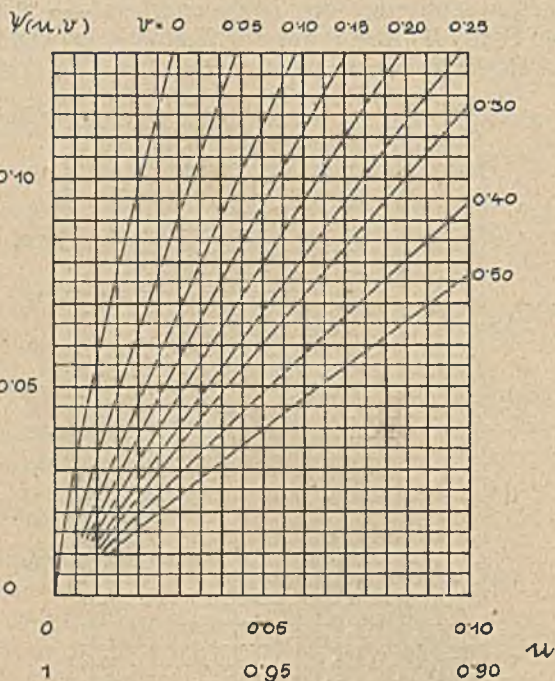


Abb. 6.

Die beiden Ausdrücke in den eckigen Klammern sind gleiche Funktionen der Variablen  $\frac{h_2}{b}$  und  $\frac{c}{b}$  bzw.

$\frac{h_1}{b + h_1}$  und  $\frac{c}{b + h_1}$ . Nennt man

$$\frac{h_2}{b} = u_1, \quad \frac{c}{b} = v_1,$$

$$\frac{h_1}{b + h_1} = u_2, \quad \frac{c}{b + h_1} = v_2,$$

so kann die Kraft  $P$  in folgender Form angeschrieben werden:

$$P = 2 \frac{A_1 A_2}{10^8} [b \psi(u_1, v_1) + (b + h_1) \psi(u_2, v_2)] \text{ kg/cm (3).}$$

Darin bedeutet allgemein:

$$\psi(u, v) = u \ln \sqrt{\frac{1 + v^2}{u^2 + v^2}} + (1 - u) \ln \sqrt{\frac{1 + v^2}{(1 - u)^2 + v^2}} - v \left( \arctg \frac{1 - u}{v} + \arctg \frac{u}{v} - \arctg \frac{1}{v} \right).$$

Die  $\psi$ -Funktion der beiden Variablen  $u$  und  $v$  ist in Abb. 5 als Kurvenschar dargestellt und ermöglicht eine rasche Ausrechnung mit Hilfe der Formel (3). Da die Kurven bezüglich der Ordinate durch  $u = 0.5$  sym-

metrisch sind, wurden nur die aufsteigenden Äste gezeichnet. Für Werte  $u > 0.5$  sind daher die Ordinatenwerte von  $1 - u$  maßgebend. Bei kleinen Werten von  $u$  ist Abb. 6 zu benutzen, welche dieselben Kurven, jedoch in größerem Maßstab wiedergibt.

Liegen die Spulen wie in Abb. 2 a, so gilt:

$$P = 2 \frac{A_1 A_2}{10^8} \left[ - (b + h_2) \psi \left( \begin{matrix} u = \frac{h_2}{b + h_2} \\ v = \frac{c}{b + h_2} \end{matrix} \right) + (b + h_1) \psi \left( \begin{matrix} u = \frac{a + h_2}{b + h_1} \\ v = \frac{c}{b + h_1} \end{matrix} \right) \right] \text{ kg/cm.}$$

Die durch die  $\psi$ -Funktion ausgedrückte analoge Formel (2) für die Achsialkräfte von Teilen ein und derselben Spule lautet für die Bezeichnungen der Abb. 3:

$$P' = 2 \frac{A_1^2}{10^8} \left[ h \psi \left( \begin{matrix} u = \frac{a_1 + h_2}{h} \\ v = 0 \end{matrix} \right) - (a_2 + h_2) \psi \left( \begin{matrix} u = \frac{h_2}{a_2 + h_2} \\ v = 0 \end{matrix} \right) \right] \text{ kg/cm} \dots (4).$$

Die tatsächlich im Transformator auftretenden Kräfte sind durch die bisherigen Betrachtungen noch nicht vollkommen dargestellt, weil von dem die Wicklung umgebenden Eisen abgesehen wurde. Wenn das Eisen auch auf die Druckkräfte keinen wesentlichen Einfluß hat, so muß dieser doch in besonderem Maße



auf die achsialen Schubkräfte in Zylinderwicklungen festgestellt werden. Die folgenden kurzen Überlegungen mögen dies veranschaulichen.

Denkt man sich eine aus zwei koachsialen Zylinderspulen bestehende Wicklung nach Abb. 7 zwischen zwei ebenen parallelen Eisenplatten, welche durch zwei Säulen  $S_1$  und  $S_2$  derart voneinander distanziert sind, daß die Spulen bis an die Platten heranreichen, so wird ohne weitere Rechnung klar, daß die inneren achsialen Spulenkräfte überhaupt verschwinden, weil die ganze

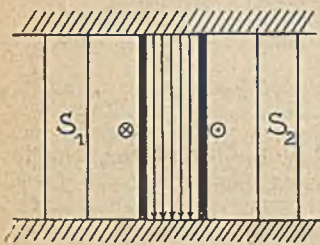


Abb. 7.

Zugkraft des zwischen den Spulen verlaufenden Kraftflusses direkt an den beiden Platten zur Wirkung kommt und von den Säulen als Druck aufgenommen wird. Weil das Streufeld zur Gänze innerhalb der Spulen verläuft, können achsiale Kräfte auf die einzelnen Stromelemente überhaupt nicht ausgeübt werden. Wenn ein solcher Fall in Wirklichkeit auch nicht vorkommt, ist doch mit ähnlichen Verhältnissen, insbesondere bei Transformatoren niedriger Spannung, also bei kleinen Abständen zwischen Spulen und Eisen, zu rechnen. Es wird dann jedenfalls die innere Druckkraft der Spulen kleiner ausfallen, als nach der Berechnung ohne Berücksichtigung des Jocheisens zu erwarten wäre.

In ähnlicher Weise kann man an Hand eines anderen Extremfalles die Wirkung des Schenkeleisens erkennen. Man denke sich eine Zylinderspule, welche streng auf einem langen zylindrischen Kern aufsitzt. Da bisher die Krümmung der kreisförmigen Spulen nicht berücksichtigt wurde, gelte auch hier als Ersatzbild eine dünne gerade Stromschiene längs einer ebenen Eisenfläche. Nach dem bekannten, in diesem Falle anwendbaren Reflexionsgesetz ist die Feldverteilung im eisenlosen Raum gleich derjenigen einer Schiene mit doppelter Stromstärke, das heißt, die Feldstärke ist an jeder Stelle dieses Raumes doppelt so groß, als wenn kein Eisen vorhanden sein würde und jedes Stromelement erfährt darin eine Kraft von doppelter Stärke. Die innere Schubkraft einer eng um den Eisenkern gewickelten Zylinderspule wird somit durch das Vorhandensein des Eisens verdoppelt.

Das erwähnte Reflexionsgesetz ermöglicht es auch, mit Hilfe der Formeln (1), (2) bzw. (3) und (4) andere als die bisher betrachteten Extremfälle rechnerisch zu überblicken.

Gegeben sei eine Transformatorwicklung mit den zwei Spulen  $I$  und  $II$  Abb. 8 A zwischen den durch parallele Ebenen begrenzten Eisenkörpern  $E_1$ ,  $E_2$  und gesucht sei die resultierende achsiale Schubkraft, welche auf den Spulenteil  $a_1$  von allen übrigen Wicklungsteilen und den Eisenkörpern ausgeübt wird. Die Reflexion der Spulen an den ebenen Eisenflächen ergibt eine unendliche Anzahl von Spiegelbildern. Einige davon sind in der Abb. 8 A eingezeichnet. Um die gestellte Aufgabe zu lösen, müßte man die Kraftwirkung aller dieser Spiegelbilder auf den Spulenteil  $a_1$  berechnen und summieren. Um zu einer einfachen Lösung zu kommen, denke man sich ganz nahe an den Spulen  $I$ ,  $II$  zwei unendlich hohe Spulen  $I'$  und  $II'$  vom selben Strombelag wie  $I$ ,  $II$ , jedoch mit umgekehrter Stromrichtung. Abb. 8 B. Es wird dadurch die Kraft auf  $a_1$  nicht beeinflusst, weil die beiden hinzugedachten Spulen mit ihrer unendlichen Erstreckung

nach oben und unten zur Spule  $a_1$  vollkommen symmetrisch liegen. Bildet man aber die Summe der Strombeläge dieser beiden Spulen mit jenen der gegebenen Spulen und ihren Spiegelbildern, so erhält man eine Anordnung entsprechend Abb. 8 C, die noch bedeutend vereinfacht werden kann, indem man nur die vier ideellen Spulenstücke 1, 2, 3, 4 allein berücksichtigt und alle weiter abliegenden und dadurch in ihrer Kraftwirkung vernachlässigbaren Stücke in die Rechnung nicht mehr einbezieht.

Man kann sich von der Zulässigkeit dieser Näherung leicht überzeugen, wenn man die Ausdrücke für die Kräfte der einzelnen Spiegelbilder auf  $a_1$  nach Formel (2) bildet und sie (je nach der Richtung mit + und - bezeichnet) in einer Reihe aufschreibt. Faßt man dann die positiven und negativen Glieder paarweise zusammen, so ergibt sich eine Reihe mit starker Konvergenz.

Die Aufgabe ist somit darauf zurückgeführt, die Schubkräfte der Spulenteile 1-4 nach Abb. 8 C auf den Spulenteil  $a_1$  nach den Formeln (1) und (2) bzw. (3) und (4) zu berechnen. Damit wäre die Wirkung des

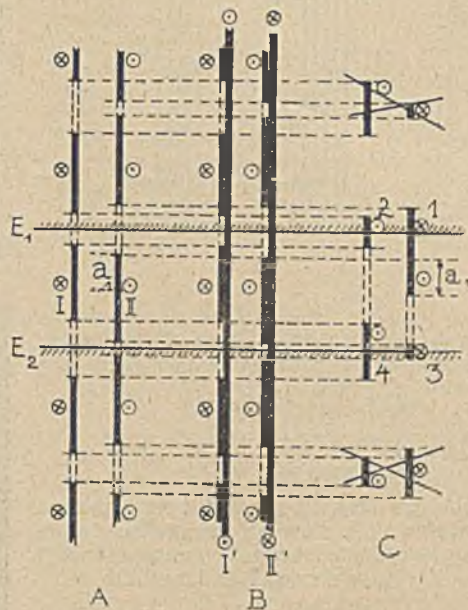


Abb. 8.

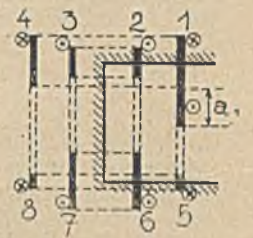


Abb. 9.

Jocheisens allgemein zu berücksichtigen. Um nun aber auch das Schenkeleisen mit seiner Wirkung auf die resultierenden Schubkräfte in Rechnung stellen zu können, genügt es, die vier ideellen Stücke 1-4 der Abb. 8 D um die als eben gedachte in Wirklichkeit zylindrische Schenkeloberfläche zu spiegeln. Man erhält dann bei einer Wicklung entsprechend der betrachteten Anordnung im Ganzen acht ideelle Spulenstücke 1-8, Abb. 9, deren Schubkräfte auf irgend eine reelle Spule oder einen Teil derselben berechnet werden können und welche in algebraischer Addition die gesuchte Resultierende ergeben. Zu beachten ist dabei die Richtung der Einzelkräfte, die aus den Stromrichtungen der jeweils betrachteten Spulenstücke zu ermitteln ist, wobei gleichgerichtete Ströme anziehend, entgegengesetzt gerichtete abstoßend einzusetzen sind. Die Stromrichtung der ideellen Spulenstücke 1-8 ist aus Abb. 9 zu ersehen.

Einige Beispiele mögen die Anwendung der geschilderten Berechnungsmethoden erläutern.

Beispiel 1: Transformatorwicklung nach Schema a) Abb. 10 A mit folgenden Daten: 2500 kVA, 35 000/5000 V. 50 Per/s. Kurzschlußspannung: 5.2 vH; mittlere Wicklungslänge  $lm = 140$  cm.

Strombelag bei Nennstrom hochspannungs- und niederspannungsseitig  $A_{1n} = A_{2n} = 350$  AW/cm. Wicklungslänge  $a = 105$  cm. Mittlerer Abstand der beiden Wicklungen  $c = 5.25$  cm.

Der maximale Strombelag bei Kurzschluß im ungünstigsten Moment ist:

$$A_1 = A_2 = \frac{2\sqrt{2} \cdot 100}{5.2} \cdot 350 = 19\,000 \text{ AW/cm.}$$

Die entsprechende Induktion im Streukanal wird:

$$H = \frac{4\pi}{10} 19\,000 = 23\,800$$

und die radial auf die Innenspule nach innen und auf die Außenspule nach außen wirkende Druckkraft pro  $\text{cm}^2$  ergibt sich mit

$$\left(\frac{H}{5000}\right)^2 = \left(\frac{23\,800}{5000}\right)^2 = 22.7 \text{ kg/cm}^2.$$

Äußere Schubkräfte treten infolge der Symmetrie der Anordnung nicht auf. Hingegen entsteht die Frage nach der

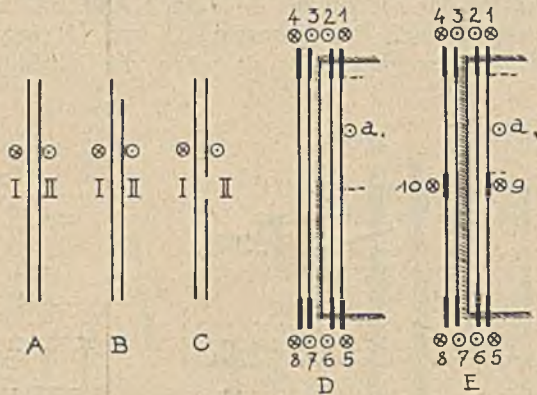


Abb. 10.

inneren Schubkraft. Sie ist in diesem Falle in der eingangs erwähnten einfachen Weise zu rechnen:

$$\left(\frac{H}{5000}\right)^2 \frac{c}{2} = 22.7 \cdot \frac{5.2}{2} = 59 \text{ kg/cm}$$

pro cm Spulenumfang; für den ganzen Umfang somit:  
 $59 \times 140 = 8250 \text{ kg.}$

Beispiel 2: Würde der Transformator mit Anzapfungen  $\pm 5$  vH ausgeführt und wollte man diese an einem Ende einer Wicklung anordnen, so wäre nachstehend berechnete äußere Schubkraft auf die um 10 vH gekürzte Wicklung Abb. 10 B zu erwarten.

- $A_1 = 19\,000$ ,
- $A_2$  ist jetzt entsprechend der Verkürzung größer  $= 21\,000$
- $a = 105$  cm,  $c = 5.25$  cm,
- $b = 95$  cm,
- $h_1 = 10$  cm.

Die Kraft von Spule I auf II wird nach (3)

$$2 \frac{A_1 A_2}{10^8} \left[ b \psi \left( \frac{u = \frac{b}{b}}{v = \frac{c}{b}} \right) + (b + h_1) \psi \left( \frac{u = \frac{h_1}{b + h_1}}{v = \frac{c}{b + h_1}} \right) \right] \text{ kg/cm.}$$

Der erste Ausdruck in der eckigen Klammer gibt 0, man erhält mit Hilfe der Kurven in Abb. 5

$$2 \times 1.9 \times 2.1 \left[ 105 \psi \left( \frac{u = 0.095}{v = 0.05} \right) \right] = 8 [105 \times 0.255] = 213 \text{ kg/cm.}$$

Für den ganzen Umfang gerechnet wird dies 30 000 kg, mit welcher Kraft die kürzere Wicklung nach unten gepreßt wird. Man vermeidet daher bei größeren Transformatoren diese Anordnung der Anzapfspulen.

Beispiel 3: Verlegt man den durch die Anzapfung abgeschalteten Wicklungsteil in die Mitte, entsprechend Abb. 10 C, so werden die Kräfte auf die beiden Teilspulen der angezapften Wicklung II von Interesse. Die resultierende Schubkraft auf eine Halbspule der Wicklung II ist die Differenz der von der Mitte abstoßenden Schubkraft, herrührend von der Wicklung I und der gegen die Mitte gerichteten Kraft

von der anderen Teispule von Wicklung II. Die erste Kraft ist nach (3)

$$2 \times 1.9 \times 2.1 \left[ 105 \psi \left( \frac{u = \frac{57.5}{105}}{v = \frac{5.25}{105}} \right) \right] = 8 [105 \times 0.61] = 512 \text{ kg/cm.}$$

Für die zweite Komponente erhält man nach (4)

$$2 \times 2.1^2 \left[ 105 \psi \left( \frac{u = \frac{57.5}{105}}{v = 0} \right) - 57.5 \psi \left( \frac{u = \frac{10}{57.5}}{v = 0} \right) \right] = 8.8 [105 \times 0.69 - 57.5 \times 0.465] = 402 \text{ kg/cm.}$$

Die resultierende Schubkraft ist daher  $512 - 402 = 110$  kg/cm und 15 400 kg am ganzen Umfang.

Sie ist, was besonders beachtenswert, nach außen gerichtet, das heißt, die Teilspulen drängen von der Mitte weg. Bei den bisher betrachteten Beispielen war das Schenkel- und Jocheisen unberücksichtigt geblieben. Eine Durchrechnung für die am häufigsten vorkommenden Anordnungen gemäß Abb. 10 D und E unter Berücksichtigung des Eisens läßt den bedeutenden Einfluß desselben erkennen.

Beispiel 4: Die Wicklungs-Abmessungen seien die gleichen wie im Beispiel 1. Der radiale Abstand von der Mittellinie der inneren Wicklung zur Oberfläche des Schenkelseisens ist  $d = 5$  cm, der achsiale Abstand der Wicklungsenden von den Jochen  $f = 7.5$  cm. Wie groß wird in diesem Falle die im ersten Beispiel mit 8250 kg berechnete innere Schubkraft? Um diese Frage zu beantworten, werde abermals die auf eine Halbspule zum Beispiel die obere Hälfte der Spule II) ausgeübte resultierende Schubkraft berechnet. Nach dem früher Gesagten sind zu diesem Zwecke die Schubkräfte der acht ideellen Spulenteile 1 bis 8 (Abb. 10 d) auf die betrachtete Halbspule algebraisch zu addieren. Die Schubkraft der oberen vier Stücke ist:  $P_1 + P_2 + P_3 + P_4$ .

$$P_1 = 2 \frac{A_1^2}{10^8} \left[ \left( \frac{b}{2} + 2f \right) \psi \left( \frac{u = \frac{2f}{\frac{b}{2} + 2f}}{v = 0} \right) \right]$$

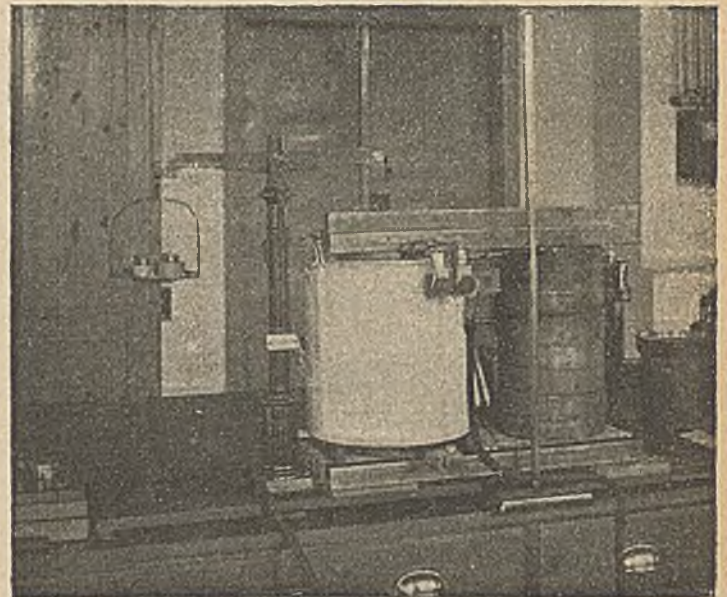


Abb. 11.

Da der Abstand  $f$  überall gleich ist, wird für  $P_2, P_3$  und  $P_4$  der Ausdruck derselbe, nur muß

$$\begin{aligned} \text{für } P_2 & v = \frac{c}{\frac{b}{2} + 2f}, \\ \text{„ } P_3 & v = \frac{c + 2d}{\frac{b}{2} + 2f}, \\ \text{„ } P_4 & v = \frac{2c + 2d}{\frac{b}{2} + 2f} \end{aligned}$$

eingesetzt werden. Man erhält so für die Resultierende der oberen vier Teilkräfte:

$$7.25 \times 67.5 \left[ -\psi \left( \begin{matrix} u=0.222 \\ v=0 \end{matrix} \right) + \psi \left( \begin{matrix} u=0.222 \\ v=0.078 \end{matrix} \right) + \right. \\ \left. + \psi \left( \begin{matrix} u=0.222 \\ v=0.226 \end{matrix} \right) - \psi \left( \begin{matrix} u=0.222 \\ v=0.304 \end{matrix} \right) \right] = \\ = -490 \times 0.053 = -26 \text{ kg/cm oder } -3650 \text{ kg am Umfang.}$$

Die Resultierende der unteren vier Teile 5 bis 8 ist im Verhältnis zu obiger Kraft so klein, daß sie zu vernachlässigen ist, weshalb auch von einer Wiedergabe der Rechnung abgesehen werden mag.

Die beiden Halbspulen der Wicklung II werden also mit einer Kraft von zirka 3650 kg gegeneinander, das heißt zur Mitte gedrückt. Das ist um 56 vH weniger als für die gleichen Verhältnisse ohne Berücksichtigung des Eisens. Die Spulen werden daher durch das Eisen vom inneren axialen Druck entlastet. So vorteilhaft dies im vorliegenden Fall erscheint, kann es bei Anordnungen mit in der Mitte liegenden abgeschalteten Anzapfspulen entsprechend Beispiel 3) unangenehm werden, weil es den ohnehin schon vorhandenen zentrifugalen Druck von der Mitte gegen die Wicklungsenden noch weiter vergrößert.

## RUNDSCHAU.

### Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Über die Methoden der Messung der Eigenschaften von Isoliermaterialien berichten J. H. Dellinger und J. L. Preston aus dem Bureau of Standards. Die Prüfung erstreckt sich auf die elektrischen und mechanischen Eigenschaften, Wärmeausdehnung und Widerstand des Materials gegen chemische Einflüsse. Die Prüfung der elektrischen Eigenschaften von Isolatoren, also Phasenabweichung, Dielektrizitätskonstante und Durchschlagspannung erfolgt am Bureau of Standards mittels hochfrequenter Ströme, wodurch die Ergebnisse von besonderem Werte für die in der Radio-Industrie verwendeten Materialien werden. Ein Vorteil der Methode liegt auch darin, daß die den dielektrischen Verlust bestimmenden Größen bei Hochfrequenz genauer gemessen werden können, als bei Niederfrequenz. Das Bureau of Standards hat im Jahre 1922 eine größere Arbeit über Isoliermaterialien der Phenol-Methylen-Type (Bakelit) veröffentlicht. Das Bureau erhielt hierauf zahlreiche Anfragen über die angewandte Meßmethode, welche durch die vorliegende Publikation beantwortet werden. Das zu prüfende Material bildet das Dielektrikum eines Plattenkondensators, dessen Belegungen Quecksilber bildet. Dazu wird eine photographische Schale mit Quecksilber gefüllt, auf welchem die plattenförmige Probe schwimmt. Auf die obere Fläche wird ebenfalls Quecksilber gegossen, das von einem Rahmen aus Kupferblechstreifen begrenzt wird. Dieser Kondensator, dessen Fläche  $S$  und Dicke  $T$  genau bekannt ist, wird in einen Empfangskreis eingeschaltet. Aus der Gleichung

$$\text{tg } \psi = R \omega C$$

folgt die Gleichung

$$\psi = 0.1079 \frac{RC}{\lambda},$$

worin  $\psi$  die Phasenverschiebung in Graden,  $C$  die Kapazität in Mikromikrofarad,  $\lambda$  die Wellenlänge in m und  $R$  den äquivalenten Widerstand in Ohm bedeutet.  $C$  wird durch Vergleich mit einem Normalluftkondensator, die Wellenlänge  $\lambda$  mittels Wellenlängenmesser gemessen. Den schwierigsten Teil der Messung bildet die Messung des Widerstandes  $R$ , also jenes Widerstandes, der einer verlustlosen Kapazität vorgeschaltet werden muß, um die Phasenabweichung  $\psi$  zu erhalten. Als Generatorkreis kommt eine normale Röhrenanordnung mit einer Röhre von 5 W, 100–600 V Anodenspannung in Verwendung. Der Empfangskreis besteht aus den Spulen, einem Thermokreuz aus Stahl-Konstantan und Spiegelgalvanometer sowie der zu prüfenden Kapazität. Ein hochisolierter doppelpoliger Umschalter gestattet wahlweise die Prüfkapazität bezw. einen regelbaren Normalluftkondensator in den Kreis einzuschalten. Durch Vergleich mit dem Normalkondensator ergibt sich der Wert der Kapazität  $C$  und aus der Gleichung

$$K = 11.3 \frac{CT}{S}$$

die Dielektrizitätskonstante  $K$ . ( $T$  in cm,  $S$  in  $\text{cm}^2$ ,  $C$  in  $\mu\text{F}$ .)

Beispiel 5: Abb. 10 E Wicklungsbemessungen wie in Beispiel 3). Abstände vom Eisen wie im Beispiel 4). Man rechnet auch hier mit den acht fiktiven Spulenstücken 1 bis 8, hat jedoch unter sinngemäßer Anwendung der beschriebenen Methode den in der Mitte abgeschalteten Teil 9 und sein Spiegelbild 10 (Abb. 10 e) mit umgekehrten Vorzeichen in Rechnung zu setzen.

Die Durchrechnung ergibt eine von der Mitte gerichtete Schubkraft auf die halbe Wicklung II von 284 kg/cm oder 40 000 kg total, was eine Steigerung auf das zirka zweieinhalbfache gegenüber der gleichen Anordnung ohne Eisen bedeutet. Das erscheint viel, ist aber noch immer bedeutend günstiger als bei einer Anordnung nach Abb. 10 B unter Berücksichtigung des Eisens. In diesem Fall liefert die Rechnung eine äußere Schubkraft auf die kürzere Spule von rund 90 000 kg gegen das untere Joch.

Zur Überprüfung der abgeleiteten Hauptformeln wurden an einem Wicklungsmodell (Abb. 11) die bei verschiedenen Anordnungen mit und ohne Eisen auftretenden Stromkräfte bei Speisung mit Gleichstrom durch Wägung bestimmt und eine befriedigende Übereinstimmung der Rechnung mit den Versuchsergebnissen festgestellt.

Für die Messung des Oberflächenwiderstandes dienen ebenfalls hochfrequente Spannungen, die in einer besonderen Anlage erzeugt werden. Das Probestück wird einem Luftkondensator parallel geschaltet, der mittels 6 Gitterröhren größerer Leistung und 1200 V Anodenspannung auf Spannungen bis 50 000 V aufgeladen wird. Das zu prüfende Material wird in Platten von  $10 \times 10$  cm Fläche und 0.64 cm Dicke geschnitten und mit Bohrungen versehen, in welche Stifte aus Messing mit Messingscheiben durchgesteckt werden. Der Abstand zwischen den Messingscheiben beträgt 2 cm. Die Messung der Spannung des Kondensators erfolgt nach dem Durchschlage durch Messung der Ladestromstärke im Resonanzfalle nach der Formel

$$E = \frac{530 \lambda I}{C},$$

worin  $\lambda$  die Wellenlänge in m,  $I$  der Strom in A und  $C$  die Kapazität in  $\mu\text{F}$  bedeutet. Neben dieser Methode der Verwendung von Hochfrequenzspannungen kommt im Bureau of Standards für die Oberflächen- und Volumisolationsmessung auch die Gleichstrommethode mittels Gavanometer in Verwendung, welche aus den Arbeiten von H. L. Curtis<sup>1)</sup> aus dem Jahre 1914 bekannt ist. Die Prüfung der mechanischen Eigenschaften wie Dichte, Feuchtigkeitsaufnahme, Festigkeit auf Zug und Biegung, Härte, Formveränderung, Bearbeitbarkeit erfolgt nach dem üblichen Verfahren der Materialprüfung. Die Wärmeausdehnung wird in einem Wärmekasten mit Ölbad oder Luftheizung gemessen, wobei die Längenausdehnung mittels Platindrähten aus dem Wärmekasten nach außen übertragen wird und der Abstand dieser Drähte mittels Komparator gemessen wird.

C o.  
(Scientific papers of the Bureau of Standards, Nr. 471.)

### Telegraphie, Telephonie.

Die neuere Entwicklung der Stromversorgungsanlagen bei größeren Fernsprechämtern. Dr. Clausen, Berlin, gibt verschiedene Verfahren zur Stromversorgung größerer Fernsprechämtern an.

Die unmittelbare Ladung von Sammlern aus einem Starkstromnetz ist trotz der damit verbundenen Nachteile der einseitigen Netzbelastung und des ungünstigen Wirkungsgrades mit Rücksicht auf die niedrigen Anlage- und Bedienungskosten bei kleineren Ämtern vielfach in Verwendung. Für größere Anlagen standen bei der deutschen Reichspostverwaltung bis 1921 fast ausschließlich Sammler im Betrieb, die von Motorgeneratoren geladen und sodann im Betrieb entladen wurden. Hierbei wird für die Sammler ein Wirkungsgrad von 0.73, für die Maschinen von durchschnittlich 0.55, für die ganze Anlage somit ein Wirkungsgrad von rund 0.40 angegeben.

Der Wirkungsgrad der Sammler kann durch das sogenannte amerikanische Ladeverfahren auf etwa 0.85 gebracht werden, indem die Ladung im allgemeinen nur bis zu einer Einzelspannung der Zellen von 2.3 bis 2.4 V getrieben und dadurch die erst bei weiterer Aufladung eintretende, Energieverzehrende Gasentwicklung vermieden wird. Um das Sulfa-

1) Vgl. E. u. M. 1915, S. 467, 631.

tieren der Sammlerplatten zu verhindern, genügt eine etwa alle acht Tage stattfindende volle Aufladung der Sammler auf eine Zellenspannung von 275 V. Da bei diesem Verfahren die Batterie meist nicht voll aufgeladen wird, muß sie eine größere Kapazität besitzen. Dieser Umstand, sowie die Bedenken, die an die ungleichmäßige Dichteverteilung der Säure in den einzelnen Zellen infolge der fehlenden Durchmischung durch die Gasentwicklung geknüpft werden, machen die Anwendung dieses amerikanischen Ladeverfahrens von den Ergebnissen weiterer Beobachtungen abhängig.

Der Verfasser kommt nun ausführlich auf die seit 1921 vorgenommenen Versuche zu sprechen, das Schwergewicht der Stromversorgung auf die Maschinen zu legen und die Sammler hiebei so weit als tunlich auszuschalten. Hierzu ist erforderlich, daß der von den Maschinen erzeugte Gleichstrom praktisch frei von Oberschwingungen ist oder diese letzteren von dem zu speisenden Amte ferngehalten werden. Durch Vermehrung der Wicklungsteile und der Kollektorsegmente, dann durch Schrägstellung der Ankerknoten und Vergrößerung des Luftspaltes zwischen Anker und Polschuhen ist es gelungen, Maschinen herzustellen, die tatsächlich für die Praxis genügend frei von Oberschwingungen sind. Der Wirkungsgrad solcher Maschinen ist nur unwesentlich schlechter als der gewöhnlicher Maschinen; die Mehrkosten betragen etwa 10 vH der Kosten eines Motorgenerators gleicher Leistung. Die neueren für Fernsprechämter gebauten Lade-Umformer der Firmen Siemens & Halske und Bergmann können direkt zur Stromversorgung von Selbstanschlußämtern verwendet werden, da deren hohe Drosselwirkung vollkommen ausreicht, um noch vorhandene Oberschwingungen vom Netze fernzuhalten.

Für Handämter, bei denen diese hohe Drosselwirkung fehlt, hat Karl Schmidt<sup>1)</sup> von der Lorenz A.-G. eine Anordnung angegeben, welche besser als Drosselspulen oder Kondensatoren die Oberschwingungen vom Amte fernhält. Es wird parallel zu der Maschine eine Gegenbatterie gleicher Spannung von kleiner Aufnahmefähigkeit geschaltet, durch welche die Oberschwingungen ihren Weg finden. Durch einen Übertrager mit dem Übersetzungsverhältnis von etwa 1:1 werden die im Batteriezweig fließenden Wechselströme derart in den Verbrauchskreis der Maschine übertragen, daß die dort auftretenden gleichartigen Wechselströme aufgehoben und so die von ihnen erzeugten Oberschwingungen vernichtet werden. Die Wirkung dieser Anordnung wird als sehr günstig bezeichnet; dagegen ist der Preis der Übertrager verhältnismäßig hoch.

Obzwar nach dem Vorhergehenden die Speisung der Fernsprechämter mit reinem Maschinenstrom technisch möglich ist, ist zu berücksichtigen, daß jedenfalls eine Reservemaschine, außerdem kleinere Maschinensätze für die betriebschwachen Zeiten vorhanden sein müssen, um die großen Maschinen nicht unter zu ungünstigen Belastungsverhältnissen arbeiten zu lassen. Für den Fall, als das Starkstromnetz versagt und also der Strom für die Antriebsmotoren ausbleibt, muß zudem ein Ersatz für diese, am besten durch Bereitstellung einer Benzinmaschine, vorgesehen werden. Die Notwendigkeit einer möglichst gleichbleibenden Spannung erfordert übrigens die Verwendung von Compoundmaschinen an Stelle der sonst meist für Ladezwecke verwendeten Nebenschlußmaschinen. Es scheint daher zweckmäßiger, die Maschinen nicht allein, sondern zusammen mit Sammlern als Pufferbatterie zu verwenden. Die Pufferbatterie bildet einen Nebenschluß für allenfalls noch im Maschinenstrom vorhandene Oberschwingungen, gleicht die Spannungsunterschiede der Maschinen bei Belastungsschwankungen aus und bildet schließlich eine wertvolle Betriebsreserve beim Ausbleiben des Maschinenstromes. Es ist zweckmäßig, zwei Batterien zur Verfügung zu haben, welche man in der Weise abwechselnd verwendet, daß zunächst eine Woche lang Batterie I als Pufferbatterie arbeitet, während Batterie II in den betriebschwachen Stunden, also etwa von 9 Uhr abends bis 7 Uhr morgens, allein zur Stromversorgung des Amtes herangezogen wird. Hiebei ist die Verwendungszeit der Batterie II so zu regeln, daß sie in dieser Woche vollständig entladen wird. In der folgenden Woche wird nun Batterie II nach voller Aufladung als Pufferbatterie verwendet, Batterie I durch die Stromlieferung während der verkehrschwachen Zeit entladen. Die Aufladung muß dann zur Verhütung einer Sulfatierung der Platten bis zu einer Zellenspannung von 275 V getrieben werden. Da auf diese Art die Stromlieferung hauptsächlich durch die Maschinen erfolgt, fallen auch die Verluste durch die Energie-Umsetzungen in den Sammlern größtenteils weg

und lassen sich auf diese Weise bedeutende Ersparnisse gegenüber dem reinen Sammlerbetrieb erzielen. Eine sorgfältige Behandlung und Wartung der Sammler ist hiebei Bedingung. Es sind in solchen Anlagen zwei Lade-Umformer anzustellen; man läßt in der Regel beide Dynamos parallel arbeiten, wobei die Batterie als Puffer wirkt und jede der beiden Maschinen nur den halben Strom herzugeben hat. Soll eine Batterie geladen werden, so verwendet man den einen Umformer zur Ladung, während der andere Umformer mit Hilfe der zweiten Batterie als Puffer die Stromversorgung übernimmt. Man kann die Maschinen mit dem günstigsten Wirkungsgrad arbeiten lassen, da die Batterie den Ausgleich übernimmt. In den betriebsschwachen Stunden wird der Strom aus der Batterie allein bezogen.

Eine Netzersatzanlage für ausbleibenden Motorenstrom wird nur in besonderen Fällen notwendig sein, da die Batterie als Reserve zur Verfügung steht. Die Anlagekosten für eine derartige Stromversorgung sind niedriger als für eine Anlage mit reinem Maschinenbetrieb. Die Verwendung einer einzigen Batterie als Puffer ergibt die Schwierigkeit, daß eine solche Batterie mindestens alle 14 Tage völlig entladen und sodann bis auf 275 V Zellenspannung aufgeladen werden muß. Da die Batterie auch während der letzten Zeit der Ladung im Betrieb bleiben muß, sind besondere Vorkehrungen notwendig, um die zulässige Betriebsspannung nicht zu überschreiten.

Zusammenfassend kommt Dr. Clausen zu dem Schluß, trotz der technischen Durchführbarkeit eines reinen Maschinenbetriebes oder des Einbatterie-Puffersystems für die Stromversorgung der Fernsprechämter, insbesondere der Selbstanschlußämter, die Verwendung zweier Batterien als Pufferbatterien für die zur Stromversorgung dienenden Umformersätze zu empfehlen.

Dr. St.  
(Telegraphen- u. Fernsprech-Technik, Jahrg. 13, Heft 6, 1924.)

## Magnetismus und Elektrizitätslehre, Physik.

Berechnung der Überschlagswege von Kugelfunkentrecken in Luft und Beschreibung einer neuen Durchführung betitelt sich eine Arbeit von Waljer Kehnse, die in ihrem ersten Teile eine Fortsetzung seiner früheren Arbeiten<sup>1)</sup> darstellt. Der Verfasser gelangt für Kugelfunkentrecken in Luft mit der Überschlagsstrecke  $a$  und dem Kugelradius  $r$  zu der Formel:

$$E_1 = 21 r \cdot \ln \frac{r+a}{r} \dots (1)$$

worin  $E_1$  die Überschlagsspannung bezeichnet. Sind die Kugelradien verschieden, so bezeichnet  $r$  den Radius der kleineren Kugel. Die Formel gilt für  $a < 8r$  und fällt mit jener für die konzentrische Zylinderfunkentrecke

$$E_1 = 21 r_i \cdot \ln r_a/r_i \dots (2)$$

zusammen, wenn man  $r+a = r_a$  setzt. Die Formel für die Zylinderfunkentrecke liefert einen Höchstwert, der nur erreicht werden kann, wenn die Abrundung der Zylinderenden entsprechend ist, das heißt, wenn der Halbmesser  $r$  der Abrundung in die Formel (1) für Kugelfunkentrecken eingesetzt, mindestens die gleiche Überschlagsspannung liefert, wie die Formel (2). Fremde und eigene mit  $r=2.5$  und 5 cm angestellte Messungen im Bereiche  $0.25 < a/2r < 3.00$  zeigen nach den Angaben des Verfassers befriedigende Übereinstimmung mit den angegebenen Formeln. Zum Schlusse wird eine neue, in Abb. 1 dargestellte Hochspannungsdurchführung mit Ölfüllung beschrieben, in der die Abrundung des Fassungsringes durch die Schicht AB, bestehend aus abwechselnden isolierenden und leitenden, jedoch vom Fassungsringe isolierten Flachringen ersetzt ist. Diese Einlage hat nach Angabe des Verfassers den gleichen elektrischen Wert wie eine starke Abrundung und kann durch Abstufung der Dicke der Metall- und Isolationsringe genau reguliert werden. Die Abmessungen der Abb.

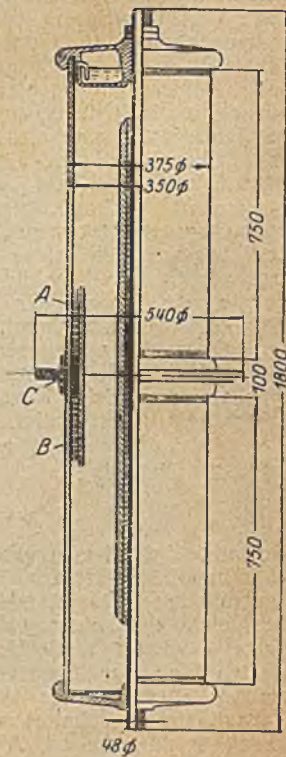


Abb. 1.

<sup>1)</sup> Vgl. E. u. M. 1924, Heft 43, Seite 632.

<sup>1)</sup> E. T. Z. 1921, S. 1064 und 1922, S. 198.

entsprechen einer Betriebsspannung von 110 kV, bzw. Prüfspannung von 250 kV. Durch einen mit der Berechnung übereinstimmenden Versuch wurde die abrundende Wirkung der unterteilten Isolation erwiesen. Das Verfahren läßt sich auch in Transformatoren mit Zylinderwicklung bei der Isolation der Hochspannungsspule gegen das Joch anwenden, da die Unterteilung dieser Isolation durch Metalleinlagen die Durchschlagsfestigkeit wesentlich erhöht. Die Dicke der Metallringe nimmt zweckmäßig vom Joch gegen die Wicklung, die Dicke der Isolationsringe im umgekehrten Sinne ab. (Auf diese Bauart werden übrigens auch von anderer Seite Prioritätsansprüche erhoben. D. Ber.)

R. H.

(ETZ, Band 45, Heft 11, 1924.)

**Elektrotechnische Grundbegriffe und deren Dimensionen in elementarer Darstellung.** Von Ing. H. Gasteiger<sup>1)</sup>. Der Kern der Arbeit stellt einen Versuch dar, die gebrochenen Exponenten der Dimensionsformeln für die Fundamentalgrößen im elektromagnetischen Maßsysteme durch Annahme bestimmter Dimensionen, und zwar für die absolute Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_0 = [L^3 M^{-1} T^2]$ , die Elektrizitätsmenge  $Q = [L^2]$ , die absolute Permeabilität  $\mu_0 = [L^{-2} M]$  und die magnetische Feldstärke  $H = [LT^{-1}]$  in ganze Exponenten zu verwandeln und zugleich eine besonders anschauliche mechanische Darstellung der elektromagnetischen Vorgänge zu gewinnen.  $\mu_0$  wird hierbei mit der spezifischen Äthermasse und  $H$  mit der Geschwindigkeit der Ätherströmung identifiziert. Der Versuch ist als gelungen zu betrachten, sofern man von einem Versehen des Verfassers absieht, das sich aber leicht beseitigen lassen dürfte. Auf S. 2 wird die Einheit der Elektrizitätsmenge aus der Gleichung

$$P = Q_1 Q_2 / 4 \pi \epsilon_0 r^2$$

definiert, wobei für  $\epsilon_0$  im freien Äther der Wert  $1/4\pi$  angegeben wird. Dann heißt es: „Die technische Einheit der Elektrizitätsmenge ist  $10^{-1}$  absolute Einheiten und heißt 1 Coulomb (C).“ Wenn dieser Satz richtig sein soll, ist aber  $\epsilon_0 = 1/4\pi c^2$  ( $c =$  Lichtgeschwindigkeit) zu setzen. Ferner kann man, wenn  $\mu_0 = [L^{-2} M]$  gesetzt wird, nicht zugleich  $\epsilon_0 = [L^3 M^{-1} T^2]$  setzen, da  $\epsilon_0 \mu_0 = 1/c^2 = [L^{-2} T^2]$  sein muß, es müßte also  $\epsilon_0 = [L M^{-1} T^2]$  und dementsprechend  $Q = [L^2]$ , also mit einer Fläche dimensionsgleich sein. Dies wäre auch viel anschaulicher, wenn man mit dem Verfasser annimmt, daß eine bewegte elektrische Menge wie ein Quirl auf die umgebende Äthermasse wirkt und dadurch die Umlaufgeschwindigkeit  $H$  in der Richtung der magnetischen Feldlinien erzeugt.  $Q$  wäre dann die Fläche dieses Quirls, welcher seine Wirkung proportional angenommen werden könnte.  $1/\epsilon_0$  wäre dann ein Flächendruck  $P/f$  (Ätherspannung?) usw. Infolge des angeführten Versehens ist auch die grundlegende Gleichung der Maxwell'schen Theorie,  $c = 1/\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$  nicht erfüllt und bestehen ähnliche Unstimmigkeiten bei der Induktanz und Kapazität eines Leiters pro Längeneinheit, deren Produkt ebenfalls die Dimension  $[L^{-2} T^2]$  besitzen sollte. Das Quirlmodell des Elektrons ist eine vielversprechende mechanische Analogie und deutet auf seine schraubenförmige Struktur, die sich ähnlich verhält, wie die als Kinderspielzeug dienenden Windrädchen, die sich auch in ruhender Luft drehen, sobald sie bewegt werden und dabei analog wie das Elektron eine scheinbare Vermehrung ihrer Trägheitsmasse erfahren, da die umgebende Luft eine Drehbeschleunigung erfährt. Von Interesse ist auch Bild 16 auf S. 36, das die Wirkungsweise eines Transformators versinnlicht, wobei die gegenseitige Induktanz  $M$  durch eine mit beiden Stromkreisen mittels Planetenrades gekuppelte Schwungmasse dargestellt wird, eine Vorstellung, die sich mit den Folgerungen aus dem Poynting'schen Vektor der Energieströmung<sup>2)</sup> vollkommen deckt. Eine fast gleiche Vorrichtung ist auch schon von L. Boltzmann<sup>3)</sup> zur mechanischen Nachahmung der Induktionserscheinungen erdacht und ausgeführt worden. Die kleine Schrift, die durchaus klar abgefaßt ist, bietet also ungeachtet des angeführten Versehens reiche Anregung und dankbaren Lesestoff. Dr. R. Hiecke.

## PATENTBERICHTE.

### Kabel und Leitungen.

Ein Hochspannungskabel mit einem elektrisch leitenden Belag, der fest auf dem aktiven Isolationsmaterial des Kabels liegt, hat Martin Höchstädter im Haag angegeben. Hiezu eignet sich in ganz besonderem Maße metallisches Papier, das folgende Eigenschaften besitzt: 1. Kontinuierlicher Zusammenhang der Metallschicht, 2. Praktisch unlösbares Anhaften des Metalles an das Papier auch beim Kochen in heißer Tränkmassse und beim Biegen und

sonst vorkommender Beanspruchung. 3. Genügende elektrische Leitfähigkeit, 4. Genügende Wärmeleitfähigkeit, 5. Porosität, um trotz der metallischen Umhüllung die Tränkflüssigkeit beim Imprägnieren der Kabel durchzulassen. 6. Möglichste Dünnheit der Metallschicht. Man hat versucht, die leitende Schicht auf dem Papier so herzustellen, daß das Papier mit Metallfolie beklebt wird; es hat sich jedoch gezeigt, daß die Vereinigung der Metallfolie mit dem Papier der hohen Temperatur beim Trocknen und Tränken des Kabels nicht standhält. Außerdem muß dieses Papier für die Zwecke der Tränkung stark perforiert werden. Nach der Erfindung wird das Papier so hergestellt, daß durch Bespritzen des Papiers mit flüssigem Metall und unter Einhaltung ganz besonderer Arbeitsbedingungen eine Metallisierung mit den erforderlichen Eigenschaften erzielt wird. Zum Verspritzen des Metalls können an sich bekannte Apparate benutzt werden. Das Papier wird maschinell mit konstanter Geschwindigkeit ab- und aufgerollt und läuft dabei an einer oder mehreren Spritzdüsen vorbei. Die konstante Geschwindigkeit muß im Verhältnis zur Spritzleistung so gewählt werden, daß das richtige Gewicht an Metall pro m<sup>2</sup> Papier zur Auflage gelangt. Es hat sich gezeigt, daß beispielsweise eine Zinkauflage von 100 bis 150 g/m<sup>2</sup> günstige Verhältnisse liefert. Nachdem das Papier an den Spritzdüsen vorbeigegangen ist, kann es durch Glättwalzen geführt werden, die gleichzeitig die Perforierung bewirken. Die so erzeugte Metallschicht besteht aus einer Art von mikroskopischem Netzwerk, dessen Öffnungen die Porosität verursachen. (Ö. P. Nr. 90327.)

Um die zwischen dem Blechmantel und der äußersten Lage der Isolierschicht auftretenden Glimm- und Strahlungserscheinungen zu vermeiden, hat man das Kabel zwischen Bleimantel und Oberfläche der Isolation mit einem metallischen Belag versehen, der gleiches Potential an den verschiedenen Stellen der Isolationsoberfläche herstellt. Besteht die Isolierung aus geschichteten und getränkten Papierlagen, so muß der Belag möglichst fein und porös sein, um die gute Tränkung nicht zu verhindern. Solche Beläge haben einerseits einen großen Ohmschen Widerstand, andererseits sind sie mechanisch sehr empfindlich. Um diese Nachteile zu vermeiden, wird nach einer Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H., Berlin, die äußere Isolierschicht mit einem metallischen Band versehen, das spiralförmig um den isolierten Leiter derartig herumgewickelt wird, daß zwischen den einzelnen Windungen Zwischenräume bleiben. Um dieses Band wird ein zweites stärker metallisiertes Band derartig spiralförmig aufgebracht, daß es die von dem ersten Bande übrig gelassenen Zwischenräume vollständig überdeckt, aber ebenfalls zwischen seinen Gewindegängen Zwischenräume übrig läßt. Das Tränkmittel kann an Stellen, an denen die Isolierschicht nur von dem schwach metallisierten Band bedeckt ist, in das Kabel eindringen, während das stärker metallisierte Band einen mechanischen Schutz für das erste Band bildet und überdies die genügende Leitfähigkeit der ganzen metallischen Oberfläche herstellt. (Ö. P. Nr. 94388.)

Um Glimm- und Strahlungserscheinungen zwischen dem Bleimantel und der äußersten Lage der Isolierschichten zu vermeiden, hat man die einzelnen Adern eines Kabels mit einem metallischen Belag versehen, um zwischen dem Mantel und der Oberfläche der Adern gleiches Potential zu erhalten. Diese Bedingung wird nur dann erfüllt, wenn der Belag sich dicht an die Oberfläche der Ader anlegt. Es zeigte sich nun, daß solche metallisch leitende Beläge nach der Tränkung einen sehr hohen Ohmschen Widerstand aufweisen und dadurch in ihrer Fähigkeit, potentialausgleichend zu wirken, erheblich zurückgehen. Nach einer Erfindung der obigen Firma wird um die mit dem feinen Metallüberzug belegte Kabelader vor dem Tränken des Kabels ein Metallband spiralförmig mit verhältnismäßig weiten Zwischenräumen gelegt, das sich fest auf die metallisierten äußeren Lagen der Adern aufpreßt und einen elektrisch gutleitenden Kontakt mit diesen gewährleistet. Bei mehradrigen Kabeln müssen die einzelnen Adern nach dem Verseilen durch eine mechanisch feste gemeinsame Umwicklung zusammengehalten werden, um ein Aufspreizen und eine Verlagerung der Adern im weiteren Verlauf der Herstellung zu verhindern. (Ö. P. Nr. 94390.)

Damit der über der Isolationschicht aufgebrauchte Metallbelag das Tränkungsmittel beim Durchgang durch die als Filter wirkende Metallschicht in seiner Zusammensetzung nicht verändert, hat man statt der Metallschicht ein feines Metallgeflecht oder gelochte Metallfolie verwendet. Solche Geflechte oder Bänder schmiegen sich aber nicht genügend

<sup>1)</sup> Mit 24 Abbildungen und 2 Tabellen, im Eigenverlag des Verfassers, Wien VI, Dreihufeisengasse 4.

<sup>2)</sup> R. Hiecke, E. u. M. 1924, Nr. 14, S. 212.

<sup>3)</sup> Vorlesungen über Maxwells Theorie der Elektrizität und des Lichtes, Leipzig, bei J. A. Barth, 1891, S. 26 bis 49.

dicht an die Isolationschicht an, so daß leicht Luftzwischenräume entstehen, die zu Glimm- und Strahlungserscheinungen Anlaß geben. Auch setzen die Geflechte dem spiralförmigen Aufwickeln Widerstand entgegen. Eine Erfindung der S. S. W., Berlin, beruht nun auf der Erkenntnis, daß sich dieses störende Verhalten der Metallgeflechte beim Aufbringen und das mangelhafte Anliegen an die Isolierschicht verhüten lassen, wenn als Belag ein Band verwendet wird, das aus schmalen, dünnen Metallbändchen, sogenannten Lanen, besteht, die durch einen Querschub von Textilfasern verflochten sind. Solche Bänder lassen sich leicht auch spiralförmig auf das Kabel aufbringen, da die Lanen gegeneinander infolge ihrer Verbindung durch den Querschub aus Textilfaser eine große Beweglichkeit besitzen. Auch schmiegt sich der Querschub leichter an, so daß eine außerordentlich glatte Auflage des Metallbandes auf die Isolierschicht erzielt wird.

(D. R. P. Nr. 371617.)

Eine Erfindung der A. E. G., Berlin (Wilhelm Pfannkuch) hat eine neue Art der Isolation eines Hochspannungskabels zum Gegenstand. Das um den metallischen Leiter gewickelte imprägnierte Papierband hat sich als vorzügliches Isolationsmaterial erwiesen, doch kann man die Schichtstärken aus gewickeltem Papier nicht beliebig hoch wählen, weil eine derartige Isolationschicht von großer Wandstärke bei Biegung des Kabels zu Knickungen und Bruch neigt. Die spezifische Anstrengung der Isolationschicht eines runden Leiters erreicht in seiner unmittelbaren Nähe ihren höchsten Wert und nimmt von da nach außen hin mehr oder weniger schnell ab. Es wird daher die vorzügliche Eigenschaft der gewickelten Papierbandisolation nur in den innersten Schichten voll ausgenutzt. Nach der Erfindung wird nur der innere Teil der Isolationschicht aus fest um den Leiter gewickeltem imprägniertem Papier hergestellt, während der äußere Teil aus Papiergarn besteht. Diese äußere Bedeckung besteht zum Beispiel aus einer großen Anzahl von Fäden, die dicht aneinanderliegend spiralförmig um die mit Papierband in gewisser Stärke isolierten Adern gewickelt sind. Das Papiergarn hat federnde Eigenschaften, die noch dadurch erhöht werden können, daß röhrenförmig ausgebildetes Papiergarn verwendet wird. Bei Mehrphasenhochspannungskabeln wird auch die gemeinsame Isolation zwischen den Einzeladern und dem Bleimantel durch Papiergarn ersetzt.

(D. R. P. Nr. 383550.)

Bisher wurden die Hohlräume zwischen den isolierten Leitern in einem Mehrleiterkabel mittels mehreren Papierkordeln kreisrunden Querschnitts ausgefüllt. Diese Kordeln wurden durch das Kaliber der Seilmaschine in die Form der Zwickel gebracht, wobei aber Lufträume bestehen blieben, die infolge auftretender Ionisation im Kabel während des Betriebes einen nachteiligen Einfluß auf die Lebensdauer des Kabels haben. Eine Erfindung der Firma Kabelfabrik und Drahtindustrie-A.-G. in Wien behebt diesen Nachteil. Die beim Versilen der isolierten Leiter gebildeten Hohlräume werden mit Papiersträngen ausgefüllt, die aus demselben Material bestehen, wie die Leiterisolation und auf dieselbe Art hergestellt werden. Diese Papierstränge, die in die Zwischenräume des Kabels einzuseilen sind, erhalten genau denselben Querschnitt, den der Hohlraum hat, den dieselben ausfüllen sollen, wodurch ein vollständig homogenes Dielektrikum ohne Lufteinschluß erzielt wird. Es werden schmiegsame, jede beliebige Form zulassende, lose mit Papier gewickelte Stränge verwendet, die, bevor sie in das Kaliber der Seilmaschine einlaufen, bereits die gewünschte Querschnittsform erhalten.

(Ö. P. Nr. 93881.)

Nach einer Erfindung von Leo Grossmann in Berlin-Mariendorf wird zur Herstellung von Isolierband gekrepptes oder glattes Papier verwendet, das ein- oder zweiseitig mit einer dünnflüssigen, dauernd klebrig bleibenden isolierend wirkenden Lösung von Reinkautschuk oder einer Mischung von Kautschuk und französischem Harz oder einer sonstigen Kautschukmischung versehen ist. Ist das Papier auf beiden Seiten mit der Gummilösung versehen, so wird zwischen die klebenden Flächen des aufzuwickelnden Isolierbandes eine Zwischenlage aus Papier gelegt, die derartig präpariert ist, daß die Klebmasse nicht daran haften kann, wodurch ein leichtes Loslösen des Isolierbandes ermöglicht wird. Als Einlage kann paraffiniertes oder mit einer Lack-schicht versehenes Papier verwendet werden. Besonders geeignet für die Herstellung von Papierisolutionsband sind wasserdichte Papiere von großer Zerreißfestigkeit und Weichheit aus Bastfasern, zum Beispiel Öl- oder Pergamentpapier. Ein Ausführungsbeispiel ist folgendes: Ölpapier von 1 m Breite wird durch eine Lösung von 1 kg Cearakautschuk, 0,1 kg

französischem Harz, 10 kg Benzol spez. Gewicht 0,83 gezogen, so daß das Papier beiderseitig mit der Gummilösung versehen wird.

(D. R. P. Nr. 372925.)

Eine elektrische Kabelleitung von Ing. A. Roth in Wien, besteht aus einem Rohrsystem, in das die zur Fortleitung der elektrischen Energie dienenden Metalleiter eingezogen werden und bei dem nach dem Einziehen der Leitung der freie Raum zwischen elektrischer Leitung und Rohrleitung mit Isolationsmasse ausgegossen wird. Wenn das Ausfüllen mit einem dickflüssigen oder einem bei normaler Temperatur festen Isoliermaterial erfolgt, muß vor dem Ausfüllen entweder die Rohrleitung oder das Kabel, oder beide zu gleicher Zeit erwärmt werden. Das Erwärmen erfolgt durch den elektrischen Strom derart, daß die Leiter des Kabels an einem Ende kurzgeschlossen werden, während durch das zweite Ende Strom durch das Kabel geschickt wird. Damit sich die Rohrleitung vollständig und luftfrei mit Masse füllt, wird es oft notwendig sein, von der Ausfüllöffnung, welche auch am Ende des Rohres angebracht werden kann, das Rohr mit einer Steigung, bzw. einem Gefälle gegen die Ausflußöffnung zu verlegen. Bei langen Leitungen können an einigen Stellen Luftöffnungen, die nachher verpfropft werden, vorgesehen sein. Auch kann das Ausfüllen unter Druck eventuell auch unter gleichzeitiger Zuhilfenahme von Vakuum an den Austrittsstellen stattfinden.

(Ö. P. Nr. 95584.)

Die Steigerung der Übertragungsspannung auf 100 kV und darüber zwingt schon mit Rücksicht auf die hierbei auftretenden Blindverluste zur Übertragung derartiger Spannungen Leitungsseile zu verwenden, deren Durchmesser dem durch die übertragene Energie bedingten nicht entspricht. Man hat bereits vorgeschlagen, den Querschnitt der Seile durch Einlegen eines Schlauches künstlich zu vergrößern, doch ist diese Anordnung nur bei Verlegung neuer Strecken wirtschaftlich. Gegenstand einer Erfindung der A. E. G., Berlin (Dipl.-Ing. Heinrich Blendermann) ist nun ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Vermeidung der Koronaverluste in Hochspannungsleitungen. Das Auftreten der Blindverluste wird dadurch beseitigt, daß über das alte Leitungsseil ein Schlauch aus leitendem Stoff gezogen wird. Der Schlauch besteht aus einer Metallspirale, die aus rundem oder eckigem Draht gewickelt wird, oder aus einem nach Art der Gasschläuche hergestellten metallischen Schlauch. In dem Schlauch können Öffnungen vorgesehen werden, um das durch den Schlauch bedingte Zusatzgewicht zu verringern, oder um für die etwa eingedrungene Feuchtigkeit Abzugwege zu schaffen. Das Zusatzgewicht des Schlauches kann, um eine nicht vorgesehene Zusatzbelastung des normalen oder vorhandenen Leitungsseiles zu verhindern, durch Einziehen eines besonderen Tragseiles in den Schlauch aufgenommen werden.

(D. R. P. Nr. 392076.)

Ein Verfahren zur Herstellung von elektrischen Anschlüssen von Kabel- und Drahtleitungen hat die Firma „Kontakt“ Elektro-Gesellschaft m. b. H. & Co., in Frankfurt a. M.-Roedelheim, angegeben. Die bisher gebräuchlichen Anschlüsse haben verschiedene Nachteile. Es kommt bei Drahtanschluß mittels Verschraubung zum Beispiel vor, daß sich beim Anziehen der Schrauben das ringförmige Drahtende löst und somit eine mehrmalige Wiederholung des Arbeitsvorganges verursacht wird. Auch bei Büchsenanschlüssen ist der Anschluß infolge mangelhaften Anziehens der Madenschraube oder infolge eines Grades im Gewinde unzuverlässig. Die bekannten Kabelschuhkonstruktionen bedingen für jeden Drahtquerschnitt eine besondere Dimensionierung und lassen infolge ihrer Steifheit nur eine begrenzte Verwendungsmöglichkeit zu. Der Grundgedanke des neuen Verfahrens besteht darin, daß die Anschlüsse nicht unmittelbar an den Apparaten selbst vorgenommen werden, sondern daß der Anschlußdraht außerhalb derselben mittels Öse unter Zuhilfenahme eines geeigneten Werkzeuges an ein leicht auswechselbares Kontakt- oder Zwischenstück befestigt und dieses letztere dann mit der fertigen Verbindung in den betreffenden Apparat eingesetzt wird. Das Ende des Leitungsdrahtes wird in bekannter Weise zu einer Öse oder Schleife gebogen und um den hohlen Innenschaft einer ringförmigen Kapsel gelegt und hierauf lediglich durch Umbördeln des Außenrandes der Kapsel in deren Ringnut befestigt.

(Ö. P. Nr. 93879.)

Zur Erhöhung der Biegsamkeit werden bei Kabeln die Leiter aus einzelnen schwächeren Leitern zusammengedreht. Bei solchen litzenförmigen Leitern sind infolge der Zwischenräume zwischen den einzelnen zusammengedrehten Leitern die Außenabmessungen der Litzen größer, als bei einem Einzelleiter mit demselben Nutzungsquerschnitt. Die Kabel mit

# A. E. G. - UNION

## ELEKTRIZITÄTS - GESELLSCHAFT

ZENTRALE: WIEN VI, GUMPENDORFERSTRASSE 6

WERKE: WIEN XXI.

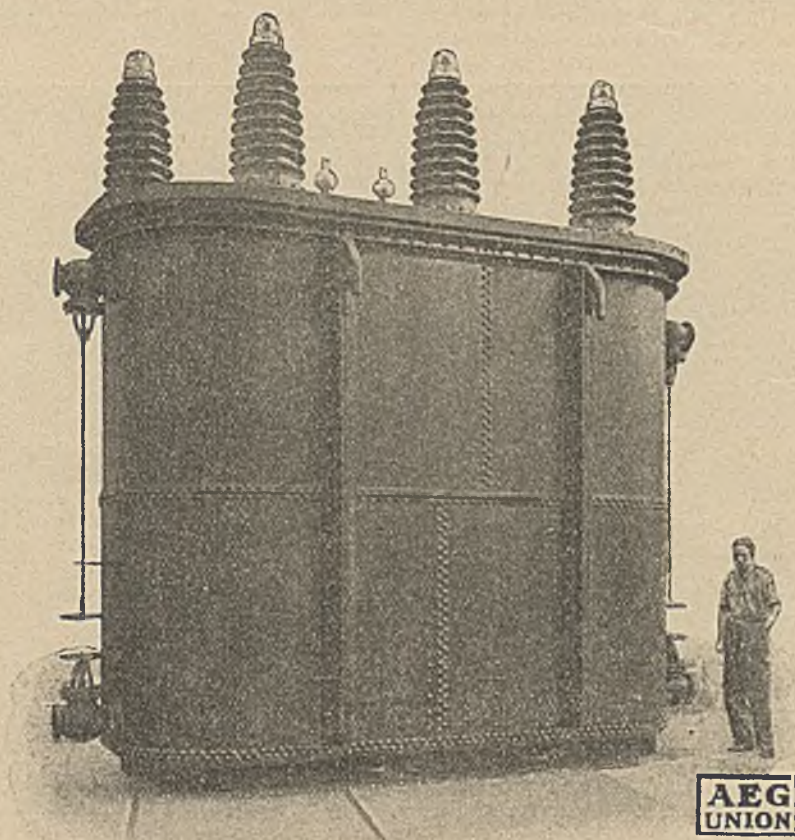
BÜROS IM INLAND:

WIEN, GRAZ, KLAGENFURT, LOEBEN, INNSBRUCK, BREGENZ, SALZBURG, LINZ.

AUSLANDSORGANISATIONEN:

BRÜNN, BRATISLAVA, BUDAPEST, KRAKAU, LEMBERG, MÄHR.-OSTRAU, PRAG, PILSEN,  
REICHENBERG, TEPLITZ-TURN, KARLSBAD, TRAUTENAU, WARNSDORF, KASSA, ZAGREB,  
CELJE, BEOGRAD, BUKAREST, BRASOV, TIMISOARA, SOFIA U. S. W.

## Großtransformatoren



**Drehstrom-Transformator für Aufstellung im Freien.**

Leistung: 12.000 kVA, 121.500/5.500 Volt, 50 Per.

**Ausführung:** Der Transformator besitzt Ölzirkulation durch besonderen Kühler und Ausdehnungsgefäß (Konservator).

3 Stück geliefert für Freiluftanlage Kraftwerk Partenstein der Oberösterr. Wasserkraft- und Elektrizitäts-A.-G. (Oweag), Linz.

**AKT.-GES. VORM.**

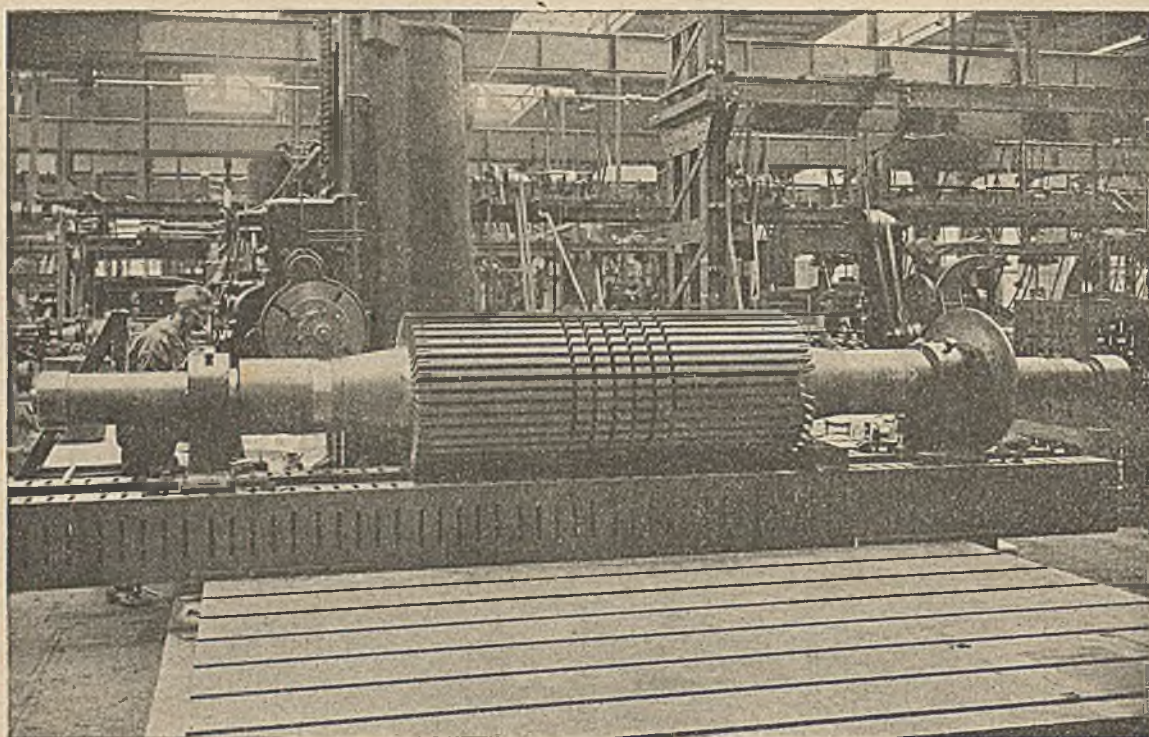
# SKODAWERKE

## IN PILSEN.

**ELEKTROTECHNISCHE FABRIK:  
PILSEN-DOUDLEVCE.**

**General- und Kommerz.-Direktion:  
PRAG.**

## TURBOGENERATOREN



**Rotor des an die Elektrizitätswerke in Prag gelieferten  
Turbogenerators für 17.500 kVA u. 6300 Volt bei 3000 U.p.M.**

### ELEKTROINGENIEUR-BUREAUX:

**PRAG II, Spálená 47 (zugleich  
Verkaufsstelle und Lager)  
Fernsprecher 5259.**

**PILSEN, Skodawerke, Werk-  
bahngebäude, Fernspr. 98.**



**BRÜX, Vogelstange 1043, Fern-  
sprecher 29.**

**BRÜNN, Falkensteinergasse 5,  
Fernsprecher 3083.**

**BRATISLAVA (Preßburg), Non-  
nengasse 20, Fernspr. 1404.**



litzenförmigen Leitern besitzen daher einen größeren Durchmesser und sind daher teurer, als die Kabel mit massiven Leitern. Man hat deshalb den einzelnen Adern sektorförmigen Querschnitt gegeben, wodurch sich die Einzeladern fast ohne Zwischenraum aneinanderlegen. Die Firma Österreichische Siemens-Schuckert-Werke in Wien hat ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen litzenförmigen Leiters angegeben. Zunächst werden Einzelleiter mit kreisförmigem Querschnitt in der bisher üblichen Weise zusammengedreht, bzw. zusammengeflochten und dann wird der so hergestellte litzenförmige Leiter mit Hilfe von Zieheisen, Walzen oder dergleichen in eine runde Form gezogen, bzw. gepreßt. Die einzelnen Leiter werden hiedurch in scharfkantig geschnittene Sektoren verwandelt, die fest aneinanderliegen. (Ö. P. Nr. 94710.)

Um Kabel schnell zu verlegen, wird nach einer Erfindung der Firma Siemens-Bauunion G. m. b. H., Kommanditgesellschaft in Berlin die Kabeltrommel selbstfahrend gemacht und mit einem Bagger verbunden, der mittels der gebaggerten Erde weiter rückwärts den Graben wieder zuschüttet, nachdem das Kabel hineingelegt ist. Die Kabeltrommel rollt sich nach Maßgabe ihrer Vorwärtsbewegung ab. Gleichzeitig hebt der Bagger vor dem Kabel den Graben aus, in den das Kabel verlegt werden soll, schüttet die Erde auf ein Transportband, worauf sie um die zur unbehinderten Verlegung des Kabels erforder-

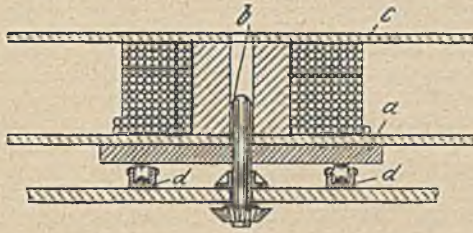


Abb. 1.

liche Strecke rückwärts geführt und wieder in den Graben geworfen wird. Für die Lagerung der Trommel auf dem Fahrgestell wird eine drehbare Scheibe *a* (Abb. 1) verwendet, die wagrecht angeordnet ist und beispielsweise auf Rollen *d* laufen kann. Auf diese Scheibe wird die Trommel *c* mit lotrechter Achse gelegt. Die Scheibe trägt in der Mitte einen lotrechten Zapfen *b*, der in die Mittelbohrung der Kabeltrommel eingreift. Zum Antrieb der Trommel wird der Zug des Kabels beim Vorwärtsfahren verwendet. Man kann aber auch der Scheibe *a* einen besonderen Antrieb geben, der unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit regelbar ist. (Ö. P. Nr. 94705.)

Da die Verbindungsmuffen bei Seekabeln bei einer Länge von 1 bis 2 m ein starres Gebilde von erheblicher Länge darstellen, ist es schwierig, sie ohne ungünstige mechanische Beanspruchungen des Kabels und seines Bleimantels von Bord zu Wasser zu lassen. Auch bei der Verlegung mit besonderen Verlegungsmaschinen bilden diese Muffenarten wegen ihrer Starrheit ein Hindernis, da das Kabel bei jeder Muffe von der Trommel heruntergenommen und nach Passieren der Muffe wieder aufgelegt werden müßte. Gemäß

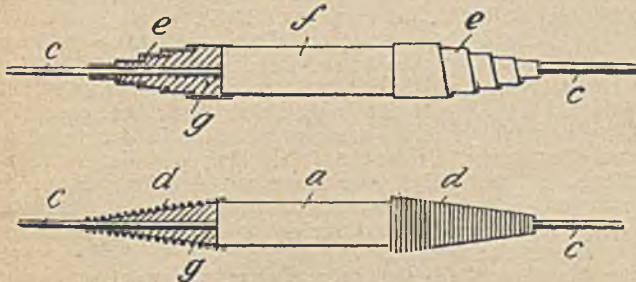


Abb. 2.

einer Erfindung der Firma Siemens & Halske A.-G. werden diese Übelstände dadurch beseitigt, daß die Verbindung zwischen den beiden Stirnseiten der Muffen mit den Kabelenden elastisch gemacht werden. Die Stirnseiten *a* (Abb. 2) werden mit einem elastischen Polster *g* versehen, das einen allmählichen Übergang vom dickeren Muffengehäuse zum dünneren Kabel *c* bildet. Die Polsterenden sind mit Draht *d* oder auch mit einer kegelförmigen Spiralfeder *e* umwickelt. Ein Ende der Feder wird mit dem Muffengehäuse *f*

verbunden, das andere umschließt das Kabel. Da die Beanspruchung des Kabels und seines Bleimantels unmittelbar an der Stirnseite der Muffe am größten ist, mit Zunehmen der Entfernung von dieser Stelle jedoch sinkt, kann dieser wechselnden Beanspruchung zum Beispiel dadurch Rechnung getragen werden, daß man Federn von verschiedenem Widerstandsmoment verwendet. (Ö. P. Nr. 94712.)

Eine Erfindung der Firma Naamlooze Vennootschap de Nederlandsche Thermo-Telefoon Maatschappij in Utrecht, Holland, betrifft ein Mehrfachkabel mit Doppelleitern für Hochfrequenztelephonie. Wird ein Mehrfachkabel mit Doppelleitern verwendet, so werden in einer Doppelleitung mehrere Ströme verschiedener Frequenz überlagert. Ist der Unterschied in den verschiedenen Frequenzen nur gering, so tritt ein störendes Mitsprechen ein. Zur Vermeidung des Mitsprechens könnte man den Unterschied in den Frequenzen genügend groß machen, was aber bei einem Mehrfachkabel zu sehr hohen und sehr tiefen Frequenzen führen würde. Nach der Erfindung wird das Mitsprechen dadurch erheblich herabgedrückt, daß mehrere Doppelleitungen zu ineinanderliegenden Bündeln vereinigt sind und jedes einzelne Bündel von einer leitenden Hülle, zum Beispiel aus Staniol, umschlossen ist. Da die leitende Hülle der einzelnen Bündel für die in diesen zusammengefaßten Doppelleitungen einen elektrostatischen und elektrodynamischen Schirm bildet, kann durch Vereinigung einer genügenden Anzahl von Doppelleitungen zu nebeneinanderliegenden Bündeln die Anzahl der Frequenzen verringert und damit der Abstand zwischen den einzelnen Schwingungszahlen so vergrößert werden, daß ein lästiges Mitsprechen nicht mehr auftritt. Die Kapazität jeder Doppelleitung wird durch die leitende Hülle erhöht, da jede Annäherung einer leitenden Fläche an eine Doppelleitung die Vergrößerung der Kapazität beider Leiter gegeneinander zur Folge hat. Um die Erhöhung dieser Kapazität tunlichst zu verhüten, ist zwischen den zu einem Bündel zusammengefaßten Doppelleitungen und der leitenden Hülle eine Isolation eingeschaltet. Hiedurch wird der Abstand zwischen Doppelleitungsbündel und leitender Hülle vergrößert und damit die Kapazität entsprechend verkleinert. (D. R. P. Nr. 375377.)

Eine Einrichtung zur Messung der Scheinwiderstände von in der Erde verlegten Kabeldoppelleitungen hat die Firma Siemens & Halske A.-G. angegeben. Es handelt sich zum Beispiel darum, die Kapazität mit dem scheinbaren Isolierwiderstand (Ableitung) von kurzen Kabelstücken bei Wechselstrom einer bestimmten Frequenz zu ermitteln. In Abb. 3 sind  $G_1, G_2, G_3$  die Teilleitungen einer Doppelleitung *a, b*;  $K_1, K_2, K_3$  die Teilkapazitäten.  $R_N$  und  $C_N$  sind die zur Messung nötigen Normalen des Widerstandes und der Kapazität,  $F$  ein Fernhörer. Die betriebsmäßige Kapazität der Doppelleitung ist gegeben durch

$$K_0 = K_3 + \frac{K_1 K_2}{K_1 + K_2}$$

ebenso die Ableitung

$$G_0 = G_3 + \frac{G_1 G_2}{G_1 + G_2}$$

Würde man die Normalen  $R_N$  und  $C_N$  so einstellen, daß man im Fernhörer  $F$  ein Minimum erhält, so würde man wegen der Erdkapazitäten  $C_1$  und  $C_2$ , die parallel zu  $K_2$  bzw.  $rK_1$  liegen, ein falsches Resultat bekommen. Nach der Erfindung wird nun in der einen Zuleitung vom Stromerzeuger zur Meßbrücke ein Ohmscher Widerstand  $S$  von solcher Größe angeordnet, daß  $S = r/2$ . Wird dafür gesorgt, daß  $C_1 = C_2$  ist, so ist bei Tonminimum im Hörer  $F$  die Summe der nach der Erde fließenden Ströme  $I_1 + I_2 = 0$ ; es wird dann

$$C_N = K_3 + \frac{K_1}{2}$$

Vertauscht man die Anschlüsse *ab*, so ergibt sich

$$C_N = K_3 + \frac{K_2}{2}$$

Das arithmetische Mittel gibt die Größe

$$K_0' = K_3 + \frac{K_1 + K_2}{4}$$

Wenn  $K_1$  angenähert gleich  $K_2$  ist, was praktisch immer zutrifft, stimmt der Ausdruck für  $K_0'$  mit großer Annäherung

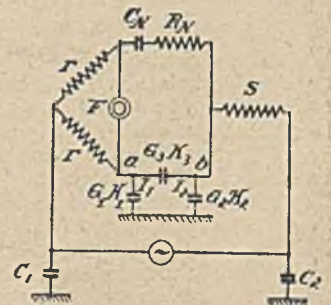


Abb. 3.

mit dem für  $K_0$  überein. Das gleiche gilt für die Ableitungen  $G$ . Der Ohmsche Widerstand muß also eine solche Größe besitzen, daß die beiden Adern der Doppelleitungen beständig gleiche und entgegengesetzte Spannung gegen Erde aufweisen, wobei die Pole des Stromerzeugers durch zusätzliche Scheinwiderstände zur Erde ebenfalls auf ständig gleiches und entgegengesetztes Erdpotential gebracht sind. Dann entspricht der in der Brücke gemessene Scheinwiderstand dem sogenannten betriebsmäßigen Werte. (Ö. P. Nr. 97841.)

## LITERATURBERICHT.

<sup>1302</sup> **Die Theorie der Wasserturbinen**, ein kurzes Lehrbuch von R. Escher, weiland Professor an der eidgenössischen technischen Hochschule in Zürich; dritte, vermehrte und verbesserte Auflage, herausgegeben von R. Dubs, Obergeringieur der A.-G. der Maschinenfabriken von Escher, Wyss & Co., Zürich, 356 Seiten, 24 × 16 cm, mit 364 Textabbildungen und 1 Tafel, Berlin, 1924, Verlag von J. Springer. Preis gebunden 3/25 Dollar.

Es war ein glücklicher Gedanke des Verlages, einen ehemaligen Schüler des Verfassers, der sich durch seine führende Stellung im Turbinenbau, ebenso wie durch seine zahlreichen Publikationen einen sehr klangvollen Namen schuf, mit der Herausgabe der Neuauflage des Werkes<sup>1)</sup> zu betrauen. Obergeringieur Dubs hat unter Wahrung des durchaus originalen Geistes, welcher das Buch durchweht, unter Beibehaltung seines Aufbaues, das Werk an zahlreichen Stellen ergänzt und erweitert.

Daß der Herausgeber eines Lehrbuches bei den mitunter sehr einschneidenden Änderungen überkommener Anschauungen, die sich gerade heute im Turbinenbau vollziehen, oft einen sehr schweren Standpunkt hat, ist klar, und es ist verständlich, wenn er sich auf die Behandlung gesicherter Ergebnisse beschränkt. Darum wurden zum Beispiel die Ausführungen über die Kaplanturbine sehr vorsichtig gehalten. Dennoch scheint mir die hier geübte Zurückhaltung als etwas zu weitgehend. Die Unterscheidung, die zwischen Kaplan- und Schraubenturbine gezogen wird, könnte beim unvoreingenommenen Leser leicht zu einem unrichtigen Bilde führen. Auch der Einfluß des Einbaues auf die Turbinenleistung steht heute im Brennpunkte des Interesses, und wenn er auch, wie selten ein Gebiet heute heiß umstritten ist, so wäre es doch angebracht gewesen, auch die neueren Saugrohrformen im Buche aufzunehmen und kritisch zu beleuchten.

Dr. Hans Baudisch.

<sup>800</sup> **Die elektrische Meßtechnik**. Von J. Herrmann, Prof. an der Technischen Hochschule in Stuttgart. I. Die elektrischen Meßmethoden im allgemeinen. Sammlung Götschen. Verl. Walter de Gruyter, Berlin u. Leipzig, 1924.

Das vorliegende erste Bändchen der elektrischen Meßtechnik beschäftigt sich zunächst nur mit ihren Grundlagen. Der Inhalt ist daher auf das Notwendigste beschränkt, weitere zwei Bändchen mit ausführlicheren Angaben sollen folgen. Die Einleitung behandelt die Aufgabe der Meßtechnik, die praktischen Normale der Elektrotechnik, sowie die Einteilung der Meßmethoden und gibt eine allgemeine Anleitung zur Ausführung der Messungen. Im II. Abschnitte werden die unmittelbaren Messungen von Strom, Spannung, Kapazität, Induktivität, Phasenverschiebung, magnetischem Fluß, Leistung und Leistungsfaktor mittels Zeigerinstrumenten, sowie die Eigenschaften, Behandlung und Verwendung von Spiegelinstrumenten erläutert. Der III. Abschnitt handelt über Vergleichsmessungen mit dem Kompensator und den verschiedenen Brückenschaltungen oder nach Ausschlagsmethoden. Im IV. Abschnitte werden allgemeine Hilfsmittel wie Regulierwiderstände und Schalter behandelt und eine Ableitung der ballistischen Galvanometerkonstanten aus den Elementen gegeben. Die Darstellung ist klar und leicht faßlich, die beigegebenen Skizzen entsprechen durchaus ihrem Zwecke. Wenn auch eine ausführliche Behandlung der bei elektrischen Messungen gebotenen Vorsichtsmaßregeln, so zum Beispiel des Ausschlusses unbeabsichtigter elektrischer oder magnetischer Feldwirkungen, mit Rücksicht auf die angekündigten Fortsetzungen der Meßtechnik nicht erwartet werden konnte, so hätten dieselben angesichts ihrer Wichtigkeit doch schon in den vorliegenden Grundlagen Erwähnung finden sollen. Im übrigen kann aber die Beschränkung des Stoffes in diesem einleitenden Bande nur gebilligt werden;

<sup>1)</sup> Vergl. die Besprechung der zweiten Auflage, E. u. M. 1921, S. 348

die hierdurch gewonnene Übersichtlichkeit wird sowohl dem Studierenden als auch dem Praktiker zugute kommen.

Dr. Richard Hiecke.

<sup>3002</sup> **Quecksilberdampf - Glasgleichrichter**. Ihre Wirkungsweise, Verwendungsmöglichkeiten, Wirtschaftlichkeit und Aufbau. Von Obering. Gustav K. Müller, Charlottenburg, Berlin NW 6, Druckerei und Verlagsanstalt Norden G. m. b. H., 1924.

Das Erscheinen dieses Buches ist schon deshalb mit Freuden zu begrüßen, weil es das erste Buch ist, das eine vollkommene Zusammenstellung der Quecksilberdampf-Glasgleichrichter enthält. Bei dem großen Aufschwung, den die Glasgleichrichter in den letzten Jahren genommen haben, war schon lange das Bedürfnis nach einer zusammenfassenden Darstellung dieses Industriezweiges vorhanden, der bisher nur in Zeitschriften und Broschüren behandelt wurde. Mit Recht hebt der Verfasser im Vorwort hervor, daß dieser Aufschwung in erster Linie den Glaswerken Schott & Gen. in Jena zu verdanken ist, denen es gelang, hitzebeständige Glaskörper auch für größere Leistungen herzustellen.

Das Buch beginnt mit einer kurzen Erläuterung der Wirkungsweise der Gleichrichter für eine, drei und sechs Phasen. Daran schließen sich die wichtigsten Neuerungen der letzten Jahre im Gleichrichterbau, welche die Erregung, Zündung, Beseitigung der Rückzündungen und den Bau des Glaskörpers betreffen. Die Beschreibung der einzelnen Typen enthält den Aufbau, die Inbetriebsetzung und Regelung der Gleichrichter von 5 bis 20 A, von 30 bis 60 A und schließlich von 80 bis 500 A. Besonders behandelt sind Glasgleichrichter mit Ölkühlung, die Sechphasengleichrichter, die Gleichrichter für elektrische Bahnen, für Projektionslampen und die Batterieladegleichrichter. Sehr ausführlich sind die technischen Daten der Gleichrichter besprochen, und zwar der Wirkungsgrad, der Leistungsfaktor, die Bemessung der Transformatoren, der Schutz vor Überspannung und Erdung der Gleichrichter, die Möglichkeit der Telefonstörungen, die Spannungsteilung insbesondere automatische Spannungsteiler und die automatische Spannungsregulierung. Alle zur Anwendung gelangenden Schaltungen sind in übersichtlichen Skizzen dargestellt. Praktische Ergebnisse werden in zahlreichen Kurven vorgeführt und außerdem auch ganze Anlagen beispielsweise berechnet. Es werden dann noch kurz die Anwendungsgebiete der Gleichrichter, die Projektierung von Anlagen und die Montage behandelt. Den Schluß bildet die Beschreibung ausgeführter Anlagen.

Das Buch ist für jeden Elektrotechniker verständlich geschrieben und wird sowohl den Betriebsleitern in Elektrizitätswerken als auch Ingenieuren und Studierenden gute Dienste leisten. Einige, allerdings nicht sinnstörende Unstimmigkeiten zwischen Text und Abbildungen können bei einer Neuauflage bereinigt werden. Es fehlt zum Beispiel in Abb. 3 die Unterteilung  $a, b, c$ , in Abb. 27 sind die Drosselspulen  $o$  nicht bezeichnet, auf Seite 67 und 71 soll der den Ventilator speisende Transformator nicht mit  $c$ , sondern mit  $f_1$  bezeichnet werden, Seite 83, Zeile 9 von unten ist statt Stern, Dreieck zu setzen.

Fr. Klein.

<sup>3071</sup> **Ausgewählte Arbeiten des Lehrstuhles für Betriebswissenschaften in Dresden**. Herausgegeben von Prof. Dr. Ing. E. Sachsenberg. 1. Band. Mit 58 Abb. im Text. VI und 179 Seiten. Verlag Julius Springer, Berlin.

Das durch die ungünstige Wirtschaftslage noch besonders gesteigerte Interesse an den Erfolgen der Betriebswissenschaften auf dem Gebiete der Steigerung der Wirtschaftlichkeit rechtfertigt die Absicht des Lehrstuhles dieser Wissenschaften in Dresden umfangreiche Forschungsarbeiten in Sammelbänden zu veröffentlichen. Es handelt sich hier wie der erste uns vorliegende Band zeigt durchwegs um Arbeiten, deren Abkürzung und Zubereitung für die Zwecke einer Zeitschrift eine die Sache schädigende Wertminderung zur Folge hätte. Dieses Unternehmen des Dresdner Lehrstuhls sorgt in dankenswerter Weise für die weitere Verbreitung sonst nur wenigen zugänglichen Forschungsmaterials. Diese Veröffentlichungen dürften die richtige Funktion erfüllen, das Urteil über betriebswissenschaftliche, oft nur durch Schlagworte bekannt gewordene Neuerungen zu vertiefen und so einesteils vor überschwänglicher Schlagwortbegeisterung bewahren, andererseits aber auch manche an der Besserung der Wirtschaftlichkeit durch Anwendung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse verzagende Zweifler rechtzeitig umzustimmen. Auf dem von eisernen Zwänge vorgezeichneten Wege nach höchstmöglicher Wirtschaftlichkeit ist der hier eingeschlagene Weg, mit dem die wissenschaftliche Forschung eine fruchtbringende Verbin-

derung mit der Praxis sucht, gewiß zum Ziele gerichtet. Gleich der erste Band erbringt uns den Beweis, daß die Forschung sich auf das Aktuellste wie Arbeitsrhythmus, Grenzen der Wirtschaftlichkeit einer Vorkalkulation, Wandertisch und fließender Zusammenbau einstellt und bestrebt ist, der Praxis wichtige Vorfragen einwandfrei zu beantworten, was dieser neben Zeit auch bedeutendes Lehrgeld ersparen dürfte. Es wäre zu wünschen, daß sich die Wechselwirkung bald einstellt und von dem im Vorwort des Herausgebers dieser Hefte gemachten Anerbieten, die Forschungsarbeiten auch nach Anregungen aus der Praxis orientieren zu wollen, recht oft Gebrauch gemacht werde, denn es gibt wohl keinen Zweig der Wissenschaft, der so sehr auf den Kontakt mit der Praxis angewiesen ist, wie die neu erblühenden Betriebswissenschaften.  
K ü p p e r.

**Industrielle Psychotechnik.** Angewandte Psychologie in Industrie - Handel - Verkehr - Verwaltung. Herausgegeben von Prof. Dr. W. Moede, Technische Hochschule zu Berlin-Handelshochschule Berlin. 1. Jahrg., Heft 1/2, Mai-Juni 1924. Verlag von Julius Springer, Berlin. Vierteljährlich Doll. 1-20.

Der auf dem Gebiete der praktischen Anwendung der Psychologie schon seit langem hervorragend tätige Prof. Dr. W. Moede gibt seit Mai dieses Jahres eine Zeitschrift „Industrielle Psychotechnik“ heraus, deren erstes vorliegendes Doppelheft erkennen läßt, daß allen, die sich mit diesen immer mehr in den Vordergrund der Betriebswissenschaften tretenden Fache beschäftigen, hier eine wertvolle Fachzeitschrift geboten wird. Die Bedeutung einer solchen gut geleiteten und von ersten Fachleuten mit Originalberichten versorgten, vom Verlage gut ausgestatteten Zeitschrift muß zu einer Zeit, wo die Einstellung jedes Unternehmens in Industrie, Handel und Verkehr auf ein Maximum der Wirtschaftlichkeit mehr denn je zur unabweislichen Notwendigkeit wurde, kaum näher begründet werden, noch weniger aber in einem Lande, wo zu solchen Zeiten auf dem Gebiete wirtschaftlicher Fertigung noch so viel nachzuholen ist wie bei uns. Die Eignungsprüfung und ihre Erfolge in den mannigfachsten Industriegebieten findet ihre hoffentlich zur Nachahmung reizende Darstellung, ebenso wie die Methode psychotechnisch richtiger Anlernung mit den von ihr ausgehenden Wirtschaftserfolgen. Psychotechnisch richtig durchdachte und eingerichtete Arbeitsvorgänge bedürfen entsprechender Arbeitszurüstungen, die Ermüdung sparen und das Leistungsoptimum sichern und erhalten helfen. Alle diese bei der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Betriebe im Vordergrund stehenden Fragen, ebenso wie die Psychologie der Werbekunst, dürfte nach den Proben der ersten beiden Hefte in dieser Zeitschrift allen mit der Bereitstellung unserer Wirtschaft für die andauernd harte Zukunft Befäßten reiches, anregendes Material in wohl zubereiteter Form an die Hand geben. Der Vergleich mit dem jetzt bereits auf diesen Gebieten zum Teil Erreichten, zum Teil noch im Entstehen Begriffenen mit den ersten Anfängen der Psychotechnik zeigt, daß wir von der Anwendung der Psychologie auf das Wirtschaftsleben und seine bewußte Gestaltung gleich hohe Erfolge zu erwarten haben, wie sie etwa seit Anwendung der Chemie auf dem Gebiete der Farbstoffherzeugung erzielt wurden. Die Scheu vor der Kostspieligkeit der Theorie ist auch hier gewichen, als die großen Erfolge tiefgründiger Schürfung sich einstellten. Die Brücke zwischen Theorie und Praxis zu schlagen und eine gesunde Wechselwirkung dauernd aufrecht zu erhalten, dazu scheint mir diese Zeitschrift vor allem berufen, aber ihrer Anlage und ihrem Inhalte nach auch geeignet, diesen hohen Beruf voll auszufüllen.  
K ü p p e r.

**BRIEFE AN DIE SCHRIFTLICHTUNG.**

**Erdschluß und Kurzschluß.** Von Ober-Ing. R. Bauch, Berlin. E. u. M. 1924, Heft 21, Seite 336 ff.  
In Heft 21 der E. u. M. bringt Ing. Bauch im Anschluß an den Bericht über die anlässlich seines Vortrages „Erdschluß und Kurzschluß“ stattgehabte Wechselrede eine schriftliche Ergänzung, in welcher er sich auch mit den von mir vorgeschlagenen Anordnungen für Erdstromlöschung beschäftigt<sup>1)</sup>. Da diese Ausführungen nicht bloß geeignet sind, falsche Vorstellungen über meine Ausführungsformen zu erzeugen, sondern diese sogar als einen technischen Unsinn hinzustellen, bin ich genötigt, darauf zu erwidern.

<sup>1)</sup> Vgl. auch E. u. M. 1921, Seite 245 ff.

Ich habe in der Diskussion bei seinem Vortrage im Elektrotechnischen Verein in Wien nur eine Form meiner Anordnungen zur Erdstromlöschung erwähnt, nämlich die einer Drossel, deren Windungen mit ungleichen Teilen in Zickzack geschaltet sind, und deren Mittelpunkt geerdet ist. Herr Ing. Bauch behauptet nun in seinen schriftlichen Ausführungen, daß für diese Schaltung bei Drehstrom mit einer Phasenspannung von 58 000 V im Erdschlußfalle auf die Hauptwindungen ( $N_1$  in der Abb. 1) eine Spannung von 630 000 V entfallen würde, und berechnet dies aus der Formel

$$E_0 = E_p \frac{L_1}{L_1 - L_2} \text{ unter der Annahme } \frac{L_1}{L_2} = 1:1.$$

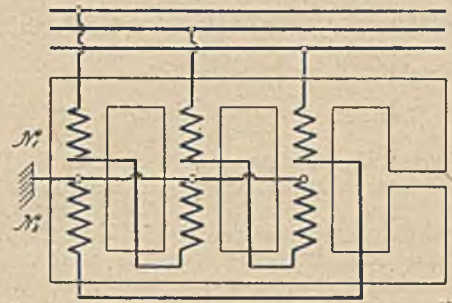


Abb. 1.

Was er unter  $L_1$  und  $L_2$  versteht, und wie er zu seiner Formel kommt, gibt er nicht an. Diese Berechnung ist vollkommen falsch. Schon ohne Rechnung läßt sich dies aus einer einfachen Überlegung erkennen. Im normalen Betriebszustande entfällt auf die Windungen  $N_1$  eine Spannung, welche kleiner ist als die Sternspannung, da ein Teil der Spannung von den Windungen  $N_2$  aufgenommen wird. Bei  $N_2 = \frac{N_1}{10}$ , beträgt sie 53 000 V. Den Spannungen entsprechend müssen sich die Felder ausbilden. Wenn nun gemäß den Behauptungen des Herrn Ing. Bauch im Erdschlußfalle auf die Windungen  $N_1$  eine Spannung von 630 000 V, also ungefähr die zwölf-fache Spannung des Leerlaufes entfallen soll, so muß auch das Feld im Erdschlußfalle das zwölf-fache des Leerlaufes betragen. Betrug die Feldstärke im Leerlauf 12 000, so müßte sie im Erdungsfalle auf 144 000 wachsen. Das wäre nun freilich ein Unding. Da die Permeabilität bei 12 000 Gauß 2000 beträgt, sich bei 144 000 Gauß aber wenig von 1 unterscheiden wird, so müßten die Amperewindungen pro Schenkel bei gleichen magnetischen Wegen auf das 2000-fache wachsen. Berücksichtigt man aber den geänderten Rückweg der Kraftlinien, also die Vergrößerung des Widerstandes, ferner, daß für die zur Erde in allen Schenkeln gleichsinnig fließenden Ströme die Windungen  $N_2$  als Gegenwindungen wirken, so kommt man zu dem Schlusse, daß der Strom in  $N_1$  auf das 3000 bis 4000-fache gegenüber dem Leerstrome wachsen muß. Da sich alle drei Erdströme zum Löschkstrom addieren, so ergibt sich das Verhältnis Löschkstrom zu Leerstrom mit 9000 bis 12 000. Ein solches Verhältnis widerspricht aber von vorneherein den Richtlinien, welche den Transformatoren-techniker bei der Konstruktion von Transformatoren leiten und welche im gewissem Maße auch hier Geltung haben. Das Verhältnis: Last- zu Leerstrom mag wohl für solche Löschkrosseln größer gewählt werden als für Transformatoren, wird sich aber in den Grenzen 50 bis 100 bewegen.

Zur Ausrechnung der Verhältnisse ist es notwendig, Annahmen über den magnetischen Widerstand des Rückweges der den Erdströmen in den Kernwicklungen entsprechenden Kraftlinien zu machen. Man wird diese nicht durch Luft sich schließen lassen, ihnen aber auch nicht einen vollständigen Eisenweg bieten, sondern für sie einen überzähligen Schenkel mit Luftspalt anordnen.

Für eine einphasige solche Löschkrossel mit den Windungen  $N_1$  und  $N_2$  in Zickzackschaltung und einem unbewickelten Schenkel mit Luftspalt erhält man leicht die Beziehungen:

$$K \Phi_0 = \frac{E_p}{N_1 + N_2} \text{ und } \frac{I_0 (N_1 + N_2)}{\mathfrak{R}} = \Phi_0$$

oder

$$I_0 = \frac{E_p \mathfrak{R}}{K (N_1 + N_2)^2}$$

wobei  $I_0$  und  $\Phi_0$  Strom und Feld im Leerlauf und  $\mathfrak{R}$  den magnetischen Widerstand eines Schenkels bedeutet. Für das Feld der Erdströme und für den Löschstrom  $I_E$ , der je zur Hälfte über jeden der beiden Schenkel fließt, ergibt sich:

$$K \Phi_E = \frac{E_p}{(N_1 - N_2)} \quad \text{und} \quad \frac{I_E}{2} \cdot \frac{N_1 - N_2}{\mathfrak{R} + 2\mathfrak{R}'} = \Phi_E$$

oder

$$I_E = \frac{2 E_p (\mathfrak{R} + 2\mathfrak{R}')}{K (N_1 - N_2)^2},$$

wobei  $\mathfrak{R}'$  den magnetischen Widerstand des unbewickelten Schenkels mit Luftspalt bedeutet.

Wählt man  $\mathfrak{R}'$  nur gleich  $8.5 \mathfrak{R}$ , und  $I_E : I_0 = 100$ , so erhält man

$$N_2 = 0.23 N_1.$$

Es wird dann die Spannung an  $N_1$  unter Berücksichtigung der beiden übereinander gelagerten Felder — Leerlaufsfeld und Erdstromfeld — im Erdschlußfalle

$$E_0 = 2 E_p \frac{N_1^2}{N_1^2 - N_2^2} = 2 E_p \cdot 1.05.$$

Es wird somit die Spannung nur um 5 vH höher sein, als die durch den Erdschluß geschaffene Verlagerung bedingt.

Bei Drehstrom gestalteten sich die Rechnungen für eine ähnlich gebaute Löschdrossel wegen der vektoriellen Additionen umfangreicher. Ich bin gerne bereit, auf Wunsch, die Rechnungen zu bringen. Da sie aber jeder Fachmann selbst entwickeln kann, soll hier nur das Endergebnis mitgeteilt werden.

Man erhält unter den Annahmen:

$$I_E : I_0 = 100 \quad \text{und} \quad \mathfrak{R}' = 8 \mathfrak{R}$$

für die Zickzackwindungen  $N_2 = 0.1 N_1$  und für die Spannung  $E_0$  im Erdschlußfalle an den mit dem stärksten Feld durchsetzten Windungen  $N_1$  den Wert:

$$E_0 = \sqrt[3]{3} E_p \cdot 1.05.$$

Die Spannungserhöhung beträgt auch hier nur 5 vH. Somit ergeben sich in beiden herausgegriffenen Fällen Spannungserhöhungen von 5 vH und nicht 1200 vH, wie Herr Ing. Bauch errechnet haben will.

Wenn ich auch Herrn Ing. Bauch bei aller Wertschätzung seiner Person und seiner Arbeiten den Vorwurf nicht ersparen kann, bei Abfassung seiner Kritik über meine Ausführungsformen für Erdstromlöschung wenig sorgfältig vorgegangen zu sein und mich wundern muß, daß er mir als beruflichem Lehrer für solche Dinge so Unsinniges zumuten konnte, so bin ich andererseits dafür dankbar, daß mir sein Irrtum Gelegenheit und Anlaß zu dieser Klarstellung der Verhältnisse gegeben hat.

Wien, am 16. Juli 1924.

Dr. Max Reithoffer.

Erwiderung.

In Erwiderung auf die vorstehende Äußerung weise ich zunächst auf die von Herrn Prof. Dr. Reithoffer im Anschlusse an meine Formel

$$E_0 = E_p \frac{L_1}{L_1 - L_2}$$

gemachte Bemerkung „... was er unter  $L_1$  und  $L_2$  versteht und wie er zu seiner Formel kommt gibt er nicht an...“ darauf hin, daß ich in Spalte 2, S. 338 (Heft 21) doch ausdrücklich  $L_1$  bzw.  $L_2$  wiederholt als die Induktivitäten der Spule  $N_1$  bzw.  $N_2$  bezeichne.

Da die Induktivität  $L$  einer Spule bekanntlich  $N^2$  (dem Quadrat ihrer Windungszahl) unter sonst gleichen Verhältnissen proportional ist, so stimmt meine obige Formel bis auf den Faktor 2 mit der von Reithoffer angegebenen

$$E_0 = 2 E_p \frac{N_1^2}{N_1^2 - N_2^2}$$

überein, worin  $E_0$  die Spannung sein soll, welche an der Spule  $N_1$  am gesunden Schenkel im Erdschlußfalle auftritt. Der Mangel eines Zahlenfaktors in meiner Formel erklärt sich daraus, daß ich wie in allen meinen Arbeiten über das Erdschlußproblem nur die überlagerte Spannung berechne, um die komplizierte vektorielle Addition zu vermeiden; da eine Diskussion nicht der Ort ist, um bisher unbekannt Formeln abzuleiten und ich dem Leser trotzdem verständlich bleiben wollte, habe ich den Widerstand  $\mathfrak{R}_0$  des unbewickelten Schenkels gleich Null gesetzt.

Allerdings gebe ich zu, daß ich bezüglich des Wertes

$\frac{N_1}{N_2} = 1.1$  von anderer Annahme ausging als Reithoffer, der

$\frac{N_1}{N_2} = 4$  annimmt; die Spannungs-Steigerung an der Spule  $N_1$

ist in meinem Falle bei  $\frac{N_1}{N_2} = 1.1$

$$\frac{1.21}{1.21 - 1.00} = 5.76,$$

im Falle Reithoffers:  $\frac{N_1}{N_2} = 4$

$$\frac{16}{16 - 1} = 1.07.$$

Diese Gegenüberstellung sagt aber aus, daß natürlich je weniger Gegenwindungen angebracht werden, desto mehr sich die Reithoffer'sche Einrichtung einer einfachen Erdungsdrossel so sehr nähert, daß von dem Einfluß der Gegenwindungen kaum etwas zu spüren ist.

Eine nähere Untersuchung des Zusammenhanges der drei

Größen: Stromverhältnis  $\frac{I_E}{I_0}$ , Windungsverhältnis  $\frac{N_1}{N_2}$  und Wider-

standsverhältnis  $\frac{\mathfrak{R}_0}{\mathfrak{R}}$  führt auf eine Funktion dritten Grades.

Das Verhältnis des erforderlichen Eisengewichtes bei Erdschluß zu dem bei Leerlauf sowie die Spannungssteigerung, die bei Erdschluß im Vergleich zum Leerlauf auftritt, können beide sowie das oben angeführte Widerstandsverhältnis als Funktion des Windungsverhältnisses in Kurvenform aufgetragen werden. Die Diskussion dieser Kurven ergibt, daß der Bereich der Wahl des Windungsverhältnisses ein ziemlich schmaler ist. Wird dieses Verhältnis 4, wie dies Prof. Dr. Reithoffer annahm, so wird das Eisengewicht seiner Drossel um ungefähr 46 vH größer als das des Löschtransformators, unter der Voraussetzung, daß bei Leerlauf in beiden Apparaten die gleiche Induktion herrscht. Mit noch größeren Verhältnissen als 4 wird nicht mehr viel anzufangen sein, da einerseits die Zahl der Gegenwindungen rasch abnimmt, also gerade das Charakteristische der Reithofferdrossel zerstört wird und sie sich dadurch einer gewöhnlichen Erdungsdrossel nähert, andererseits das magnetische Widerstandsverhältnis solche große Werte annimmt, daß diese selbst durch Anwendung unterteilter Luftspalte nicht mehr zu erreichen sind. Wird das Übersetzungsverhältnis kleiner, so steigt das zugehörige Eisengewicht und die Spannung so rasch an, daß zum Beispiel bei einem Verhältnis von 3 die Reithofferdrossel 67 vH schwerer im Eisen wird als der Löschtransformator und die Spannungssteigerung den dreifachen Wert erreicht. Bei einem Übersetzungsverhältnis von 2 wird die Drossel bereits unausführbar.

Berlin, 17. Oktober 1924.

R. Bauch.

## VEREINS-NACHRICHTEN.

### Vereinsversammlungen und Vorträge.

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

Mittwoch, den 26. November d. J.,  $\frac{1}{2}$ 7 Uhr abends, Vortrag des Herrn Ing. A. Meyer (Baden, Schweiz) über: „Die neue Entwicklung des Baues von Dampfkraftanlagen.“ (Mit Lichtbildern.)

Inhaltsangabe: Die Zentralisierung der Kraft-erzeugung. Die Kraft-erzeugung als Nebenprodukt der Wärme-erzeugung. Die Wahl der Lage neuer Kraftwerke. Die Bedeutung des Dampfverbrauches für die Wirtschaftlichkeit. Die Möglichkeiten der Verminderung des Dampf- bzw. Wärmeverbrauches. a) Durch Verbesserung des Turbinenwirkungs-grades. b) Durch Erweiterung des Wärmegefälles nach unten, hohe Luftleere. c) Durch Erweiterung des Gefälles nach oben. 1. Durch höhere Drücke. 2. Durch höhere Temperaturen. 3. Durch das Zweistoffverfahren (Quecksilberturbine). d) Durch Speisewasservorwärmung mittels Anzapfdampf bei vollständigem oder teilweisem Ersatz des Rauchgasvorwärmers durch Luftvorwärmer. e) Durch Kohlenstaub-feuerung. (Mit Lichtbildern.)

Mittwoch, den 10. Dezember d. J.,  $\frac{1}{2}$ 7 Uhr abends, Vortrag des Herrn Direktor Ing. A. Lüschen (Berlin): „Über die Reichweite der Telephonie in Kabeln mit Verstärkern. Ursache ihrer Begrenzung.“ (Mit Vorführungen und Lichtbildern.)

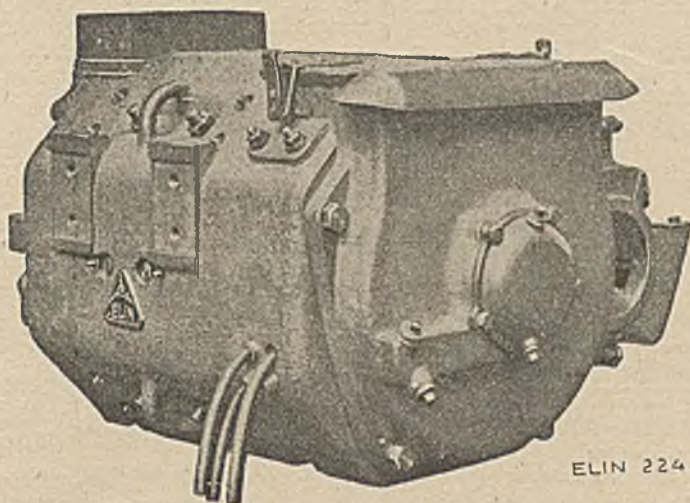
Die Vereinsleitung.

**„ELIN“**

**AKT.  GES.**

**FÜR ELEKTRISCHE INDUSTRIE**

## **Elektrisierung der Wiener Stadtbahn**



ELIN 2243

**Bahn-Motor, Type BBF 75, 90 PS Stundenleistung bei 750 Volt**

**Die Lieferung umfaßt bislang:**

**70 St. Bahn-Motoren  
100 kompl. Garnituren Vielfachsteuerungen  
Eine fahrbare Umformeranlage  
1 Baulos der Streckenausrüstung**

**Zentralbüro: WIEN I, Volksgartenstraße 1-5  
Fabrik in Weiz bei Graz (Steiermark)**

**EIGENE BÜROS UND TOCHTERGESELLSCHAFTEN: BRÜX, SCHMEYKALPLATZ 10; GRAZ, HERRENGASSE 13; INNSBRÜCK, ANICHSTR. 1; KLAGENFURT, BAHNHOFSTRASSE 3; KRAKAU, Św. Anny 1; LOEBEN, FRANZ JOSEF-STRASSE 16; MARBURG (SHS), VETRINJSKA ULICA 11; ZAGREB, DRAŠKOVIČEVA ULICA 33; MILANO (ITALIEN), VIA METASTASIO 3 (PIAZZA VIRGILIO); AMSTERDAM, AMSTEL 214.**

**VERTRETUNGEN IM AUSLAND: ALEXANDRIEN, ATHEN, BELGRAD, BOLOGNA, BRASOV, BRÜSSEL, BUDAPEST, BUENOS AIRES, BUKAREST, COMO, DAMASKUS, FLORENZ, GENUA, GIJON, HAARLEM, HAMBURG, HAVANNA, HELSINGFORS, (FINNLAND), JAFFA, LARISSA, LEMBERG, LIEBAU (ESTLAND), LIMA, LODZ, LONDON, MESTRE, MOSKAU, NEAPEL, OVIEDO, PALERMO, PORTO, PYRAEUS, ROM, RUSTSCHUK, SALONIKI, SEVILLA, SHANGHAI, SOFIA, SOSNOWIEC, TIMIȘOARA, TRIEST, TURIN, VIGO, VOLO.**



Fabrik elektrischer Starkstromapparate  
**SCHEIBER & KWAYSSER**

Gesellschaft m. b. H. — Gegründet 1893  
 Wien XIII/2A, Linzerstraße 16



★



Gußeisener Schaltkasten mit eingebautem  
 dreipoligen Ölschalter  
 mit zweiphasiger Überstrom-Auslösung  
 mit Stromzeiger, Kabelmuffen und Plattenschlagwetterschutz  
 400 Ampere, 500 Volt

### OPTILIT-FIBRESTANGEN

Das beste Material für Radiowerkstätten

*Marke gesetzlich geschützt*

Alleinvertreib: **ERICH PRAGER - MANDOWSKY**

*Vulkanfibre-Fabriksniederlage*

*Formstücke und sämtliche Isolationsmaterialien*

**WIEN IV, TAUBSTUMMENGASSE 8, TEL. 52-4-48**

### Elektro-Motoren

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

**Anton Gönner, Wien VI.**

Marlahilferstraße 101

Telephon 8327

### Wir erzeugen aus

den elektrisch hochwertigen Konstruktions- und Isoliermaterialien

## GUMMON • FUTURIT • GUMMOID

für die

### Elektro- und Radiotechnik

sämtliches Isoliermaterial mit oder ohne eingepreßten Metallteilen:

wie

Zähler-, Verteiler-, Schalttafeln, Transformatoren-Zylinder-, Rohre u. Platten, Traversen,  
 Isolatoren für Telephon- und Starkstromleitungen, Dachständereinführungen,  
 Schalter- und Steckkontaktteile, Telephonbestandteile wie: Gehäuse,  
 Hörmuscheln, Sprechtrichter, Schalldosen, Telephonuntersätze.  
 Autolenkräder, Kühlerverschlüsse, Kappen, Sockeln.

Für Radiotelegraphie und -Telephonie:

Knöpfe, Skalen, Stecker, Griffädchen,

Telephonhörmuscheln

Spulengehäuse, Sockelplatten

Detektoruntersätze

**KABELFABRIK- UND DRAHTINDUSTRIE - AKT. - GES.**

WIEN III/1, STELZHAMERGASSE 4

Telegramme: Kabel Wien

GUMMON-ABTEILUNG

Telephon: 52-5-35 Serie



**Elektromaterial  
Leitungsmaterial  
Glühlampen  
Nickelindrähte  
Motoren**

**REISS & COMP., Wien IV, Schönburgstr. 3**  
Telephon 52-4-60      Telegr. Reisscomp Wien

### Amerikanische Widerstandsdrähte

in unerreichter Qualität und Feinheit Marke Calido und Karma, speziell für die Heizkörper-Industrie und für Dauerbelastungen von über 1000° Celsius liefert ab österr. Lager  
J. SCHNEEBELI & Co., BREGENZ a. B.  
Zu günstigen Konditionen verlangen Sie umgehend Prospekte und Offerten. 1274

## RADIO

Antennenbaukasten  
Antennenlitze  
jedes Quantum  
Radiovoltmeter  
mit Doppel-Skala  
alle Einzelteile und  
Elektro-Materialien

Konkurrenzlos billig

**HANS CEHOVSKY  
Salzburg-Parsch**

## W I C H T I G !

### Die neuen elektrizitätsrechtlichen Vorschriften

Elektrizitätswegesetz, Starkstromverordnung,  
Elektroinstallations- und Betriebskonzessionsverordnung

samt Erläuterungen und Durchführungsbestimmungen. Nebst einer systematischen Darstellung dieser Vorschriften und einem Anhang: enthaltend die Bestimmungen einschlägiger Gesetze und Verordnungen, Bauvorschriften u. dgl.

Auf Grund amtlicher Quellen bearbeitet

**344 Seiten stark      Preis K 44.000.—**

Versand nur gegen Voreinsendung des Betrages durch Verlag J. J. KAINDL  
Wien—Ob. St. Velt.

## UNENTBEHRLICH!

## P. Gossen & Co.

Elektrische Meßgeräte  
Erlangen • Bayern



Schalttafel- und tragbare Meß-Geräte  
Isolationsprüfer — Spezial-Instrumente  
für Elektromedizin, Auto und Radio

Vertreter:

**ELEKTROMAG**

Wien II, Aspernbrückengasse 3 / Tel. 47329

## PERTINAX-DURCHFÜHRUNGEN FÜR HÖCHSTSPANNUNGEN

FÜR INNENRÄUME UND — MIT PORZELLAN-  
ÜBERWÜRFEN — FÜR FREIE, ALS MAUER-  
DURCHFÜHRUNGEN SOWIE ALS ÖLSCHALTER-  
UND TRANSFORMATORENDURCHFÜHRUNGEN  
D. R. P. UND ZAHLREICHE AUSLANDSPATENTE

VORZÜGE: BETRIEBSSICHERHEIT,  
GERINGE DIELEKTRISCHE VERLUSTE,  
GERINGE ABMESSUNGEN, SCHLANKE  
FORM, GERINGE KOSTEN, BESONDERS  
GEEIGNET FÜR DRUCKFESTE ÖLSCHALTER

DRUCKSCHRIFTEN UND REFERENZEN STEHEN AUF WUNSCH ZUR VERFÜGUNG

## MEIROWSKY & CO. A.-G. PORZ / RHEIN

VERTRETUNG IN ÖSTERREICH: H. GLIMBERGER, WIEN V, WIEDNER HAUPTSTR. 125, TEL. 27-405 u. 53-901  
IN TSchecho-SLOWAKEI: P. HELLER & CO., PRAG II, JUNGMANOVA NAM. 21, TEL. 53-44

# Nennen Sie

bitte immer die E. u. M. wenn Sie eine Adresse daraus entnehmen.

Anfertigung von Konstruktionszeichnungen, Plänen, Berechnungen übernimmt tüchtiger Konstrukteur. Zuschr. an Nagode Wien XIII, Hadikgasse 156. 1277

Einem Teile der Auflage liegt ein Prospekt der Firma Hydrawerk Dr. Louis Röder, Wien VII. bei

Für das österr. Patent d. Herrn Joseph Negri in St. Dié Nr. 87099 vom 15. Aug. 1921 betreffend:

## „Wasserturbine“

werden Käufer oder Lizenznehmer gesucht. Gefl. Anfragen sind zu richten unter „J. L. N. 4198“ an die E. u. M., Wien VI.

Für das österr. Patent der Firma Société Métallurgique du Frayon in Lyon Nr. 86425 vom 15 Juni 1921 betreffend:

## „Kippbarer elektrischer Ofen“

werden Käufer oder Lizenznehmer gesucht. Gefl. Anfragen sind zu richten unter „J. L. N. 4197“ an die E. u. M., Wien VI.

Zu kaufen gesucht

Jahrgang 1901 der „E. u. M.“

Zuschriften m. Preisangabe unter „1249“ an die E. u. M. Wien VI.

## OFFENE STELLEN

### JUNGER KAUFMANN

von führender Glühlampenfabrik per sofort GESUCHT

Bedingung: genaue Branchenkenntnisse, gewandtes Auftreten, gute Buchhaltungskennntnisse. Angebote mit Gehaltsansprüchen unter „Lebensstellung 1279“ an die E. u. M.

## GESUCHT

absolvierter Gewerbeschüler (Fachschule für Elektrotechnik) für das technische Büro des Elektrizitätswerkes Wels. Schriftliche Anbote mit Angabe des Lebenslaufes, Gehaltsansprüchen und Eintrittstermin zu richten an die Vereinigte Elektrizitäts Akt.-Ges., Wien, III., Am Heumarkt 10. 1275

## DIREKTOR

für großes Fabriksunternehmen nächst Bielitz zur Erzeugung von Starkstromartikeln wird unter günstigen Bedingungen

### aufgenommen

Reflektiert wird nur auf solche Persönlichkeit, die bei ausreichenden kaufmänn. Erfahrungen auch Praxis in der Leitung einer Fabrik nachzuweisen in der Lage ist. Offerten unter Chiffre „Selbstständig 1265“ an die E. u. M.

## ZU VERKAUFEN

The Electrician, London

1896—1913, 36 Bände, gebund.

Illuminating Engineer

1908—1914, 7 Bände, gebund.

Preisangebote unter „1199“ a. d. E. u. M.

## STELLEN-GESUCHE

### Elektro-Ingenieur

13 Jahre Praxis, bei Großfirma in selbständiger Stellung, reiche Erfahrung in Projektierung, Montage u. Akquisition sucht per sofort Stellung.

Zuschriften erbeten unter „Tüchtig 1266“ a. d. E. u. M. Wien VI.

### Tüchtiger Elektro-Konstrukteur

sucht Posten.

Zuschriften an A. N. Wien XIII, Hadikgasse 156. 1276

### Junger Elektro-Techniker

Absolv. d. h. Gewerbesch. mit 1½ jäh. Praxis als Assistent des Betriebsingenieurs eines d. größten oberschlesisch. Eisenhüttenwerke, im Betrieb und Konstrukt.-Büro vollständig vertraut, sucht Stellung. Zuschr. erb. unter „1278“ a. d. E. u. M.

### Stellung als Betriebs-Assistent

sucht ab 1. Jänner 1925, Elektro-Ingenieur, 24 Jahre alt, m. 3½ jäh. Büro-, Betriebs- u. Montageprax., Erfahr. i. d. Leitung von Kesselhäusern, Kraftzentralen, Werkstättenleitung, Lohnwesen, Material, Statistik. Bevorzugt arbeitsreichen u. entwicklungsfähigen Posten. Anbote erb. unt. „K. 1273“ a. d. E. u. M.

Energischer, zielbewußter jüngerer

### INGENIEUR-KAUFMANN

(Elektrotechnik) abgeschlossenes Studium

mit hervorragenden Warenkenntnissen (Maschinen, Transformatoren, Hochspannungs & Installationsmaterial) sucht sich, möglichst für sofort zu verändern. Selbiger kann längere Export & Büropraxis nachweisen. kennt die in Frage kommenden Absatzmärkte des europ. sowie überseeischen Auslandes (engl. und franz. Sprachkenntnisse) und ist mit dem Einkauf sowie allen damit zusammenhängenden Fragen vollkommen vertraut. Organisatorisch befähigt. Repräsentable Erscheinung. Gestützt auf prima Zeugnisse sowie Referenzen sucht derselbe Stellung als Abteilungsleiter bzw. Einkäufer in größerem Unternehmen. Entwicklungsfähige Position mit evt. Aussicht nach Uebersee bevorzugt. Angebote unter „Nr. 1272“ an die E. u. M.

### Junge, tüchtige Bürokräft

flinke Rechnerin (auch Tarifeurin) perfekte Stenotypistin mit 6jähriger Praxis, teils in elektrotechn. Unternehmen

sucht per sofort Dauerstellung

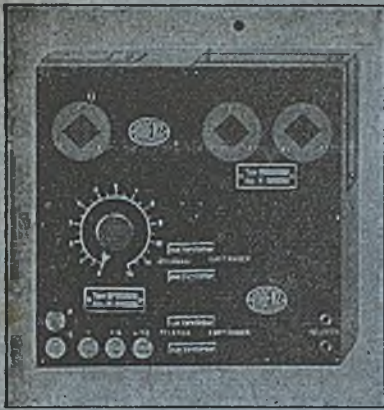
★

Zuschriften erbeten unter „Flink und gewissenhaft 1241“ an die E. u. M., Wien VI.

### Maschinen-Ingenieur

Akademiker, 30 J. alt, ledig, m. 3 monatl. Büro- u. 1 jäh. Werkstättenprax., mit organisator. u. kaufmänn. Fähigkeiten u. guten allg.- u. elektrotechn. Kenntnissen, arbeitsfreudig u. gewissenhaft sucht Stellung per sofort in Betrieb od. Büro od. auch für Beaufsichtigung u. Instandhaltung von Masch. u. Kraftanlagen. Besond. Interesse für Elektrotechnik vorhanden. Gefl. Zuschr. unter „Niedrige Gehaltsansprüche 1255“ a. d. E. u. M. Wien.





# LORENZ

Radio - Empfangsapparate  
für Auslandsempfang

## LAUTSPRECHER

Höchste Empfindlichkeit! Naturgetreueste Wiedergabe!

Prompt ab Lager Wien lieferbar

**S. SCHÖN, Wien VII, Burggasse 58**



**Imprägnierte  
Schwellen**

**GHF**

**Gebr. Himmelsbach**  
AKTIENGESELLSCHAFT  
Holzgroßhandlung + Sägen-Imprägnierwerke  
**Freiburg in Baden**

VERTRETUNG **S. SCHÖN** WIEN VII.

**Hartmann & Braun**  
A-C  
Frankfurt a.M. R8

Elektrische  
Schalttafel - Meßgeräte  
jeder Art

Man verlange Blaue Liste VIII

VERTRETER:  
**S. SCHÖN**  
WIEN VII/3  
BURGGASSE 58

# LEITSÄTZE

über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz  
nebst Erläuterungen und Ausführungsvorschlägen

**Preis 5000 Kronen**

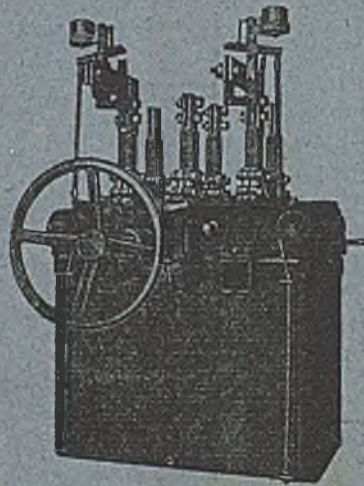
Infolge der hohen Nachnahmespesen kann der Versand dieser Anhänge nur gegen vorherige Einsendung des Betrages erfolgen. Wir ersuchen daher, bei Bestellungen den entfallenden Betrag gleich mit einzusenden.

Elektrotechnischer Verein in Wien VI, Theobaldgasse 12

**S U S A**  
 PRECHER ND SCHUH APPARATE

## Hochspannungs-Ölschalter

für Spannungen von 1500 bis 110.000 Volt  
 und Stromstärken von 200 bis 6000 Ampère



Ölschalter

1000 bis 2000 Amp. 6000 Volt, 6000 Amp. Ausschaltstrom

Geliefert für: Städtisches Elektrizitätswerk Innsbruck und  
 Lokomotivfabrik Krauss u. Comp. Linz

**Bau von Freiluftanlagen bis 150 000 Volt**

---

**SPRECHER, SCHUH & Cie.** Ges. m. b. H.

Fabrik elektrischer Apparate

Linz <sup>a</sup>/D.

Stammhaus Aarau (Schweiz)

Für die Tschechoslowakische Republik: Niederlassung Mährisch-Ostrau