

E T Z

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

INHALT

Die Entwicklung der Elektrizitätswerke und der elektrotechnischen Industrie im Jahre 1931. Von G. Plum. 1145

Dieselektrischer Drehstrom-Schiffsantrieb, System Brown, Boveri. Von G. Mitzlaff. 1146

Fachberichte über den Internationalen Elektrizitätskongreß zu Paris. (Fortsetzung.)

7. Elektrische Messungen. Von R. Schmidt. 1149

8. Elektrochemie, Elektrometallurgie, galvanische Elemente und Akkumulatoren. Von G. Eger. 1150

Mechanische Probleme bei großen Turbogeneratoren. (Schluß.) Von R. Pohl. 1151

Rundschau

Das neue „Rheinhafen“-Kraftwerk der Straßburger Elektrizitätsgesellschaft. 1155

Kraftwerke Oberhasli. 1155

Zentralprojektion als Grundlage der Durchgangsmessung. 1155

Der Leerlauf des durch selbsterregte Erregermaschine übererregten Asynchronmotors. 1155

Prüfung von Schutzerdungen mittels Strom- und Spannungsmessers. 1156

Infrarotempfindliche Zellen. 1156

Heimbeleuchtung. 1156

Verfahren zur Netzkupplung und zur Schlupfregelung von Iglner-Umformern und Walzenstraßenantrieben. 1157

Zur Theorie und Berechnung der Betriebsdämpfung in einfachen und zusammengesetzten Übertragungssystemen. 1157

Bildtelegraphenverkehr V. S. Amerika—Dänemark und Schweden. 1158

Energiewirtschaft. 1158

Aus letzter Zeit. 1159

Vereinsnachrichten. 1160 Bekanntmachungen des VDE. 1164

Sitzungskalender. 1165

Persönliches: G. B. Pirelli †, W. Borgquist. 1165

Briefe a. d. Schriftl.: K. Pape / A. Wicha. 1166

Literatur: E. Marx, W. Spedel. 1166

Geschäftliche Mitteilungen. 1168



Trivector

Der Scheinverbrauchszähler

für jeden Leistungsfaktor



$\cos \varphi = 1-0$

Verlangen Sie Prospektblatt TB III 533 d

Firchow-Landis & Gyr Berlin SW 61

Carstens

Die leistungsfähigste Spezialfabrik für:

Elektro-Isolierlacke
für jeden Verwendungszweck

Drahtemallelacke
öl- und benzinfest

**Überzugs-
und Apparatelacke**

Kabelvergüßmassen

Elektrokitt

Kompounds

Mikanit

Platten, Rohre und Formstücke

Schellack-Mikafolium

Asphalt-Mikafolium »Flexa«
hochelastisch

Mikabänder

Rohglimmer

und fertig bearbeitete Isolationen
hieraus

Isolta-Isolierstoffe

Ölleinen, Ölleinenbänder, Ölseide

Langjährige Lieferanten
bedeutender Großfirmen
und staatlicher Betriebe!

WILHELM CARSTENS ^{GM}_{BH} HAMBURG 39

Elektro-chemische Fabrik · Lackfabrik · Mikanit- und Glimmerwarenfabrik

Miele

Staubsauger
bakelit-isoliert.

Arbeitet fast
geräuschlos.

Kurzschlußsicher.
Große Saugwirkung.



Mod. K
RM 135.-

Mod. L RM 90.-



Eine Spitzenleistung
in der Staubsauger-
Fabrikation und da-
bei der erstaunlich
günstige Preis.

Zu haben in den Fachgeschäften.

Mielewerke A.G., Gütersloh/Westf.

PAPIER

für die elektrotechnische Industrie

SPEZIALITÄT

**KONDENSATOR-
PAPIER**

Dicke von 0,0065 mm aufwärts

ISOLIERPAPIER

für Stark- und Schwachstrom

SCHOELLER & HOESCH
GERNSBACH IN BADEN

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

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

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang

Berlin, 1. Dezember 1932

Heft 48

Die Entwicklung der Elektrizitätswerke und der elektrotechnischen Industrie im Jahre 1931.

Von Dr. G. Plum, Frankfurt a. M.

Übersicht. Die Bilanzstatistik des Statistischen Reichsamtes für das Jahr 1931 läßt einen Rückgang der Rentabilität in der deutschen Wirtschaft erkennen. Die Elektrizitätswerke wurden von dieser Gesamtbewegung zwar auch ergriffen, jedoch hält sich der Rückgang in verhältnismäßig engen Grenzen. Stärker machte sich die veränderte Wirtschaftslage in der elektrotechnischen Industrie geltend, wo nicht nur die Gewinne stark zusammengeschrumpft sind, sondern darüber hinaus die Verluste wesentlich zugenommen haben.

Die Bilanzstatistik des Statistischen Reichsamtes¹ für den Ultimotermi 1931 umfaßt 1166 Aktiengesellschaften mit insgesamt 9691,1 Mill RM Nominalkapital, d. h. 39,3 % des gesamten Nominalkapitals der deutschen Aktiengesellschaften. Vergleichlich mit dem Gesamtbestand der zu den gleichen Terminen bilanzierenden Börsen- und Millionen-Gesellschaften wurden 71,6 % des Nominalkapitals erfaßt gegenüber 80 % i. V. Da die nicht erfaßten Unternehmungen zum großen Teil sanierungsbedürftig sind, ist das nachfolgende Bild eher zu günstig als zu ungünstig.

Die Erfolgsrechnungen zeigen überall starke Gewinnrückgänge bzw. wesentliche Erhöhungen der Verlustziffern, so daß ein Jahresreinverlust von 1065,5 Mill RM, d. s. 9,11 % des bilanzmäßigen Eigenkapitals ermittelt wurden gegenüber einem Jahresreingewinn von 511,4 Mill RM, d. s. 4,53 % des Eigenkapitals in 1930. Die Zahl der Gesellschaften mit Jahresreingewinn ist auf 680 (901) zurückgegangen. Der Jahresreingewinn von 326,8 (613,1) Mill RM macht 4,88 (6,23) % des 6699,1 (9842,3) Mill RM betragenden bilanzmäßigen Eigenkapitals aus. Demgegenüber ist die Zahl der Gesellschaften mit Jahresreinverlust auf 459 (251) gestiegen, der Jahresreinverlust betrug 1392,3 (101,7) Mill RM, d. s. 28,84 (8,69) % des 4861,1 (1257,8) Mill RM betragenden Eigenkapitals. Demgemäß ist auch die Zahl der Dividenden zahlenden Gesellschaften und die Dividendenhöhe zurückgegangen, wie nachfolgende Übersicht zeigt:

in % des Gesamtbestandes	Anzahl		Aktienkapital	
	1930	1931	1930	1931
dividendenlos	40,61	58,83	24,77	51,41
bis 5 %	15,21	16,47	17,82	18,78
5 ... 10 %	33,90	19,73	43,66	27,46
über 10 %	10,28	4,97	13,75	2,35

Die Vermögenstatistik läßt eine scharfe Schrumpfung der Ziffern insbesondere der kurzfristigen Außenstände und Verpflichtungen erkennen, wie nachfolgende Übersicht zeigt:

	Mill RM	Veränderung in % des Vorjahresbestandes
Aktiva:		
Anlagen	— 315,8	— 3,42
Vorräte	— 371,1	— 20,36
Beteiligungen u. Effekten	— 76,6	— 2,23
flüssige Mittel	— 4566,4	— 15,44
Passiva:		
eingez. Kapital	— 763,5	— 7,83
offene Reserven	+ 978,6	+ 53,96
langfristige Verschuldung	+ 96,1	+ 0,99
sonstige Verschuldung	— 3907,9	— 18,00

Die starke Erhöhung der ausgewiesenen Reserven steht im Zusammenhang mit den Sanierungen und kann daher nur als ein Symptom der Verluste angesehen wer-

den. Der Bilanzposten verschwindet zu Beginn des neuen Geschäftsjahres.

Die Bilanzstatistik für die Elektrizitätswerke umfaßt 74 (1930: 76) Aktiengesellschaften mit 1257,9 (1207,2) Mill RM Nominalkapital. Der Saldo aus Reingewinn und Verlust ermäßigte sich auf 53,1 (73,9) Mill RM. Die wichtigsten Veränderungen ergeben sich aus folgender Zusammenstellung der Bilanzen:

	1930	1931
Anzahl der Abschlüsse	76	74
Nominalkapital in Mill. RM	1207,2	1257,9
Aktiva (in Mill RM)		
Anlagen	1032,2	1944,0
Vorräte	33,5	30,3
Beteiligungen und Effekten	292,4	358,7
flüssige Mittel	332,6	330,1
Passiva (in Mill RM)		
eingezahltes Nominalkapital	1192,1	1245,4
Offene Reserven	105,8	109,1
Unterstützungsfonds	11,7	12,5
langfristige Verschuldung	831,0	862,8
sonstige Schulden	383,3	386,7
Erfolgsrechnung (in Mill RM bzw. %)		
Abschreibungen	96,3	99,0
Jahresreingewinn	74,4	53,7
dgl. in % des Eigenkapitals	6,04	4,06
Jahresreinverlust	0,5	0,6
dgl. in % des Eigenkapitals	0,04	0,05
dividendenberechtigtes Aktienkapital	1126,7	1213,9
Dividendensumme	69,5	47,8
dgl. in % des Eigenkapitals	6,17	3,94

Bereits in den Vorjahren war eine unterschiedliche Entwicklung der Bilanzen der Elektrizitätswerke gegenüber den übrigen deutschen Aktiengesellschaften festzustellen. Diese Tendenz hat sich noch weiter verschärft. Die veränderte Wirtschaftslage hat auch ihre Rückwirkungen auf die Elektrizitätswerke insofern geäußert, als die Investitionswelle der Jahre 1926 bis 1930 im Jahre 1931 zum Stillstand gekommen ist. Immerhin ist es kennzeichnend, daß die Elektrizitätswerke noch eine leichte Erhöhung ihres Anlagenbestandes nachweisen, trotzdem auch die Abschreibungen gegenüber dem Vorjahre noch um 3 % gestiegen sind. Die Elektrizitätswerke gehören also zu den wenigen Wirtschaftsgruppen, welche ihre gesamten Abschreibungen wieder neu investiert haben, also keinen rückständigen Investitionsbedarf haben auflaufen lassen. Allerdings wäre es falsch, hieraus Schlüsse auf die Stellung der Gruppe bei einem konjunkturellen Anstieg zu ziehen, weil die Elektrizitätswerke weniger durch ihre Betriebserneuerungen eine Rolle spielen als durch die Betriebsausbauten, die ihrem strukturellen Aufstieg entsprechen. Besonders bemerkenswert ist die Erhöhung der Beteiligungen und Effekten. Fast als einzige Gruppe der Industrie haben die Elektrizitätswerke eine beträchtliche Erhöhung der Beteiligungen durchgeführt. Charakteristisch für die Sonderstellung der Gruppe ist auch die leichte Erhöhung der flüssigen Mittel, während den Veränderungen bei den Vorräten nur untergeordnete Bedeutung zukommt.

Auch auf der Passivseite zeigt sich diese Sonderstellung. Das eingezahlte Eigenkapital ist gegenüber dem Vorjahre noch gestiegen. Von den Kapitalerhöhungen sind erwähnenswert: Märkisches Elektrizitätswerk AG. mit 15 Mill RM, die im Aufbau befindliche AG. Obere Saale mit 7,8 Mill RM und die Preußische Elektrizitäts-AG. mit 30 Mill RM. Die offenen Reserven der Elektrizitätswerke machen die starke Erhöhung, die bei den deutschen Aktiengesellschaften in ihrer Gesamtheit festzustellen ist, nicht mit. Diesmal muß man das Zurückbleiben als ein Zeichen innerer Gesundheit der Elektrizität-

¹ Vgl. Wirtsch. u. Statist. 1932, S. 280 u. S. 477.

tätswerke gegenüber der sonstigen sanierungsbedürftigen Industrie werten. Die Unterstützungsfonds sind nur leicht entsprechend den laufenden Dotierungen angewachsen, wogegen die langfristige Verschuldung in größerem Umfang gestiegen ist, jedoch wesentlich in der Steigerung hinter den Vorjahren zurückblieb. Das gleiche gilt für die Erhöhung der sonstigen Schulden, die weniger hinsichtlich ihres Ausmaßes bemerkenswert ist als hinsichtlich der Tatsache, daß überhaupt noch eine kleine Erhöhung festzustellen ist.

Nach den Erfolgsrechnungen bedeutet es schon einen ansehnlichen Erfolg, daß die Abschreibungen nicht verringert zu werden brauchten. Andererseits ist es für das Ausmaß der Wirtschaftskrise charakteristisch, daß eine so schwach krisenempfindliche Industrie wie die im konjunkturellen Aufschwung befindliche Elektrizitätsindustrie ihre Reingewinne um fast 30 % verringert sieht. Auf das erhöhte Eigenkapital bezogen macht die Ermäßigung sogar ein Drittel aus. Die Verlustziffern sind zwar auch etwas gestiegen, spielen jedoch keine bemerkenswerte Rolle. Die Dividendenausschüttung hat sich in vollem Umfang der Verringerung des Reingewinnes angeschlossen, so daß man nicht auf offene Reserven zurückgegriffen hat. Inwieweit eine Veränderung unter den stillen Reserven die Erfolgsrechnung beeinflusste, ist für den Außenstehenden kaum erkennbar, jedoch liegen keine Hinweise vor, die eine beträchtliche Ausschöpfung stiller Reserven annehmen ließen. Berücksichtigt man die stark sinkende Tendenz für Kapitalzinsen, so verliert die Dividendenherabsetzung ihren bitteren Beigeschmack, und man mag sie eher als ein Symptom für die Gesundung der wirtschaftlichen Auffassung ansehen.

Die Statistik der elektrotechnischen Industrie soll zweckmäßigerweise noch durch die Erhebungen für das dritte Vierteljahr 1931 ergänzt werden, in welches die Abschlüsse der AEG, der Siemens & Halske AG. sowie der Siemens-Schuckertwerke AG. fallen. Es ergibt sich dann folgendes Bild:

	3. Vierteljahr		4. Vierteljahr	
	1930	1931	1930	1931
Anzahl der Abschlüsse	4	4	32	32
Nominalkapital in Mill RM	434,3	419,3	238,5	233,4
Aktiva (in Mill RM)				
Anlagen	235,0	237,0	118,2	110,6
Vorräte	206,8	150,0	82,6	52,5
Beteiligungen u. Effekten	479,5	463,1	77,7	73,4
flüssige Mittel	560,1	535,5	19,1	188,8
Passiva (in Mill RM)				
eingezahltes Nominalkapital	433,9	411,9	237,3	231,5
offene Reserven	219,2	220,0	30,3	37,6
Unterstützungsfonds	22,7	23,5	1,4	1,5
langfristige Verschuldung	364,0	349,9	54,2	50,4
sonstige Schulden	411,7	387,1	141,8	134,2
Erfolgsrechnung (in Mill RM bzw. %)				
Abschreibungen	6,9	5,5	11,0	12,5
Jahresreingewinn	33,1	8,7	11,3	5,0
dgl. in % des Eigenkapitals	5,17	1,37	4,23	1,86
Jahresreinverlust	—	20,7	2,2	38,4
dgl. in % des Eigenkapitals	—	3,26	0,82	14,27
dividendenberechtigtes AK	420,6	414,3	236,9	231,5
Dividendensumme	35,8	8,6	10,7	8,7
dgl. in % des Eigenkapitals	8,51	2,08	4,52	3,76

Die Bilanzveränderungen der elektrotechnischen Industrie passen sich demnach weit stärker der Allgemeinentwicklung für das Jahr 1931 an, wengleich die aus-

gesprochenen Krisenmerkmale nicht mit der gleichen Schärfe bei der elektrotechnischen Industrie erkennbar sind wie bei den übrigen deutschen Aktiengesellschaften. Auch wird man einen Unterschied machen müssen zwischen den Gesellschaften, die innerhalb des 3. Vierteljahrs bilanzieren und den im 4. Vierteljahr abschließenden Unternehmen. Die erste Gruppe zeichnet sich nicht nur durch ihre Kapitalstärke und ihre besonders weit reichenden internationalen Beziehungen aus, sie konnte auch bei ihrer Bilanzierung noch mit etwas anderen Wirtschaftsverhältnissen rechnen als die zweite Gruppe.

Diese Unterschiede spiegeln sich deutlich in der Tatsache wider, daß unter den Aktiven die Anlagen bei der ersten Gruppe noch leicht gestiegen sind, während sie bei der zweiten Gruppe bereits rückläufig sind, sowie aus der Erscheinung, daß die Vorräte der zweiten Gruppe einen weit größeren Rückgang aufweisen als diejenigen der ersten Gruppe. Eine Sonderstellung hat die elektrotechnische Industrie auch dadurch, daß sie ihre flüssigen Mittel verhältnismäßig gut zusammenhalten konnte, wohl das Ergebnis einer besonders vorsichtigen Finanzpolitik.

Auf der Passivseite sind die Veränderungen des eingezahlten Nominalkapitals weniger mit Sanierungen als mit der Einziehung von Vorratsaktien auf Grund der Gesetzesbestimmungen über die erleichterte Kapitalherabsetzung zu begründen. Die offenen Reserven sind wenig verändert, die Unterstützungsfonds haben auch nur leichte Erhöhungen. Kennzeichnend sind demgegenüber die Rückgänge der langfristigen Verschuldung als eine Wirkung der laufenden Obligationentilgung und die verhältnismäßig schwache Ermäßigung der sonstigen Schulden. Wenn die Liquidität bei der elektrotechnischen Industrie weniger stark gestiegen ist als in anderen Industriegruppen, so ist dies damit zu begründen, daß zwar auch hier die Krise zu einer Umsatzschrumpfung führte, daß aber andererseits die starke finanzielle Stellung der Werke es erlaubte, in der Kreditgewährung entgegenkommender zu sein. Es darf auch nicht übersehen werden, daß die elektrotechnische Großindustrie ihre Dispositionen über mehrere Jahre treffen muß, also von den kurzphasigen Konjunkturschwankungen verhältnismäßig wenig beeinflusst wird.

In der Erfolgsrechnung weist die erste Gruppe einen Rückgang der Abschreibungen auf, die zweite dagegen eine leichte Erhöhung der Abschreibungen. Hierbei handelt es sich im ersten Falle hauptsächlich um laufende Ausgaben, während im zweiten Fall Sonderabschreibungen entsprechend der inzwischen eingetretenen Veränderung der Wirtschaftslage und dem Charakter der abschließenden Unternehmen als Mittelunternehmen hinzutreten dürften. Die Reingewinnziffer ist bei der ersten Gruppe stärker zurückgegangen als bei der zweiten, dagegen hat diese die stärkste Erhöhung der Verlustziffer.

Wie sich die Dividende nach ihrer Höhe für das letzte Vierteljahr verteilt, zeigt nachfolgende Übersicht:

in % d. Gesamtbestandes	Anzahl		Aktienkapital	
	1930	1931	1930	1931
dividendenlos	46,87	78,13	39,95	81,57
bis 5 %	6,25	9,37	2,19	4,00
5 - 10 %	40,63	9,57	48,28	5,63
über 10 %	6,25	3,13	9,58	8,80

Diselelektrischer Drehstrom-Schiffsantrieb, System Brown Boveri.

Von Marinebaurat a. D. Georg Mitzlaff, Mannheim.

Übersicht. Es wird über ein neues System elektrischer Drehstromkraftübertragung für Vielgruppenantrieb für Schiffe und über mit diesem System mit Erfolg ausgeführte Modellversuche berichtet. Unter Überwindung der Synchronisierungsschwierigkeiten sind ganz einfache Verfahren für Regelung und alle Maschinenmanöver von Schiffsantrieben, bei denen eine beliebig große Anzahl von Drehstromgeneratoren auf einen oder mehrere Propellermotoren arbeiten, entwickelt worden.

Auf der 32. Jahresversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft konnte ich in gedrängter Kürze über ein von der Firma Brown, Boveri & Cie. AG., Mannheim, entwickeltes und auf Veranlassung der Marineleitung in einem größeren Modellversuch auf dem Prüffeld der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg in Augs-

burg erprobtes System elektrischer Kraftübertragung für Schiffsantriebe berichten. Die Dieselmotorenindustrie hat außerordentlich leichte Dieselmotoren hoher Drehzahl geschaffen, die aber nicht in genügend großen Maschinengruppen zusammengestellt werden können, um für größere oder große Schiffe ihre Leistung direkt auf die Welle zu übertragen. Auf elektrischem Wege kann die Leistung beliebig vieler Gruppen auf eine Welle übertragen werden, und die Aufstellung der Gruppen kann an jedem beliebigen Ort im Schiff erfolgen.

Der Hauptvorteil des Drehstromantriebes gegenüber Gleichstrom besteht, abgesehen vom günstigeren Wirkungsgrad und Gewicht, darin, daß die gesamte Leistungsübertragung zwischen ruhenden Wicklungen erfolgt, und daß, wenn für den Propellermotor ein Kurzschlußrotor verwendet wird, dieser überhaupt keine Stromzuführung

gen und Isolationen hat, also in bezug auf thermische und mechanische Beanspruchungen so wenig empfindlich, wie überhaupt denkbar, ist. Die Verwendungsmöglichkeit des Kurzschlußrotors hängt davon ab, ob er so ausgebildet werden kann, daß er die für das Anfahren und Umsteuern erforderlichen Drehmomente aufbringt. Die Durchrechnung der Motoren hat ergeben, daß es möglich ist, Stromverdrängungsläufer so auszubilden, daß sie beim Umsteuern auf dem ganzen Bereich von $+n$ bis $-n$ bei Nennspannung und bei 3- bis 4fachem Normalstrom das Normaldrehmoment nicht unterschreiten. Das genügt auf jeden Fall, um auch unter den ungünstigsten Umständen das Umsteuern in genügend kurzer Zeit vorzunehmen. Nach Angaben in der amerikanischen Literatur hat das am Propeller beim Umsteuern auftretende Drehmoment — unter der Annahme, daß das Schiff unverändert die der Propellerdrehzahl $+n$ entsprechende Anfangsgeschwindigkeit behält — von $+n$ bis $-n$ etwa den in Abb. 1 dargestellten Verlauf. Es sei hierzu bemerkt, daß nach Kontrollversuchen, die bei der Hamburgischen Schiffbauversuchsanstalt vorgenommen worden sind, diese Angaben erheblich zu ungünstig erscheinen. Das gleiche Ergebnis haben auf Dampfturbinenschiffen vorgenommene torsiographische Messungen gehabt. Trotzdem sind den an das System gestellten Anforderungen die ungünstigeren Angaben zugrunde gelegt.

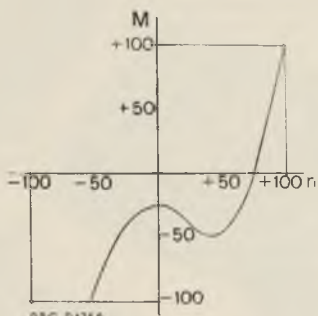


Abb. 1. Drehmoment am Propeller beim Umsteuern.

Beim Herangehen an diese Aufgabe mußte man sich darüber klar sein, daß nur eine solche Lösung in Frage kommen kann, die es gestattet, von zentraler Stelle aus, gegebenenfalls sogar von der Brücke aus, die betriebsbereiten Maschinensätze anzuwerfen, ohne Synchronisiermanöver auf einfachste Weise zusammenzuschalten und auch das Voraus- und Zurückschalten der Propellermotoren in möglichst einfachen und groben Manövern vorzunehmen. Auch bezüglich der Schaltorgane und Schaltvorgänge mußte die Forderung gestellt werden, daß jede Feuers- und Explosionsgefahr unbedingt vermieden werden muß. Ölschalter kamen daher von Anfang an nicht in Frage.

Der Propeller hat nun verschiedene Eigenschaften, die bei seinem Antrieb Vorgänge zulassen, die bei den Antriebsverhältnissen anderer Arbeitsmaschinen nicht zulässig sind.

1. Der Propeller ist nicht, wie das Rad des Wagens mit der Schiene, mit dem Wasser fest verbunden, sondern schlüpft relativ leicht, so daß, wie schon seinerzeit auf den U-Booten weitgehend angewendet, ohne zu große Lastaufnahme in ganz groben Stufen manövriert werden kann.
2. Der Propeller hat, wenn seine Antriebsmaschine abgeschaltet wird, nicht, wie andere Arbeitsmaschinen, die Neigung, stehen zu bleiben, sondern seine Drehzahl sinkt nur um schätzungsweise 20...30%. Mit ungefähr dieser Drehzahl wird er durch die Fahrt des Schiffes als Turbine angetrieben. Es ist deshalb bei elektrischem Antrieb, ohne daß man den Propellermotor jedes Mal neu anlassen muß, zwischen den einzelnen Schaltmanövern ohne weiteres die vollständige Wegnahme der Netzspannung zulässig.

Nun ist aber bekannt, daß man Synchronmaschinen, die mit ungefähr gleicher Drehzahl und in ihrer Drehzahl labil angetrieben werden, leicht dadurch synchronisieren kann, daß man sie, nachdem man sie zusammengeschaltet hat, gleichzeitig erregt.

Auf diesen Eigenschaften aufbauend, ist von BBC das Drehstrom-Schiffsantriebsystem entwickelt worden, das am einfachsten an Prinzipskizzen erklärt werden kann.

In Abb. 2 stellen $A_1 \dots A_6$ Dieselmotoren dar, die mit Generatoren $B_1 \dots B_6$ gekuppelt sind, deren Leistung zusammen über das Sammelschienensystem D auf den Propellermotor G übertragen wird. Der Propellermotor ist durch den Reversierschalter E umsteuerbar und kann zur Verbesserung von η und $\cos \varphi$ bei kleiner Fahrt durch den Stern-Dreieck-Schalter F von Stern auf Dreieck umgeschaltet werden.

Alle Generatoren werden von den Erregersammelschienen M gemeinsam erregt. Die Generatoren werden mit den Schaltern $C_1 \dots C_6$ auf die Drehstromsammel-

schiene und mit den Schaltern $N_1 \dots N_6$ auf die Erregersammelschiene geschaltet. Die Schalter N und C sind je Generator miteinander gekuppelt. Die Erregersammelschiene werden von der Erregermaschine H gespeist, die von der Hilfsrerregermaschine K erregt wird. Die Erregermaschine und Hilfsrerregermaschine werden von der Hilfsdieselmotorschine, die auch die Spülluftgebläse antreibt und somit eine große Leistungsreserve aufweist, angetrieben.

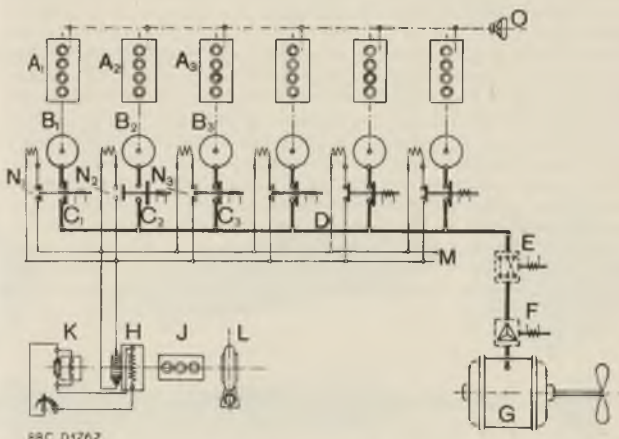


Abb. 2. Prinzipschema.

Die Präzisionsregler aller Dieselmotoren sind miteinander durch die Vorrichtung O gekuppelt und können gemeinsam verstellt werden, so daß alle Maschinensätze im Leerlauf stets praktisch die gleiche Drehzahl annehmen. (Es werden auch die Regler der nicht in Betrieb befindlichen Maschinengruppen mit verstellt!)

Die Anwendung einer größeren Anzahl gleicher Gruppen ergibt, wie aus Abb. 3 ersichtlich, eine ganz einfache Möglichkeit zur groben Regelung der Drehzahl des Propellers. In Abb. 3 sind über der Drehzahl V des Propellermotors die zugehörigen Drehmomente M und Leistungen N in Prozent der Maximalwerte aufgetragen. Die Drehmomente verändern sich annähernd mit dem Quadrat, die Leistungen annähernd mit der dritten Potenz der Drehzahl. Jede der n Gruppen gibt bei voller Brennstofffüllung $1/n$ des maximalen Drehmomentes an den Propellermotor ab. Hier-

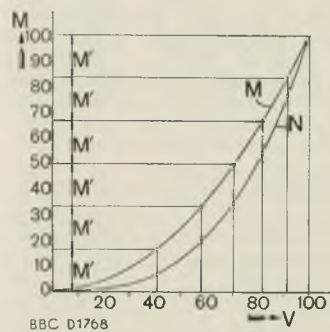


Abb. 3. Drehzahl, Drehmoment und Leistung am Propeller.

Geschwindigkeitstufen. Zwischendrehzahlen lassen sich, wenn nötig, ohne weiteres durch (gemeinsame) Verstellung des Drehzahlreglers der Dieselsätze einstellen.

Die Inbetriebnahme der Anlage erfolgt, indem man die gewünschte Zahl der betriebsbereit gemeldeten Gruppen von zentraler Stelle aus mit Prelluft anwirft und — ebenso wie den Propellermotor — ohne jeden Anlaufwiderstand und ohne jedes sonstige Vorbereitungs- (Synchronisier-) Manöver auf die Sammelschienen schaltet und dann erregt. Jede Schaltungsänderung und jedes Manövrieren wird in sinngemäß gleicher Weise vorgenommen: Zunächst ist die Erregung wegzunehmen, dann die Schaltungsänderung vorzunehmen, und dann ist die Erregung wieder einzuschalten. Desgleichen muß bei Auslösen eines Selbstschalters zunächst die Wegnahme der Erregung bewirkt werden. Da also alle Schaltungen in nahezu spannungslosem Zustand vorgenommen werden, ist die Verwendung einfacher Trennschalter möglich, was für den Bordbetrieb von ganz besonderer Wichtigkeit ist.

Bei den Maschinenmanövern kann man durch die Stärke der Erregung — in den Grenzen der Leistungsfähigkeit der Generatoren — die vom Propellermotor ent-

wickelten Drehmomente und damit die Schnelligkeit der Manöver weitgehend beeinflussen.

Beim Umsteuern ist es wichtig, daß etwa beim Stillstand des Propellermotors die Drehzahl der Generatoren möglichst weit — praktisch auf etwa $\frac{1}{3}$ der maximalen — herabgesetzt wird, damit das Einlaufen in den normalen Schlupf bei möglichst kleinem Drehmoment, also möglichst schnell erfolgt. Diese Herabsetzung der Drehzahl der Dieselgeneratoren kann man einfach durch gemeinsame Verstellung ihrer Regler herbeiführen. Man kann aber auch, wenn die Generatoren entsprechend reichlich bemessen sind, durch Übererregung das Drehmoment des Propellermotors erhöhen, dadurch die Dieselgeneratoren in ihrer Drehzahl herabziehen und die Massen der Generatoren zur Arbeitsleistung heranziehen. Man muß dann aber eine Einrichtung — etwa einen Schnellregler — vorsehen, die die Dieselgeneratoren bei Unterschreiten einer gewissen Drehzahl durch Schwächung der Erregung entlastet und somit ein etwaiges Stehenbleiben des Systems verhindert. Man kann die Präzisionsregler — solange man nicht feinregelt — immer auf die maximale Drehzahl eingestellt lassen; dann werden bei jedem Manöver nach Wegnahme der Erregung die Dieselmotoren auf ihre maximale Leerlaufdrehzahl hochlaufen und werden dann

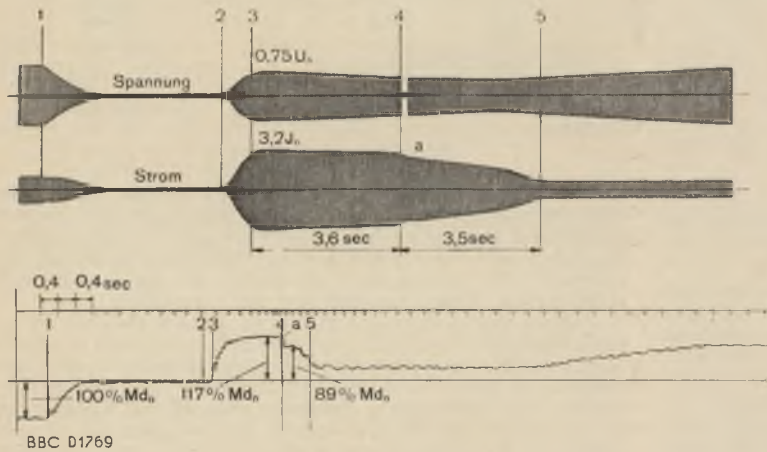


Abb. 4. Spannung, Strom und Drehmoment des Propellermotors beim Umsteuern.

nach Wiedereinschalten der Erregung auf die sich jeweils einstellende Betriebsdrehzahl herabgezogen. Auf diese Weise bekommt man sehr schnelle Manöver. Will man aber die Dieselmotoren vor dem häufigen Durchlaufen etwaiger kritischer Gebiete schützen, so kann man auch den Präzisionsregler jeweils etwas über die gewünschte Drehzahl einstellen.

Der Häufigkeit der Maschinenmanöver sind durch die Wärmemenge, die der Rotor des Propellermotors aufnimmt, gewisse Grenzen gesetzt. Wenngleich der Kurzschlußrotor auch in dieser Beziehung denkbar unempfindlich ist, so sind doch die Wärmemengen bedeutend, da die gesamte Schlupfenergie sich im Rotor in Wärme umsetzt. Diese Wärmemenge kann man beim Umsteuern ganz bedeutend vermindern, wenn man den Rotor zunächst mit einem auf den Stator des Propellers geschalteten Gleichstrom abbremst und erst, wenn die Geschwindigkeit des Schiffes beträchtlich gesunken ist, umsteuert. Die Gleichstromquelle für das Abbremsen hat man in der gemeinsamen Erregermaschine ohne weiteres zur Verfügung. Da der festgehaltene Propeller auf das Schiff schon eine ganz bedeutende Bremswirkung (in Größenordnung von etwa $\frac{1}{2}$ des maximalen Propellerschubes) ausübt, wird dadurch das Abbremsen des Schiffes dem direkten Umsteuern gegenüber nicht erheblich verzögert.

Es sind also für die Maschinenmanöver die verschiedensten Möglichkeiten gegeben, ohne daß hierdurch der robusten Einfachheit des Systems Abbruch getan wird.

Um dies System qualitativ zu erproben, besonders um festzustellen, ob

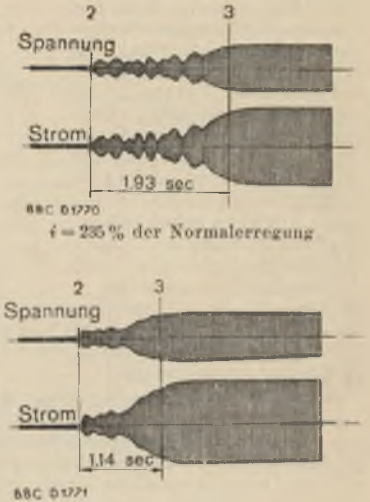
1. die Stabilität des Dauerbetriebes gewährleistet ist, ob sich kritische Drehzahlen der Dieselmotoren störend bemerkbar machen und die Gefahr des Außertrittfallens besteht,
2. die Sicherheit des Synchronisierens bei den Manövern jeder Art gewährleistet ist,
3. welche Drehmomente beim Anfahren und Umsteuern entwickelt werden können im Vergleich zu den errechneten Werten,

4. die Dieselmotoren besondere Maßnahmen notwendig machen, sind im Prüffeld der MAN umfangreiche Modellversuche vorgenommen worden.

Abb. 2 stellt das Schaltbild der Versuchsanlage dar. Die Anlage bestand aus

- 6 einfach wirkenden Viertakt-Dieselmotoren von 150 PS Nennleistung bei 900 U/min, gekuppelt mit Drehstromgeneratoren von entsprechender Leistung,
- 1 Drehstrom(propeller)motor, 600 kW, 500 V bei 420 U/min, 50 Hz.

Der Propellermotor war über eine Zwischenwelle, deren Verdrehung durch einen Frahmischen Torsio-graphen gemessen wurde, mit einer Gleichstrom-Belastungsmaschine gekuppelt. Die Belastungsmaschine war eine alte Uboots-Doppelmaschine. Ihre eine Hälfte wurde mit einer festen Spannung erregt; mit der Spannung dieser Maschinenhälfte wurde die andere Hälfte erregt und diese mit Widerständen belastet. Unter Wirkung ver-



$i = 250\%$ der Normalerregung

Abb. 5 u. 6. Synchronisieren mit verstellten Reglern.

schiedener Sekundäreinflüsse erhielt man dann eine Belastung, die mit der dritten Potenz der Drehzahl fast genau übereinstimmte, und die für die 6 verschiedenen Geschwindigkeitsstufen in Frage kommenden Belastungen traten immer wieder auf, nachdem das System einmal eingestellt war. Sämtliche Schalter wurden vom Manövrierstand aus fernbetätigt.

Der Verlauf des am Propeller beim Umsteuern auftretenden Drehmomentes (Abb. 1) wurde bei den Versuchen nicht nachgeahmt, doch arbeitete der Propellermotor dadurch, daß das Schwungmoment des Läufers der Belastungsmaschine etwa 5mal so groß war, wie dasjenige des Läufers des Propellermotors, unter sehr schweren Verhältnissen.

Bei allen Anlaß- und Umsteuervorgängen wurden Strom und Spannung oszillographisch und die dabei auftretenden Drehmomente mit dem Frahmischen Torsio-graphen aufgezeichnet.

Es war ein von der Spannung einer Tachometer-dynamo gespeister Schnellregler angeordnet, der bei Unterschreiten einer gewissen Drehzahl der Generatoren die Erregung schwächte und so bei etwaigen Überlastungen während der Manöver das Stehenbleiben des Systems verhinderte.

Besonders interessant waren die Versuche mit verstellten Reglern der einzelnen Dieselmotoren, die bewiesen, daß das gegenseitige selbsttätige Hineinziehen der Generatoren in den Synchronismus auch unter den denkbar ungünstigsten Umständen unbedingt sicher erfolgt.

In den vorstehend gezeigten Diagrammen bedeuten Punkt 1 Ausschaltung der Erregung,

- „ 2 Wiedereinschaltung der Erregung nach erfolgter Schaltungsänderung,
- „ 3 Beendigung des Hineinziehens in den Synchronismus,
- „ 4 Umkehr des Propellermotors,
- „ 5 Einlaufen des Motors in den normalen Schlupf,
- „ a Eingreifen des Schnellreglers durch Schwächung der Erregung.

H & B Thermo - Meßgeräte

für Strom- und Spannungsmessung
bei Hochfrequenz

Strommeßbereiche von 10 mA bis einige 100 Amp.
für Frequenzen bis 3×10^6 Hz

Spannungmeßbereiche von 0,5 Volt bis 150 Volt
für Frequenzen bis 10^5 Hz



Die Thermogeräte werden statt der bisher gebrauchten
Hitzdraht- und Hitmbandgeräte benutzt für Messungen
außerhalb des Gebiets der technischen Frequenz, weil
sie genauersind und geringeren Eigenverbrauch haben.
Tragbare Geräte mit austauschbaren Heizelementen
können für mehrere Meßbereiche geeicht werden.

HARTMANN & BRAUN
A-G FRANKFURT/MAIN

TROLITAX HARTPAPIER-PLATTEN

mit hervorragenden, mechanischen u. elek-
trischen Eigenschaften für die Zwecke der
Starkstrom- und Hochspannungs-Technik in
naturbraun oder schwarz, poliert oder des-
siniert, oder mit Original-Holzmaserung,
stanzfähig - bis 3,0 mm - leicht zu bearbeiten,
vornehmlich für folgende Verwendungs-
zwecke: für Isolierteile in Oelschaltern, Oel-
transformatoren, Hochspannungsmaschinen
und Apparaten, für Klemmbretter, Nuten-
auskleidungen, Abstützkeile in Luft und un-
ter Oel, in elektrischen Maschinen, Nieder-
spannungsapparaten, Transformatoren usw.

VENDITOR

Kunststoff-Verkaufsgesellschaft m. b. H.
TROISDORF BEZ. KÖLN

THE FAR EAST,
LIGHTNING TERRITORY,
JUNE, 1932.

Messrs. Ferranti Ltd.,
Transformer Department,
Hollinwood,
ENGLAND.

Dear Sirs,

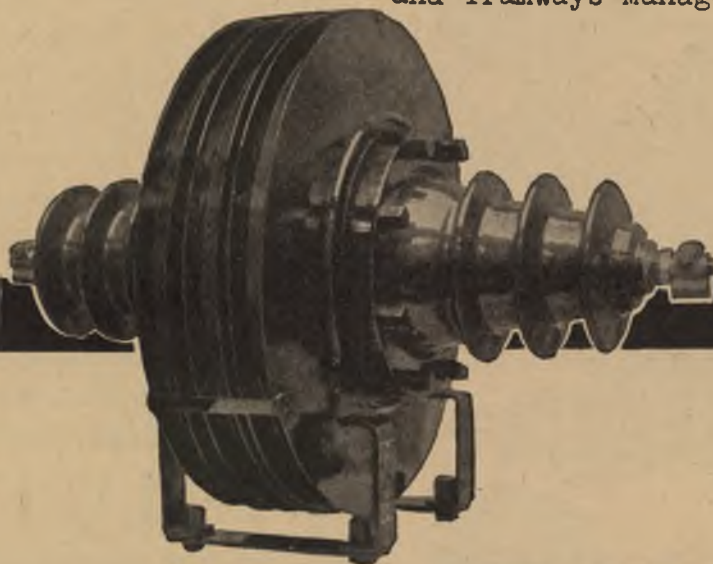
Ferranti Surge Absorbers.

I have to inform you that the "pellet type" arresters that were previously fitted on these lines were taken away in January of this year.

We have now passed through the heavy storm period and so far have had no interruptions, due to lightning surges, on the lines fitted with your absorbers, and I am now relying entirely upon these surge absorbers without any other form of protection, as I am satisfied that they give ample protection to our lines.

Yours faithfully,

Municipal Electrical Engineer
and Tramways Manager.



FERRANTI SURGE ABSORBER



RUHRKOHLE

Überlegene Brennleistung

und günstiger Wärmepreis haben die Ruhr-Fettkohle zur weitaus verbreitetsten Kesselkohle gemacht. Die Grundlage dieser technischen und wirtschaftlichen Sonderstellung ist ihr überlegener Heizwert (im Mittel 7600 kcal), der im Zusammenwirken mit einer hohen Brenngeschwindigkeit (18 bis 29 v. H. flüchtige Bestandteile) Höchstwerte in der Leistung der Feuerungen erreichen läßt. Die Feuerführung beansprucht keinerlei Sondermaßnahmen; auch schwierige Betriebsverhältnisse werden mühelos beherrscht. Das Backvermögen der Ruhr-Fettkohle verhindert einen nennenswerten Rostdurchfall, so daß auch unsortierte Kohlen vorteilhaft verwendet werden können.

Die Erfahrungen der wärmetechnischen Abteilungen des Syndikates und seiner Handelsgesellschaften sowie die Druckschrift „Ruhrkohle auf Rostfeuerungen“ stehen kostenlos und unverbindlich zur Verfügung.

**RHEINISCH-WESTFÄLISCHES KOHLEN-SYNDIKAT
ESSEN**



Gekapselte Schaltanlage in Kanada



Reyrolle - Schaltanlage 2000 Volt
im Schleiferraum der Papierfabrik Weyagmack News Ltd.,
Three Rivers, Quebec, Kanada.

Verlangen Sie bitte unsere Druckschrift Nr. 667

A. REYROLLE & CO LTD

HEAD OFFICE & WORKS HEBBURN-ON-TYNE ENGLAND

Alleinige Herstellerin in Deutschland:



**Felten & Guilleaume
Carlswerk A.G. Abt. K8
Köln-Mülheim**

Zu Punkt 4 ist zu bemerken, daß der Punkt der Umkehr im Torsiogramm am Zusammenfallen der Zeitmarken kenntlich ist, da der Vorschub des Papiers je Umdrehung der Welle konstant ist. Im Oszillogramm ist der Punkt durch kurzzeitige Unterbrechung der Spannungsschleife kenntlich gemacht.

Abb. 4 stellt einen Umsteuervorgang mit 6 Generatoren dar, Abb. 5 und 6 Aufnahmen des Synchronisiervorganges mit 6 Generatoren und mit von 920 ... 770 U/min im Leerlauf verstellten Reglern und bei zwei verschiede-

nen Erregungen. Man erkennt, wie stark die Geschwindigkeit des Hineinziehens in den Synchronismus durch die Stärke der Erregung beeinflußt wird.

Die Versuche haben alle Erwartungen erfüllt. Sämtliche im Laufe der Versuche aufgetretenen Fragen konnten ohne Schwierigkeit befriedigend gelöst werden. Es besteht kein Zweifel, daß auf Grund der gewonnenen Unterlagen große Anlagen sicher ausgeführt werden können. Sobald das geschehen ist, wird es an der Zeit sein, über das System ausführlicher zu berichten.

Fachberichte über den Internationalen Elektrizitätskongreß zu Paris.

(Fortsetzung von S. 1107.)

7. Elektrische Messungen.

(2. Sektion.)

Die grundlegenden Vereinbarungen über die elektrischen Maßeinheiten sind auf einem internationalen Kongreß 1881 in Paris getroffen worden. Der Erinnerung an dieses für die Entwicklung der theoretischen und praktischen Elektrophysik und Elektrotechnik bedeutsame Ereignis galt die jüngste internationale Veranstaltung in Paris. Daher konnten die Vorträge, die in der ersten Unterabteilung der 2. Sektion gehalten wurden, und die sich auf elektrische Einheiten und Normale und auf das damit zusammenhängende Gebiet der absoluten elektrischen Messungen bezogen, besonderes Interesse beanspruchen¹.

Der einleitende Vortrag von Joly brachte eine Übersicht über die historische Entwicklung der Maßeinheiten bis zu den neuesten Beschlüssen im Jahre 1930. Sehr bemerkenswert war die Stellungnahme von Cotton zu den Vereinbarungen der IEC, die Einheit des magnetischen Feldes mit dem Namen „Oersted“, die der magnetischen Induktion mit dem Namen „Gauß“ zu bezeichnen. Nach seinen Mitteilungen ist die Aussicht gering, daß die Physiker den Namen der Einheit der Feldstärke ändern, die in der Physik durchweg mit Gauß bezeichnet wird. Er bezweifelt die Notwendigkeit, einen besonderen Namen für die Einheit der Induktion festzusetzen; wenn das nicht zu umgehen sei, so schlägt er Gauß-Induktion, abgekürzt Gauß-I oder Gaußi, vor. Zu den einleitenden Vorträgen gehört auch der von Brylinski, der die oft erörterte Frage der Vereinheitlichung der Maßsysteme behandelt, sowie derjenige von Jouaust, der auf die insbesondere von Amerika angeregten Bestrebungen hinweist, die internationalen praktischen Einheiten durch die absoluten Einheiten zu ersetzen.

Die Entwicklung der absoluten Widerstandsmessungen von ihren Anfängen bis zu den neuesten Messungen schildert ein übersichtlicher Bericht von Giebe²; ausführlicher werden besonders die in den letzten Dezennien ausgeführten absoluten Messungen besprochen, mit dem Ergebnis, daß die bisher als internationale Widerstandseinheit benutzte Quecksilbersäule von bestimmten Dimensionen ihre Bedeutung eingebüßt hat, daß es vielmehr möglich ist, die sehr konstanten Widerstände aus Manganindraht mit Hilfe absoluter Methoden unmittelbar an die CGS-Einheiten anzuschließen. Einen Überblick über die absoluten Strommessungen gibt eine Arbeit von Curtis. Die letzten Messungen dieser Art liegen bereits $\frac{1}{4}$ Jahrhundert zurück; obwohl sie eine Übereinstimmung des durch das Silbervoltmeter definierten internationalen Ampere mit der absoluten Einheit der Stromstärke auf einige Hunderttausendstel wahrscheinlich machen, empfiehlt er doch ihre Wiederholung unter Benutzung der heute zu Gebote stehenden verfeinerten Hilfsmittel.

Zu den wichtigsten Aufgaben der nationalen Institute, die nach Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (1887) auch in verschiedenen anderen Ländern errichtet wurden, gehört die Herstellung von Prototypen oder Normalen für die international und gesetzlich festgelegten Einheiten. Hierüber lagen dem Kongreß zwei Berichte von v. Steinwehr vor³; der eine bezieht sich auf die Arbeiten von Quecksilber und Manganindraht-Normalen; der zweite zeigt in ausführlicher Darstellung die Schwierigkeiten, die bei der Gewinnung eines einwandfreien Normalen der Spannung zu überwinden sind, als welches seit 1908 das Weston-Element mit gesättigter Lösung

angenommen ist. Die Verwirklichung der Stromeinheit durch das Silbervoltmeter bildet den Gegenstand einer eingehenden Studie von Vinal; er bestätigt, daß die praktische Stromeinheit mit großer Genauigkeit dem absoluten Wert des Ampere entspricht, und daß das Silbervoltmeter durchaus geeignet ist, die Stromeinheit darzustellen.

Die Einheiten der Induktivität und Kapazität gehören zu den sog. abgeleiteten Einheiten; über sie wird in 2 Abhandlungen berichtet. Curtis behandelt Normale der Induktivität, der Selbstinduktion und der gegenseitigen Induktion, sowie ihre Messung; es ist bemerkenswert, daß Normale gebaut worden sind, deren Wert mit einer Genauigkeit von einigen Millionsteln aus den geometrischen Abmessungen feststellbar ist. Mit der Konstruktion und Berechnung von Kapazitätsnormalen befassen sich die Ausführungen von Bedeau. Im Zusammenhang mit diesen Arbeiten steht der ausgezeichnete Bericht von Dorsey über die Messung der universellen Konstanten c , der Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen im Vakuum. Für ihre Bestimmung stehen nach der elektromagnetischen Lichttheorie drei Verfahren zur Verfügung, die direkte Messung der Lichtgeschwindigkeit, die Messung des Verhältnisses der Zahlen, welche dieselbe Elektrizitätsmenge im elektrostatischen und im elektromagnetischen CGS-System angeben, und schließlich die direkte Messung der Geschwindigkeit elektromagnetischer Wellen, die durch elektrische Methoden erregt sind. Die neueren Messungen nach diesen drei Methoden ergeben eine Übereinstimmung der Ergebnisse von etwa $\frac{1}{30000}$; der wahrscheinliche Wert der Geschwindigkeit ist $c = 299\,792$ km/s. Eine tafelmäßige Zusammenstellung der Meßergebnisse sowie ein ausführliches Literaturverzeichnis machen den Beitrag Dorseys besonders wertvoll.

Den Abschluß der ersten Unterabteilung bilden 2 Berichte über magnetische Probleme. Sève befaßt sich mit den Arbeiten zur Bestimmung des Magnetisierungskoeffizienten des Wassers, dessen Wert nach den neuesten Untersuchungen zu $0,719\,93 \cdot 10^{-6}$ angegeben wird; die Kenntnis dieses Koeffizienten ist wichtig, weil das Wasser als Normalsubstanz bei Suszeptibilitätsmessungen in magnetochemischen Untersuchungen benutzt wird. Die absoluten Methoden zur Messung von Magnetfeldern bilden den Hauptteil eines Berichts von Cotton und Dupouy; indirekte Verfahren und Geräte, deren Gebrauch eine Eichung voraussetzt, werden dagegen nur kurz besprochen.

Die Berichte der zweiten Unterabteilung behandeln das weite Gebiet der elektrischen Messungen im Laboratorium und in der Praxis sowie das der Meßgeräte. Einleitende Vorträge hierzu lieferten Lange und Robert sowie Sharp. Die ersteren weisen auf die grundlegenden Gesichtspunkte der Meßverfahren hin, wie sie sich in den letzten 50 Jahren entwickelt haben; die absoluten Messungen, die vor dieser Zeit ausschließlich zu genauen Ergebnissen führten, sind vollständig verdrängt durch die direkten Meßverfahren, eine selbstverständliche und gewollte Folge der internationalen Festlegung der Einheiten seit 1881. Sharp dagegen behandelt die Aufgaben und die Bedeutung der Versuchslaboratorien für die elektrische Industrie.

Die nun folgenden Berichte beziehen sich auf wichtige Einzelgebiete des elektrischen Meßwesens. Brooks gibt eine klare Übersicht über die Kompensationsmethoden und Kompensationsapparate einschließlich derjenigen für Wechselstrom. Das schwierige Gebiet der Wechselstrommessungen streift Barbagelata in einer Abhandlung über die Theorie und praktische Ausführung der Null-

¹ Vgl. den einleitenden Aufsatz zum Pariser Kongreß von W. Jueger und die Teilberichte von E. Giebe, H. v. Steinwehr und W. Dziobek in H. 26 der ETZ dieses Jahres.

² E. Giebe, ETZ 1932, S. 618.

³ H. v. Steinwehr, ETZ 1932, S. 618 u. 619.

methoden für technische Frequenzen, wobei zwischen Brückenverfahren und Gegenschaltungsverfahren unterschieden wird. Die Messung von Wechselstrom, Spannung und Leistung mit einer Genauigkeit von etwa $\frac{1}{10000}$ ist auch heute noch ein Problem; über die Erfolge, die in dieser Beziehung im englischen National Physical Laboratory mit Hilfe eines besonders gebauten Elektrometers hoher Empfindlichkeit erreicht worden sind, berichtet R a y n e r. Mit der Messung schwacher Ströme befaßt sich auch B r ü c k m a n n in seinem Vortrag über Galvanometrie, in dem besonders auf die neuere Entwicklung der Gleich- und Wechselstrom-Galvanometer eingegangen wird. Eine gedrängte Studie von S a n f o r d über die magnetischen Messungen in der Praxis (Eisenuntersuchungs-Verfahren und -geräte) kommt zu dem Schluß, daß die heute gebräuchlichen Verfahren eine befriedigende Übereinstimmung und Genauigkeit zeigen, soweit die Bedürfnisse der Praxis in Frage kommen.

Über elektrische Meßgeräte lagen 4 Berichte vor. R. S c h m i d t liefert einen Beitrag über die Entwicklung und den gegenwärtigen Stand der anzeigenden und schreibenden Meßgeräte; etwas ausführlicher wird auf die in den letzten Jahren erzielten Fortschritte in dem Bau von Weicheisengeräten, von Gleichrichter- und von Thermo-Meßgeräten eingegangen. Das große Gebiet der Elektrizitätszähler bildet Gegenstand eines Berichtes von I l i o v i c i; natürlich können auch hier nur die wichtigsten Gesichtspunkte der Fabrikation und der Verwendung der Zähler kurz gestreift werden. Eine Ergänzung ist der Beitrag von P r a t t, der sich mit den charakteristischen Eigenschaften der Zähler amerikanischer Herkunft beschäftigt. Die großen Fortschritte, die auf dem Gebiet der Meßwandler, dieser für die Messung der elektrischen Arbeit so wichtigen Hilfsgeräte, in den letzten Jahren gemacht worden sind, werden von D e l a G o r c e, allerdings nur für ein kleines Teilgebiet, dargelegt.

Die Frage der Messung von besonders hohen Werten von Strom und Spannung wird in 3 Arbeiten verfolgt. U s i g l i behandelt die Messung von Gleichströmen großer Stärke, wie sie in elektrochemischen und elektrometallurgischen Betrieben gebraucht werden. Einen Überblick über die Verfahren und Geräte zur Messung der Effektiv- und Scheitelwerte hoher Wechselspannungen gibt v a n C a u w e n b e r g h e. Ihn ergänzt der 3. Bericht von P e t e r s, der die experimentellen Mittel zur Erforschung der Überspannungen, den Klydonographen und den Kathoden-

strahl-Oszillographen bespricht. Im Zusammenhang hiermit sei eine Studie von D r e w n o w s k y über die Messung elektrischer Felder bei höherer Spannung erwähnt.

Dem unverminderten Interesse, das sowohl der Theoretiker wie der Praktiker der Erforschung der elektrischen Eigenschaften der Isolierstoffe entgegenbringen, wird eine inhaltsreiche zusammenfassende Darstellung von K. W. W a g n e r über die Eigenschaften der Isolierstoffe der Elektrotechnik und ihre Messung gerecht; die Darstellung bezieht sich auf die Untersuchungen des Verhaltens der Stoffe sowohl in schwachen elektrischen Feldern als auch in starken Feldern, in denen Ionisation und Durchbruch stattfinden. Eine Ergänzung bildet die Mitteilung von I r i n o über die elektrischen Verluste bei hohen Frequenzen.

Welche Bereicherung der Meßtechnik die Erfindung der Elektronenröhre gebracht hat, ist allgemein bekannt. R u e l l e bespricht die Anwendung solcher Röhren für die Messung von Wechsel- und Gleichspannungen, von Frequenzen und Phasen, von Kapazitäten und Induktivitäten sowie für die Bestimmung von Oberwellen und Formfaktoren, von mechanischen und thermischen Größen.

Den Abschluß der großen Reihe der Berichte in der 2. Sektion bilden schließlich 3 Arbeiten über Maschinenuntersuchungen. G u i l b e r t bringt eine kritische Studie über die für solche Untersuchungen gebräuchlichsten Verfahren; es werden in Betracht gezogene Gleich- und Wechselstrommaschinen, Transformatoren, Asynchronmotoren usw. Die Kommutatormotoren werden jedoch in einem besonderen Bericht von G u i l b e r t und L e t r i l l i a r t behandelt mit der ausgesprochenen Absicht, zu zeigen, daß die Schaltung und Regelung dieser Maschinen keineswegs so verwickelt sind, wie sie in der Praxis noch vielfach angesehen werden. Den Hauptteil des 3. Berichtes von R i c a l e n s bildet eine kritische Betrachtung der in den letzten Jahren entwickelten thermischen Methoden für die Bestimmung der Verluste von Generatoren großer Leistung.

Die Besprechung der Vorträge in den Sitzungen litt allgemein unter den bekannten Sprachschwierigkeiten, und so fand ein in dieser Sektion von W ü s t e r gehaltener Vortrag über die Eignung des Esperanto als internationale technische Sprache vielseitige Beachtung. Ein näherer Bericht hierüber ist bereits in H. 41 der ETZ d. J. auf S. 985 gegeben.

Dr. R. S c h m i d t.

8. Elektrochemie, Elektrometallurgie, galvanische Elemente und Akkumulatoren.

(7. Sektion.)

Vor der 7. Sektion wurden insgesamt 21 Hauptberichte erstattet, wozu sich noch einige Zusatzberichte gesellten. Der erste dieser Berichte wurde von G. P f l e i d e r e r über die Elektrolyse des Wassers erstattet. Pfeleiderer behandelt die wichtigsten Gesichtspunkte, u. zw. die unipolaren und bipolaren Zellen sowie die Frage ihres Energieverbrauches in Beziehung zur Spannung und zum inneren Widerstand. Dann wird noch auf die entwickelte Wärme, auf die wirksame Trennung des Wasserstoffes vom Sauerstoff und damit auf die Frage geeigneter Diaphragmen und schließlich kurz noch auf die heutige Hochdruckelektrolyse eingegangen. J. B i l l i t e r berichtet über die Verbreitung der Chloralkali-Elektrolyse in den Ländern der ehemaligen österreichisch-ungarischen Monarchie im Jahre 1914 und gibt anschließend daran einen Überblick über die weitere Entwicklung der Industrie des Chlors und des Ätznatrones sowie über die Herstellung der Bleichlaugen und über die Chloraterzeugung in der Nachkriegszeit. C e n t n e r s c w e r und S z p e r berichten über neuere Laboratoriumsversuche zur Elektrolyse von Alkalicyaniden zwecks Gewinnung von Natriummetall. Gearbeitet wurde mit einer Art von U-förmig gebogenem Rohr aus widerstandsfähigem Sonderglas, in dessen einen Schenkel die Anode, in den anderen die Kathode tauchte. Hierbei wurden verschiedene Anodenstoffe versucht. Die anodisch entwickelten cyanhaltigen Gase wurden in einem etwa 1 m hohen Rieselturm in einer Lösung von Ätznatron und Soda absorbiert. E. M. M a y e r behandelt das Gebiet der Elektroosmose. Er definiert zunächst dieses Fachgebiet und wendet sich nach einem kurzen Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Theorie der Vorgänge, u. zw. der Elektrophorese, der Elektroosmose und der Elektrodialyse zu. Es folgt dann der Überblick über die technische Anwendung der Elektroosmose, u. zw. über die elektroosmotischen Entwässerungsverfahren, z. B. die Kaolinentwässerung, über die Diaphragmenverfahren (Wasserreinigung, Glycerin-

reinigung usw.) und über das elektroosmotische Ledergerbverfahren.

Die nächsten 3 Berichte galten der Metallelektrolyse. Hierbei widmete sich eine Reihe englischer Verfasser den Verfahren zur Herstellung elektrolytischer Metallniederschläge, u. zw. der gegenwärtigen Galvanotechnik in Großbritannien. Zunächst gibt M.-D. J. M a c N a u g h t a n eine allgemeine Einleitung, in der er u. a. auf 2 englische auf diesem Gebiete arbeitende Gesellschaften, u. zw. auf die Electroplaters and Depositors Technical Society und ihr Hauptziel, die Kontaktgebung zwischen den wissenschaftlichen Forschern und den praktischen Galvanotechnikern, und weiterhin auf die British Non Ferrous Metals Research Association hinweist. Dann folgen im Rahmen des gleichen Berichtes 5 Teile über die im einzelnen geleisteten neueren Arbeiten, die im besonderen noch durch umfangreiche neuere englische Arbeiten insbesondere der beiden genannten Gesellschaften belegt werden. Zunächst berichtet H. W. H o t h e r s a l l über Arbeiten, die der praktischen Ausübung der Galvanotechnik in England gelten, u. zw. der Vernickelung, der Verchromung, der Verkupferung, der Versilberung, der Verzinkung und der Kadmierung, sowie über zugehörige Einzelheiten, z. B. über das Härten und Polieren der Niederschläge und über die Anwendung der Röntgenographie bei ihrer Prüfung. Darauf wandte sich E. J. D o b b s im besonderen der Durchführung der Vernickelung nach den Gesichtspunkten des neuzeitlichen Fließbetriebes zu. Dann folgt eine Arbeit von E. A. O l l o r d über die englische Verchromung im Hinblick auf ihre Entwicklung, die Zusammensetzung des Elektrolyten sowie den Aufbau einer Anlage. Eine Arbeit ähnlicher Art von S. W e r n i c k über Verzinkung und Kadmierung schließt sich an. Er vergleicht diese mit anderen galvanischen Verfahren und bringt Einzelheiten über die Eigenschaften der Niederschläge, die Badzusammensetzung, die Schichtdicke sowie über Anoden und Bad-

gefäße. Im Rahmen des gleichen Hauptberichtes widmet sich H. Sutton der elektrolytischen Darstellung von Schutzschichten aus Aluminiumoxyd auf anodisch geschaltetem Aluminium und Aluminiumlegierungen. Hervorgehoben wird die Erzeugung solcher Schichten auf Aluminium und Duralumin unter Verwendung einer Badlösung von Chromsäure. Ein Bericht von Ballay gibt einen allgemeinen Überblick über die Herstellung elektrolytischer Nickelniederschläge, u. zw. einerseits über die galvanische Vernickelung unter Einbeziehung der Vernickelung von Aluminium, Zink und dessen Legierungen und andererseits über die neueren Verfahren der elektrolytischen Nickelraffination. G. Eger berichtet über die Anlagen zur elektrolytischen Raffination von Metallen. Er schildert das Wesen des Verfahrens, d. h. der Raffination löslicher Anoden, und gibt anschließend auch einen Überblick über die anderen elektrolytischen Verfahren zur Gewinnung reiner Metalle, nämlich zur Gewinnung aus Lösungen mit Hilfe unlöslicher Anoden. Der Betrachtung der allgemeinen Gesichtspunkte und der einzelnen Teile der neueren Anlagen, insbesondere der Bäder, folgt ein Überblick über die Verfahren und technischen Einrichtungen. Behandelt werden die Metalle Kupfer, Silber, Gold, Blei, Zink, Kadmium, Zinn, Eisen, Nickel, Antimon, Wismut, Quecksilber, Mangan, Chrom und die Leichtmetalle.

Es folgen ausgewählte Beiträge aus dem Gebiete des Elektroofens, die vorwiegend vom Standpunkt des Elektrotechnikers aus geschrieben sind. Im ersten dieser Berichte behandelt P. Bergeon den Einfluß der Elektroöfen zur Erzeugung von Kalziumkarbid und Ferrolegierungen auf die Verteilernetze. Hinweisen wird auf Eignung derartiger Öfen für die zeitweilige Aufnahme von Überschußenergie, z. B. während der Hochwasserzeit im Frühjahr, ferner auf den Leistungsfaktor und auf die Verwendung der Öfen in den französischen Alpen und den Pyrenäen. P. Bunet berichtet über Induktionsöfen, u. zw. über Niederfrequenzöfen mit Eisenkern sowie über kernlose Induktionsöfen und über die zugehörigen Fragen der Stromverteilung. Weitere Abschnitte dieses Berichtes gelten der Frage der Kondensatoren, der Wahl der Frequenz, der Kühlung der Primärwicklung sowie gewissen Spannungsfragen, dem elektrischen Wirkungsgrad und einem Vergleich mit den mit Elektroden arbeitenden Öfen. Ein Abschnitt über Öfen kleinerer Leistung schließt sich an. In einem Zusatzbericht beschreibt J. Kuntziger einen neueren Widerstandsofen.

Die Reihe der Arbeiten über elektrische Akkumulatoren und galvanische Elemente eröffnet ein Bericht von L. Jumeau über die Entwicklung der Akkumulatorenindustrie seit der Erfindung von Planté im Jahre 1860. Die einzelnen Abschnitte behandeln die geschichtliche Entwicklung, die Nichtbleiakkumulatoren, die Theorie, Fortschritt im Bau der Akkumulatoren und gegenwärtigen Stand der zugehörigen Industrie. Drei französische Zusatzberichte über gewisse Einzelprobleme schließen sich an. In der ersten dieser Arbeiten berichtet Ch. Féry über den chemischen Mechanismus der Sulfatbildung an den Platten des Bleiakkumulators und über die Verwendung der Akkumulatoren als regenerierbare galvanische Elemente sowie L. Krieger über die Verwendung von Akkumulatoren in der Fahrzeugindustrie. S. Makao beschreibt Versuche über das Verhalten von Akkumulatoren bei Hoch- und Niederdruck, u. zw. bei Drücken von 110 at und 13 mm Hg. Ferner liefert Ch.

Féry einen Beitrag über die galvanischen Elemente unter besonderer Hervorhebung der in Frankreich geleisteten Arbeiten.

Es folgen mehrere Arbeiten über elektrochemische Sondergebiete. Zunächst gibt Thilenius einen Überblick über die neueren Verfahren der Gewinnung von Wasserstoffsperoxyd sowie von Persalzen und über die zugehörigen Vorgänge bei ihrer Bildung. In einer längeren Arbeit von O. Scarpa finden wir die Korrosion metallischer Werkstoffe unter dem Einfluß elektrischer Ströme behandelt, einerseits unter dem Einfluß sog. Lokalelemente, weiterhin die Korrosion von Eisenteilen, z. B. Rohren u. dgl. im Erdboden unter dem Einfluß vagabundierender Ströme. Die Arbeit enthält Beispiele derartiger Korrosionen und zählt besonders für die im Boden verlegten Rohre die wichtigsten Schutzmittel auf. Der letzte Teil der Arbeit gilt Potentialmessungen und sonstigen Messungen zwischen im Boden verlegten Rohren und Bahnschienen und verwandten Fragen. Ein Zusatzbericht der Japaner M. Horioka, M. Iwasa und T. Kyogoku über Laboratoriumsversuche zur Vermeidung elektrolytischer Korrosionen an Bleikabeln schließt sich an.

Die wichtigsten in der Schweiz ausgeübten elektrochemischen Verfahren zur elektrolytischen Oxydation und Reduktion organischer Verbindungen werden von F. Fichter beschrieben. Besonders hervorgehoben werden die Verfahren zur Gewinnung von Benzaldehyd durch elektrolytische Oxydation sowie die Verfahren zur Gewinnung von Aminophenol und Benzidin durch elektrolytische Reduktion. Die Beschreibung der einzelnen Verfahren wird durch Angaben über die wichtigsten technischen Einzelheiten, z. B. Rohstoffe, elektrische Werte usw., ergänzt. G. Fauser berichtet über die neueren Verfahren zur Bindung des Stickstoffes zwecks Herstellung von Salpetersäure. Der Bericht zeigt zunächst einen Abschnitt über die Bindung des atmosphärischen Stickstoffes im elektrischen Flammbogen, über die Absorption der dabei erhaltenen Stickoxydgase und die sich anschließende Konzentrierung der Salpetersäure und weiterhin einen Abschnitt über die Gewinnung der letzteren durch Oxydation von synthetisch gewonnenem Ammoniak. Hierbei wird im besonderen auf die elektrolytische Gewinnung des für die Ammoniaksynthese erforderlichen Wasserstoffes hingewiesen. Wirtschaftliche Vergleichszahlen schließen sich an.

Die Reihe der Hauptberichte endet mit einem solchen von N. Kamayama über den gegenwärtigen Stand der elektrochemischen Industrien in Japan mit Ausnahme der Industrie der Ferrolegierungen, des Elektroofens und der verwandten Gebiete. Die Arbeit enthält eine gute Übersicht einerseits über die elektrolytischen Industrien, u. zw. Raffination des Kupfers, Bleies, Zinnes und Eisens sowie über die direkte elektrolytische Gewinnung von Zink aus Erzen, die japanische Galvanotechnik, die Industrie der Chloralkalien, der Chlorate, die Wasserelektrolyse, und ferner eine Übersicht über die elektrothermischen Verfahren zur Gewinnung von Kalziumkarbid und Cyanamid, von Phosphor und Karborundum. Genannt werden für dieses Verfahren die zugehörigen Anlagen sowie die Produktionszahlen und ferner Zahlen des Kilowattverbrauches je Tonne und des Gesamt-Kilowattverbrauches. Zum Schluß sei noch ein Zusatzbericht von B. Kamienski über Untersuchungen auf dem Gebiete der Flotation von Erzen erwähnt.

Dr.-Ing. Georg Eger.

Mechanische Probleme bei großen Turbogeneratoren*.

Von Dr. Robert Pohl, Berlin.

(Schluß von S. 1101.)

Die für die Sicherheit des Schmiedestückes besonders wichtigen inneren Spannungen werden vom Gesichtspunkte des Stahlwerkes aus, welches die Vergütungsspannungen durch Anlassen beseitigen will, als Restspannungen bezeichnet. Für den Konstrukteur, der sie den durch den Betrieb der Maschine entwickelten hinzuzuzählen hat, sind es Vorspannungen. Wir wollen sie allgemein als Eigenspannungen bezeichnen. Die Ursache ihrer Entstehung ist die mit der Strukturänderung bei der Vergütung und mit der Abkühlung verbundene Volumenänderung. Diese erfolgt, da die Abkühlung von außen

her vor sich geht, zuerst in der äußeren Zone. Eine sich abkühlende Kugel wird in der erstarrenden äußeren Schale zunächst Zugspannungen und Reckungen erleiden. Beim nachträglichen Erkalten des Inneren können dann die geackerten äußeren Teile nicht mehr genügend folgen, so daß sie unter eine Druckspannung kommen, welche durch den im Inneren entstehenden Zug im Gleichgewicht gehalten wird. Wie wir sehen werden, liegen die Spannungsverhältnisse bei den komplizierten Formen der Induktorkörper, insbesondere wenn sie mit einer Bohrung versehen sind, wesentlich verwickelter. Es bleibt aber bestehen, daß im Inneren die Zugspannungen, am Umfang die Druckspannungen vorherrschen. Da die höchste durch die Fliehkräfte bewirkte Beanspruchung die Tangentialspan-

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein (Fachgruppe für Elektromaschinenbau) am 8. XII. 1931. Besprechung auf S. 1160 dieses Heftes. — Vgl. a. ETZ 1932, S. 984.

nung an der Axialbohrung ist, so ist für die Ausnutzbarkeit des Materials an erster Stelle der Höchstwert der tangentialen Vorspannung an der Bohrung zu betrachten. Denkt man aber an die vorhin behandelte Möglichkeit eines Dauerbruches infolge von Durchbiegungsschwingungen, so spielt die höchste Vorspannung in axialer Richtung, u. zw. nahe dem Umfang die entscheidende Rolle. Wegen der außerordentlichen Bedeutung dieses bis vor kurzem noch ganz unerforschten Gebietes der Eigenspannungen hat sich die AEG bereits im Jahre 1927 entschlossen, in Zusammenarbeit mit dem auf diesem Gebiete führenden Stahlwerk und einigen Spezialisten als Beratern, insbesondere den Herren Prof. Reissner und Hahnemann, ein groß angelegtes Versuchsprogramm durchzuführen, um nicht nur im eigenen, sondern im allgemeinen Interesse die dringend notwendige Klärung zu schaffen. Bei Krupp durchgeführte Vorversuche³ haben gezeigt, daß bei Material ähnlich dem verwendeten Molybdän-Chromnickelstahl durch das bei diesem mögliche Anlassen auf 650 ° C ein Ausgleich der Eigenspannungen auf nur 3 bis 4 kg/mm² erreichbar ist, unabhängig von der Höhe der

werden können, wenn auf Grund unserer Meßergebnisse die Herstellungsverfahren noch weiter verbessert worden sind. Wenn man dieses ölübergütete Material mit normierten Stahlkörpern vergleicht, so wäre es abwegig, wie es in der einschlägigen Literatur geschieht, bei letzterem völlige Spannungsfreiheit vorauszusetzen. Denn es ist nicht „nur gegläht“, sondern es ist auch durch rascheren Durchgang durch den Umwandlungspunkt bei der Abkühlung gehärtet, wenn auch in Luft statt in Öl. Es wird nach der Lufthärtung ebenso auf rd. 600 ° C angelassen und langsam abgekühlt. Auch wenn die Härtenspannungen kleiner ausfallen, so ist die „unvermeidliche Restspannung“ doch wieder die Dauerfließgrenze bei der Anlaßtemperatur, d. h. rd. 4 kg/mm² und wir haben die gleiche

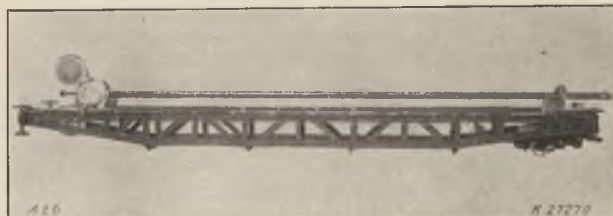


Abb. 9. AEG-Askania-Rohrkamera.

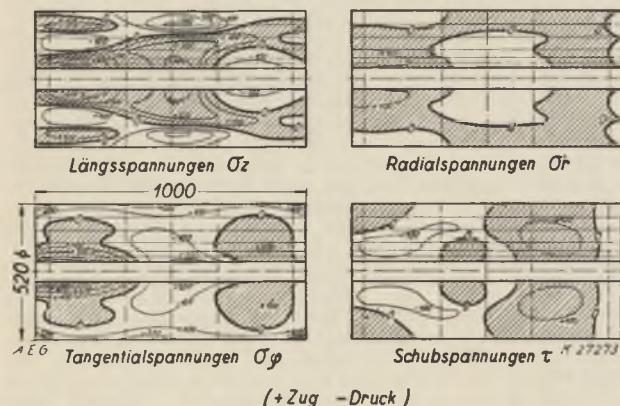


Abb. 8. Eigenspannungen in einer durchbohrten Welle.

vor dem Anlassen vorhandenen Spannung. Denn alle inneren Spannungen müssen sich bei hinreichender Anlaßdauer bis auf die Dauerfließgrenze des Materials bei der Anlaßtemperatur ausgleichen. Man kann sie als „unvermeidliche Restspannung“ ansehen. Erfolgt nun die Abkühlung genügend langsam und vorsichtig, so kann die hierbei entstehende zusätzliche Eigenspannung in sehr engen Grenzen gehalten werden. Die Untersuchungen der AEG zur Bestimmung der tatsächlichen Eigenspannungen wurden an großen Induktorballen von 520 und 920 mm Dmr. ausgeführt, u. zw. in der Weise, daß sie in einem hierfür besonders geschaffenen Laboratorium unter Konstanzhaltung der Temperatur innerhalb ± 0,3 ° C in Ringe zerlegt wurden, deren Maße vor und nach dem Abstechen mit der höchstmöglichen Genauigkeit, nämlich 1/1000 mm, festgestellt wurden. Auch diese Ringe wurden schließlich durch Aufschneiden entspannt. Aus der Summe der eingetretenen Formänderungen ist durch eine von Reißner und Kirchberg entwickelte rechnerische Superposition das Gesamtbild der ursprünglichen Spannungen im Körper bestimmbar. Die Ergebnisse dieser seit mehreren Jahren laufenden Arbeiten, die von K. Baßler angeregt und eingeleitet, von Schäfer und Kirchberg durchgeführt wurden, sind noch nicht abgeschlossen, haben aber schon zu wertvollen Erkenntnissen geführt, die demnächst zur Veröffentlichung gelangen werden. Das hier als Beispiel gezeigte Bild der Spannungen in einem gebohrten Körper aus Molybdän-Chrom-Nickelstahl, Abb. 8, zeigt Eigenspannungen, die nicht allzusehr über den auf Grund der Mailänderschen Vorversuche zu erwartenden Spannungshöhen liegen. Allerdings ist die tangentiale Höchstspannung auf 6 kg/mm² gestiegen, vermutlich infolge noch etwas zu raschen Abkühlens. Die axialen Spannungen nahe dem Umfang sind sehr niedrig. Alle drei Bedingungen für die Entstehung eines Dauerbruches: Große Weite und Tiefe der Dauerbruchgefahrzone im Festigkeitsdiagramm, Anriß und hohe axiale Eigenspannung sind also in Fortfall gekommen.

Die bisher bei der Berechnung der Induktoren für etwaige Vorspannungen eingesetzte Sicherheit von 10 kg/mm² erscheint bei richtigem Anlassen und Abkühlen als ausreichend und dürfte demnächst sogar herabgesetzt

Möglichkeit der Entstehung von zusätzlichen Spannungen bei fehlerhaftem Abkühlen. Wenn wir also die Vorsicht walten lassen, bei ölübergüteten Körpern mit einer Vorspannung von 10 kg/mm² zu rechnen, so ist nicht einzusehen, weshalb bei dem normierten ein niedrigere Zahl einzusetzen ist. Der bei dem Material von 50 kg/mm² Streckgrenze verfügbare Wert von 40 kg/mm² ist demnach zu vergleichen mit einer verfügbaren Streckgrenze des normierten Nickelstahles an der Bohrung von etwa 37 — 10 = 27 kg/mm². Will man also bei der Nenndrehzahl noch einen Sicherheitsfaktor von 2 — bei der Schleuderprobe mit 1,25facher Drehzahl von 1,3 — erhalten, so darf man dem Körper aus dem ersten Material Fliehkraftbeanspruchungen bis zu 20 kg/mm² zumuten, dem zweiten aber nur bis zu 13,5 kg/mm².

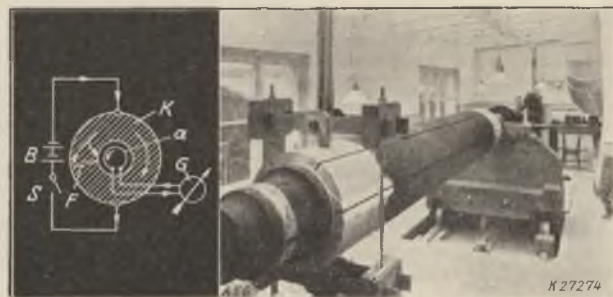


Abb. 10. Magnetische Prüfung einer Induktorwelle auf Materialfehler.

Man könnte hier einwenden, wie es in der Fachpresse kürzlich geschah: Ist denn die Streckgrenze überhaupt die richtige Basis für die Beurteilung der Sicherheit? Ist nicht die Zugfestigkeit ein zuverlässigerer Bezugswert? Nun, aus den früheren Darlegungen ergibt sich, daß wohl bei wechselnden oder pulsierenden Belastungen die Wechselfestigkeit oder ein anderer Punkt der Dauerfestigkeitskurve in Betracht zu ziehen ist, nicht aber die Zugfestigkeit. Haben wir jedoch eine vorwiegend statische Belastungsart vor uns, bei der die zuerst erreichbare Gefahr durch die Streckgrenze gegeben ist, so sollte man auch bei dieser als Bezugsmaß für den Sicherheitsfaktor verbleiben. Bei Fliehkraftbeanspruchungen in Turboinduktoren liegt keine Veranlassung vor, von der üblichen Berechnungsweise der Sicherheit abzugehen. Wenn man natürlich die axialen Schwingungsbeanspruchungen in Verbindung mit axialen Eigenspannungen zu rechnen versucht, so muß man diese zur Dauerfestigkeit in Beziehung setzen.

Von den Prüfungen, denen die angelieferten Induktorschmiedkörper unterworfen werden, seien die folgenden hervorgehoben:

1. Die kinematographische Aufnahme und Besichtigung der Axialbohrung mittels der auf Veranlassung der AEG von den Askaniawerken entwickelten Rohrkamera. Sie gestattet nicht nur eine weit zuverlässigere und weniger ermüdende Absuchung der inneren Wandung auf

³ Mailänder, Die Verminderung von Eigenspannungen durch Anlassen, Stahl u. Eisen 1931, S. 662.

Herstellungsfehler, als sie mit dem Bohrungsperiskop möglich ist, sondern liefert auch ein objektives, jederzeit nachprüfbares Bild (s. Abb. 9).

2. Die magnetische Prüfung auf verborgene Fehlerstellen mittels einer Spule in der Bohrung und ballistischen Galvanometers nach dem Prinzipbild Abb. 10, die bereits ausführlich beschrieben wurde⁴. Sie ist durch Kontrolle der Wandstärken mittels Doppelkathetometers ergänzt worden.

3. Die Heizprobe auf innere Unsymmetrien des Gefüges oder der Spannungen (Abb. 11), bei der ein aus der Erfahrung gewonnener Mindestwert des Verziehens bei gleichmäßiger Durchwärmung nicht überschritten werden darf.

4. Die Gefügeuntersuchung durch Schliffbilder an radial entnommenen Proben, welche eine durch die ganze Ballendicke hindurchreichende Kontrolle des Gefüges liefert (s. Abb. 6).

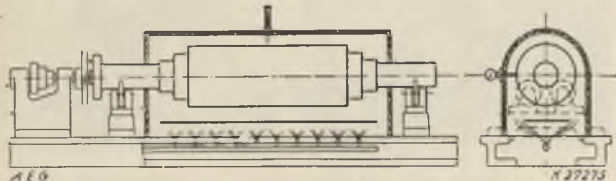


Abb. 11. Heizprüfung einer Induktorwelle auf Verziehen.

Die von Rikli vorgeschlagene Messung der bleibenden Dehnung beim Schleudern erfordert eine Meßgenauigkeit von $\frac{1}{1000}$ mm, daher eine Konstanz der Temperatur des gesamten Körpers und eine Sorgfalt, wie sie in der Schleudergrube und betriebsmäßig nicht gewährleistet werden können.

II. Die Induktorwicklung.

Bei der mechanischen Berechnung der Induktorwicklung besteht die schwierigste Aufgabe darin, die Festlegung der Wickelköpfe gegen die Fliehkräfte in dem radial sehr beschränkten Raum so durchzubilden, daß die Haltekonstruktion noch eine genügende Sicherheit aufweist und gleichzeitig für eine ausreichende Kühlung der eng aneinandergedrängten Spulenebenen gesorgt ist. Die mechanische Beanspruchung der Kappen oder Bandagen muß auch ein ovales Verziehen durch die polar angeordneten Köpfe ausschließen. Die Berechnung der Kappen unter Berücksichtigung des entsprechenden Biegemomentes ist von Scherwin⁵ behandelt worden. Ich will hier auf Hilfsmittel zur Verminderung dieses sehr unerwünschten Biegemomentes nicht näher eingehen, dagegen kurz ein anderes Hilfsmittel besprechen, welches während einer Reihe von Jahren bei den Grenztypen zur Anwendung kam, nämlich die Verwendung von Aluminium als Material für die Induktorwicklungen. Der Hauptvorteil des Leichtmetalls war, daß die Wickelkopfbefestigung einwandfrei beherrschbar wurde, während der rechnerische Sicherheitsfaktor im aktiven Teil auch für eine Kupferwicklung noch ausreichend gewesen wäre. Nun hat Aluminium aber gewisse Nachteile. Im allgemeinen wird eine größere Nutentiefe erforderlich und daher die Ausnutzbarkeit der Maschine herabgesetzt, so daß auch für die Steigerung der größtmöglichen Leistung trotz der Anwendbarkeit eines etwas größeren Durchmessers kaum ein Vorteil erwächst. Sehr zu beachten ist aber, daß die Wärmeausdehnung von Aluminium weit größer ist als von Kupfer. Sie beträgt 0,024 mm/m°C gegenüber 0,017 für Kupfer und 0,012 für Stahl, so daß die Relativbewegung der Wicklung gegen Eisen bei $\Delta t = 90$ für die Wicklung und $\Delta t = 60$ für das Eisen je m Länge bei Aluminium 1,4 mm statt 0,8 mm bei Kupfer ausmacht. Auf die Nachteile dieser großen Wärmebewegungen soll später noch näher eingegangen werden. Sodann ist der Erregerbedarf für Aluminiumwicklungen etwa im Verhältnis der Wurzeln aus den spezifischen Widerständen, also um rd. 30 % größer. Der meist gegen Aluminium vorgebrachte Einwand aber, nämlich die Schwierigkeit der Herstellung zuverlässiger Verbindungen hat sich in mehrjähriger Erfahrung als nicht mehr berechtigt erwiesen. Die Schweißung auch in der werkstattmäßigen Herstellung zahlreicher Verbindungen gelingt bei entsprechender Kontrolle einwandfrei. Ernste Schwierigkeiten dieser Art sind also nicht zu befürchten. Trotzdem wurde aus den erstgenannten Gründen beschlossen, die Aluminiumwicklungen, die eine Reihe von Jahren benutzt worden sind, wieder zu verlassen und

zu Kupferwicklungen für die Grenztypen zurückzukehren, nachdem für das Problem des einwandfreien Haltens der Wickelköpfe eine andere Lösung gefunden war. Diese soll kurz beschrieben werden. Bereits früher wurde eine Neukonstruktion der Stahlbandagen mitgeteilt (s. Abb. 12), bei der diese unterteilt sind, derart, daß jede einzelne Spule im Kopf von einem kräftigen radial gerichteten Luftstrom gekühlt wird. Es stellte sich nun heraus, daß die Temperatur der Köpfe hierdurch so weit herabgesetzt war, daß es nunmehr möglich wurde, den Leiterquerschnitt im Kopf gegenüber dem aktiven Teil zu verkleinern und auf diesem Wege die gewünschte mechanische Sicherheit bei den Grenztypen auch für Kupferwicklungen zu erreichen. Verkleinert man nämlich die Leiterdicke im Kopf, so stellt sich ein doppelter Vorteil heraus. Man vermindert damit die Fliehkräfte und schafft gleichzeitig zusätzlichen Raum für die Verstärkung der Bandage. Abb. 13 zeigt diese Ausbildung der Köpfe. Die mechanischen und thermischen Schwierigkeiten im Wickelkopf lassen sich so auch für die größten zur Zeit in Frage kommenden Induktordurchmesser einwandfrei beherrschen.

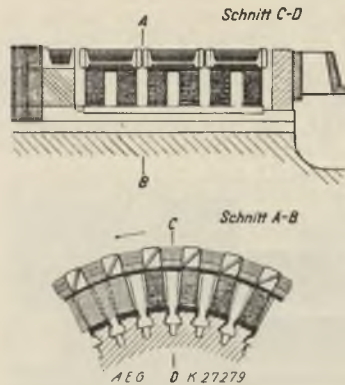
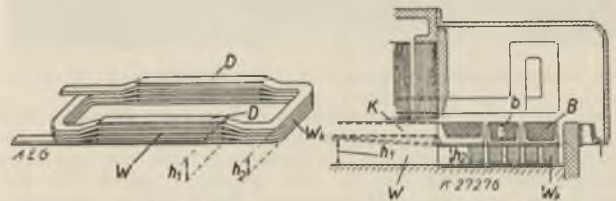


Abb. 12. AEG-Induktor mit belüfteten und axial beweglichen Wickelköpfen.



- W Wicklung im wirksamen Eisen
- W_k Wickelkopf
- D Deckstreifen aus Kupfer
- h₁ Höhe der wirksamen Länge
- h₂ Höhe im Kopf
- K Keil
- b, B Bandagenteile

Abb. 13. Kupferspule eines Induktors mit verminderter Höhe im Kopf.

Hierbei verlangt aber die Frage der axialen Vor- und Rückwärtsbewegung der Spulen unter dem Einfluß der Erwärmung und Abkühlung besondere Beachtung. Bedenkt man, daß die gesamte Längenänderung einer 6 m langen Induktorspule relativ zum Eisen gemäß den vorhin gegebenen Zahlen bei Aluminium 8,5 mm, bei Kupfer 5 mm beträgt, daß sie eine Reibung auf der Isolation unter dem ungeheuren Druck der Fliehkräfte und dem Einfluß der relativ hohen Temperaturen bedeutet, daß insbesondere im Wickelkopf an den Spulenecken oder gar an abgekröpften Stellen besondere Bewegungshemmnisse vorliegen können, so wird es verständlich, daß die Lebensdauer der Isolation großer Turboinduktoren noch recht unbefriedigend ist. Die eintretenden Isolationsfehler liegen fast immer im Wickelkopf, weil die Bewegung dort ihre größten Weglängen erreicht, besonders aber auch wegen der erwähnten Formänderungen der Spulen. Diesem Gedanken folgend, haben wir an fertig bandagierten Induktoren mit sog. Wanderbandage, bei der also die Bandage der Bewegung der Spulen frei folgen kann, diese aber auf innere Stützflächen gespannt sind, das Herauswachsen und Zurückgehen der Spulenköpfe durch systematische Messungen verfolgt. Es zeigte sich das Erwartete: Die geradlinig in den Nuten liegenden und aus ihnen herauskommenden Spulenseiten bewegen sich geradlinig hin und zurück, an den gekrümmten Stellen aber treten Deformationen auf und die Mitten der tangentialen Spulenkopf Strecken bewegen sich relativ zum Eisen weniger, bisweilen überhaupt nicht. Die Isolation an den gekrümmten Stellen ist also besonders gefährdet, u. zw. sowohl die Außenisolation gegen Eisen als auch die Isolation zwischen den Windungen. Die Erfahrung bestätigt, daß an diesen Stellen auch betriebsmäßig am ehesten Fehler entstehen. Mit der immer weiter steigenden spezifischen Druckbelastung der Isolation infolge der Anwendung größerer Induktordurchmesser und der noch schneller steigenden

⁴ W. Petersen, Forschung und Technik S. 455. Verlag Julius Springer, Berlin 1930.
⁵ ETZ 1931, S. 401.

Weglänge der Wärmebewegungen infolge des Überganges auf immer größere Induktorlängen — eine im Bau befindliche amerikanische Maschine besitzt schon Spulen von über 8 m Länge — müssen grundsätzlich neue Lösungen dieses Problems gefunden werden, denn die mechanische Verbesserung der Isolation einschließlich des Asbestbakerlits und ähnlicher Produkte erscheint nicht mehr ausreichend. Will man die Gefährdung der Isolation durch die Bewegung des Kupfers relativ zum Eisen beseitigen, so kann dies im Prinzip auf zwei Arten geschehen: Man verhindert die Bewegung überhaupt oder man läßt sie möglichst frei vor sich gehen, derart, daß keine Reibung auf der Isolation stattfindet, sondern eine Rollbewegung zwischen Metall und Metall. Das erste Verfahren wird bei den sog. Parallelnutinduktoren angewendet (Abb. 14). Wickelt man in die Nuten

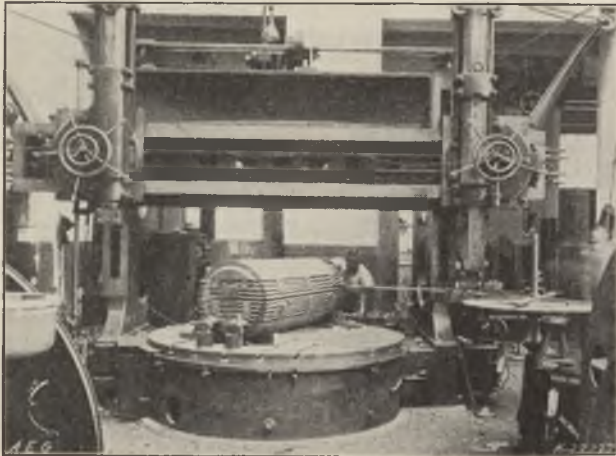


Abb. 14. Parallelnutinduktor. Bewickeln der Nuten unter Vorspannung.

dieser Induktoren das Kupfer, welches hart gezogen sein muß, mit einer derartigen Vorspannung ein, daß die elastische Längsdehnung mindestens gleich der späteren Wärmeausdehnung ist, so wird offenbar durch die Erwärmung nur eine Entspannung des Kupfers eintreten, nicht aber eine Bewegung relativ zum Eisen. Wie vorhin ausgerechnet wurde, beträgt bei Kupfer die Wärmeausdehnung je Meter Länge etwa 0,8 mm. Nimmt man hartgezogenes Kupfer mit einem Elastizitätsmodul von 1 150 000 kg/cm², so errechnet sich die erforderliche Span-

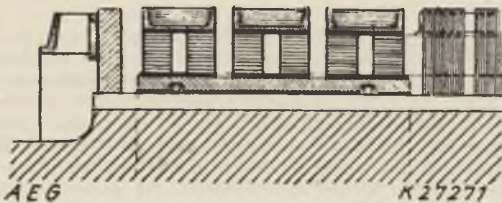


Abb. 15. Induktor mit Gleitzylinder. Freie Wärmebewegung der Köpfe.

nung zur Kompensation der angegebenen Ausdehnung zu rd. 9 kg/mm². Man sieht also, daß man sich noch unterhalb der Elastizitätsgrenze des Materials befindet. Diese Möglichkeit der Verhinderung der Wärmebewegung ist ein Vorteil der Parallelnutkonstruktion, die für seine Betriebsicherheit von Bedeutung ist. Dieses Verfahren wird von mehreren Firmen seit langem mit Erfolg angewandt. Eine Aluminiumwicklung ist übrigens für diese Parallelnutkonstruktion ungeeignet, denn berechnet man in der oben angegebenen Weise die Aufzugs Spannung, so erhält man einen Wert über die Festigkeit des Aluminiums hinausgehenden Wert.

Man könnte nun auch daran denken, bei Induktoren gewöhnlicher Bauart die Wärmebewegung zu verhindern, indem man die Spulen in axialer Richtung fest verspannt, wobei Druckspannungen von der gleichen Höhe, wie sie eben als Zugspannungen berechnet wurden, entstehen. Offenbar ist dieses aber weit schwieriger durchführbar. Der grundsätzlich andere Weg besteht in der Zulassung der axialen Bewegung, jedoch derart frei, daß die Wicklung keinen Verbiegungen und die Isolation keinen gefährlichen Reibungskräften mehr ausgesetzt ist. In Verbindung mit den bereits erwähnten Wanderbandagen kann man die Köpfe auf Stahlzylinder spannen, die leicht

gleitend oder rollend gelagert sind und als Ganzes die axialen Wärmebewegungen des Kopfes mitmachen (s. Abb. 15). Man kann auch nach einem Vorschlage von Treitel statt des Stahlzylinders unter den Spulenköpfen eine Anzahl voneinander unabhängiger Längsschienen anwenden. Abb. 16 zeigt die Anordnung dieser

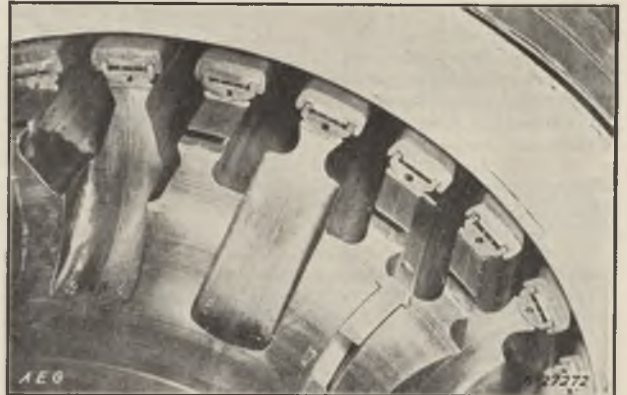


Abb. 16. Induktor mit Nadelschiebern. Freie Wärmebewegung der Köpfe.

„Nadelschieber“ unter dem Wickelkopf nach Abnahme des sie verdeckenden Endringes. Ihre Ausbildung läßt Abb. 17 noch deutlicher erkennen. In dem inneren U-förmigen Stück aus gehärtetem Stahl liegen dicht aneinander die nadelförmigen Rollen größter Härte und Festigkeit. Der Deckel besteht aus dem gleichen gehärteten Stahl, ist aber

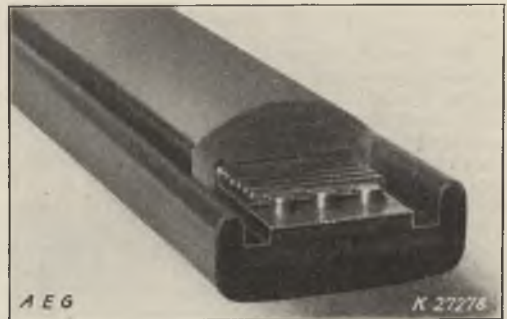


Abb. 17. Nadelschieber.

außen, wo er die Wicklung trägt, mit einer dicken Isolationsmasse umkleidet. Diese hat nur noch den radialen Druck der Bandagen aufzunehmen, erfährt aber keine Reibung mehr, weil an ihre Stelle das Hin- und Zurückrollen des Deckels auf den Nadeln getreten ist. Ein solcher Nadelschieber wirkt also wie ein Isolationsklotz mit so großer innerer Beweglichkeit, daß seine innere auf dem Eisen aufliegende Fläche beim Eisen, seine äußere das Kupfer berührende Fläche gleichzeitig reibungslos beim Kupfer verbleiben kann. In einer für diesen Versuchszweck gebauten Prüfmaschine wurden diese Nadelschieber Beanspruchungen ausgesetzt, die etwa das fünf- bis zehnfache des in Wirklichkeit vorkommenden Druckes, die etwa fünffache Weglänge der Bewegung ausmachten, und dabei wurde eine Anzahl von Hin- und Rückbewegungen ausgeführt, die einer Lebensdauer der Maschine von dreißig Jahren bei täglichem Anfahren und Abstellen entspricht. Nach dieser außerordentlich schweren Probe zeigten weder die Nadeln noch die gehärteten Flächen noch auch die Isolation eine mit bloßem Auge wahrnehmbare Abnutzung. Ganz erstaunlich ist, welchen gewaltigen Drücken ein solches Nadellager ausgesetzt werden kann. Selbst bei einer Beanspruchung der Nadelfläche von 40 kg/mm² war der Betrieb noch einwandfrei. Die Versuche an fertigen Induktoren haben bestätigt, daß das Problem der Schaffung freier axialer Beweglichkeit der Spulen ohne Beeinträchtigung der radialen Verankerung und guten Belüftung durch die Nadelschieber in Verbindung mit den Wanderbandagen einwandfrei gelöst ist. Die Kombination dieser neuen Konstruktionsmittel vermag also allen absehbaren Entwicklungsmöglichkeiten sehr langer Turbogeneratoren gerecht zu werden.

(Die Besprechung des Vortrages folgt auf S. 1160 dieses Heftes.)

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Das neue „Rheinhafen“-Kraftwerk der Straßburger Elektrizitätsgesellschaft. — Obwohl das Straßburger Elektrizitätswerk 1925 erweitert und auf 40 000 kW gebracht worden war, erwies es sich als nicht ausreichend, um den gesteigerten Anforderungen gerecht zu werden. Man beschloß daher die Errichtung eines neuen Kraftwerkes, des „Rheinhafen“-Werkes, das, wie aus seiner Bezeichnung schon hervorgeht, in nächster Nähe des Hafens zwecks leichter Anfuhr der Kohle errichtet wurde und sich noch im Ausbau befindet. Vorgesehen ist eine Gesamtstärke von 250 000 kW, während die jetzige Stärke 63 000 kW beträgt. Der Ausbau wird sich allmählich vollziehen je nach der Nachfrage nach elektrischer Kraft. Es sind 3 Gruppen von Turbo-Wechselstromerzeugern vorhanden, u. zw. von 16 000 bzw. 25 000 bzw. 22 000 kW. Der erzeugte Wechselstrom von 13 500 V wird in Unterkraftwerken in der Umgebung Straßburgs auf 3000 V heruntertransformiert. Nach Ausbau des Werkes werden 75 000- und 150 000 V-Leitungen an andere Hochspannungsnetze angeschlossen werden. Vorhanden sind 6 kohlenstaubegeuerte Dampfkessel, u. zw. 4 von je 1000 m² und 2 von je 1100 m² Heizfläche. Das Brennstofflager kann z. Z. 15 000 t Kohlen aufnehmen, wird aber auf 45 000 t Fassungsvermögen erweitert werden. In einem Drehtrommelofen wird die Kohle von 10 % Feuchtigkeit so getrocknet, daß sie nur noch weniger als 1 % Feuchtigkeit enthält. Das Mahlen erfolgt in Raymond-Mühlen und in Kugelmöhlen. Der Kohlenstaub wird durch Druckluft durch 2 Leitungen von 100 mm Dmr. zu den Kesseln mit einer Geschwindigkeit von 50 s für 1 t Kohlenstaub und je Leitung geblasen. Die Kessel haben 5 bis 7 Brenner. Während einige Kessel auf die übliche Weise mit feuerfesten Steinen ausgefüttert sind, haben andere Wasserröhren-Wände erhalten, u. zw. sind die Röhren für die Seitenwände Rippenröhren, für die anderen Stellen glatte Röhren. Die Verbrennungsgase ziehen durch einen Schornstein von 80 m Höhe ab. Bei Untersuchungen für die Feststellung des Wirkungsgrades der Kessel arbeitete man u. a. mit Saarkohle mit 8,0...8,7 % Asche, 30...38 % flüchtigen Bestandteilen, 74...79,4 % Kohlenstoff, einem oberen Heizwert von 7162...7523 kcal und erzielte einen Wirkungsgrad des betreffenden Kessels von 87,8...90,3 %, wobei die Temperatur des Dampfes beim Austritt aus dem Überhitzer 382...405 °C, die Temperatur des Wassers beim Eintritt in den Kessel 267 bis 339 °C und beim Eintritt in den Schornstein nach Durchgang durch die Economiser und Luftvorwärmer 131 bis 151 °C betrug. (Combustion, Paris, Bd. I, S. 36.) Kp.

Kraftwerke Oberhasli. — Zu dem Aufsatz über die Kraftwerke Oberhasli auf S. 955 der ETZ möchten wir noch bemerken, daß an der Ausführung auch die deutsche Industrie wesentlich beteiligt war. Es gilt dies vor allem für die Kabelanlage, die einen besonders wichtigen Teil der Anlage darstellt, da nur durch die Verlegung betriebsicherer 50 kV-Kabel im Tunnel von Handeck nach Guttannen die Durchführung des ganzen Projektes ermöglicht wurde. Die Ausführungsform und die Konstruktion der Kabel und der Stollen sind von Kabelsachverständigen, insbesondere der Niederlande und Deutschlands, eingehend bearbeitet worden. Schließlich wurde 1928 der erste Kabelstrang von der Firma Felten & Guillaume Carlswerk AG., Köln-Mülheim¹, angelegt, weil diese die größte Erfahrung in der Herstellung und Verlegung solcher Kabel auf Grund ausgeführter Anlagen in Schweden, Dänemark, Holland und Deutschland aufweisen konnte. Erst dann wurden auch Schweizer Firmen für die weiteren Kabelstränge hinzugezogen, über deren Arbeiten im Bull. schweizer. elektrotechn. Ver. eingehend berichtet wurde.

Was die Druckrohre im Kraftwerk Handeck angeht, so ist vielleicht die Feststellung von Interesse, daß der untere Teil der Rohrleitung und die Verteilerrohre im Kraftwerk ebenfalls von deutschen Spezialfirmen geliefert und montiert wurden. D. S.

Leitungen.

Zentralprojektion als Grundlage der Durchhangsmessung. — In Anlehnung an das photographische Aufnahmeverfahren einzelner Spanlleitungen ist bei der Société Générale d'Entreprises eine Methode entwickelt worden, die sich von der photographischen Aufnahme insofern unterscheidet, als die Abbildung der Seilkurve nicht hinter dem Objektiv eindeutig stattfindet, sondern vor dem Zentralpunkt, der dem Objektiv entsprechen würde, ein Vergleich der tatsächlichen Seilkurve mit einer auf Glas eingetätzten Vergleichskettenlinie vorgenommen wird.

Die mathematischen Eigenschaften der Kettenlinie geben Proportionalität in der Abbildung bei Wahrung des Parameter-Verhältnisses. Die daraus folgenden Ähnlichkeitsbeziehungen erlauben die Anwendung einer eingetätzten Prüfkettenlinie. Entsprechend dem Umrechnungsfaktor auf bestimmte Spannweiten und zulässige Durchhänge ist das Parameter-Verhältnis durch die Abhängigkeit von der Wahl des Beobachtungsstandortes in jedem einzelnen Beobachtungsfalle verschieden und durch eine Verschiebung des Zentralpunktes relativ zur Bildebene einstellbar. Die Bildebene selbst muß wie bei den im Freileitungsbau verwendeten Prüfgeräten eine möglichst genaue Parallelität zur



Abb. 1. Vergleichskettenlinie vor dem Zentralpunkt.

Trasse aufweisen, und für die Einstellung nach den Visierlinien ist nur ein orthogonales Verschieben der Bildebene in Höhe und Seite statthaft. Nach dieser Visiermethode ist es zugänglich, das Spannen der Freileitung direkt zu überwachen; sobald eine Dekkung der Seilkurve mit der Projektionskettenlinie eintritt, kann die Verlegung als beendet angesehen werden. Bei den heute üblichen Spannweiten muß der Beobachtungsstandort in beträchtlicher Entfernung von der Trasse gewählt

werden; die notwendige Sicht kann aber nur ein mit einem Fernrohr ausgestattetes Instrument bieten. Visiereinrichtungen mit Zielfäden, einfache Dioptraausführungen, müssen immer mehr zurücktreten, dennoch hat das vorliegende Verfahren die Dioptraeinrichtung in Verbindung mit der eingetätzten Kettenlinie aufgegriffen. Durchgeführte Rechnungsbeispiele zeigen die Unzulänglichkeit der Visiereinrichtung. Mit einer Toleranz von fast 3 % kann sich das deutsche Prüfwesen für Freileitungen keineswegs einverstanden erklären. Die Verwendung der Zentralprojektion wird für Durchhangsmessungen bei uns in Deutschland nur auf die photographische Aufnahme, mit der ihr eigenen hohen Genauigkeit, von juristisch besonders wichtigen Freileitungsabschnitten beschränkt bleiben, während die anderen Projektionsmethoden optischer Meßgeräte, mit einer garantierten Genauigkeit von höchstens 1 % Maximalfehler, in der Handhabung und Zuverlässigkeit jedes andere Verfahren, das nur Dioptraanordnungen aufweisen kann, übertreffen. (Perichon, Rev. gén. Electr. Bd. 30, S. 319.) Hgr.

Elektromaschinenbau.

Der Leerlauf des durch selbsterregte Erregermaschine übererregten Asynchronmotors. — Die selbsterregte asynchrone Erregermaschine mit Reihenschlußerregung¹ bildet bei geeigneter Ausführung eine äußerst vorteilhafte Verwertung der Eigenschaften des mehrphasigen Kommutatorgenerators zur Übererregung des Asynchronmotors auch im Leerlauf, weil der Sekundärkreis des Motors einen Stromkreis ohne gegebene Frequenz darstellt, und seine Schlupffrequenz sich erst aus der Belastung und einer Komponente der EMK der Erregermaschine ergibt. Es wird gezeigt, daß die zwecks einer Erklärung von Störungen bei früheren Ausführungen seit bereits über zehn Jahren eingeführte übliche Theorie einer Erregung des

¹ Felten & Guillaume Carlswerk-Rundscha, H. 5, S. 10.

¹ Vgl. a. ETZ 1932, S. 321 u. 518.

Sekundärkreises des Asynchronmotors mit gleichzeitig zwei Frequenzen auf einem Irrtum analytischer Rechnung beruht.

Die Maschine arbeitet bei Frequenz Null wie eine Gleichstrommaschine. Die Einzelheiten ihrer Ausführung sind dadurch bedingt, daß sie zunächst im Leerlauf des Motors eine Schlüpfung bewirkt, welche sich aus der zu ihrem Strome rein voreilenden Komponente der von ihr erzeugten EMK ergibt. Deshalb muß ihre Drehrichtung die gleiche wie die ihres Drehfeldes werden, weil bei normaler Felddichte im Eisen andernfalls Zunahme des Stromes eine Abnahme der Voreilung ihrer EMK und dann Belastung des Motors nahe dem Leerlauf zunächst eine Abnahme der Schlüpfung bewirken würde, während bei gleichem Drehsinne die Schlüpfung ständig zunimmt.

Der Grund liegt in einer interessanten nutzbaren Rolle der sekundären Streukomponente des Feldes, die, wie der Verfasser vor einigen Jahren bereits erwähnte¹, so wirkt wie das Hauptfeld im Kompensator nach Leblanc und hier deshalb selbsttätig eine mit dem Strom ständig zunehmende Voreilung der gesamten EMK bewirkt. Sie bietet ein sehr bequemes Mittel, die Wirkung auch weiter zu erhöhen, da höhere Streuung die Ausführung der Maschine selbst vereinfacht.

In den so ausgeführten Maschinen wurden die früher schon vom Verfasser zur Erzielung der vollkommenen Kommutierung angegebenen Anordnungen der Ständerwicklung benutzt, welche gleichzeitig erlauben, die Verhältnisse der wirksamen Ständer- und Läufer-AW so zu wählen, daß die obige Bedingung erfüllt wird. In allen zahlreichen Fällen, wo diese Maschinen seit Jahren im Betriebe sind, zeichnen sie wie die betreffenden Motoren sich durch ihre absolute Unempfindlichkeit aus, und dies auch bei Abgabe beliebig hohen Blindstromes im Leerlauf. (A. He y l a n d, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 1, S. 1.)

Meßgeräte und Meßverfahren.

Prüfung von Schutzerdungen mittels Strom- und Spannungsmessers. — Um die Prüfungen von Schutzerdungen mittels Strom- und Spannungsmesser, wie in den neuen Leitsätzen des VDE über Prüfung von Schutzerdungen unter (Va) angegeben, in einfacher Weise auszuführen, hat die Firma G o s s e n, Erlangen, ein Prüfgerät herausgebracht,

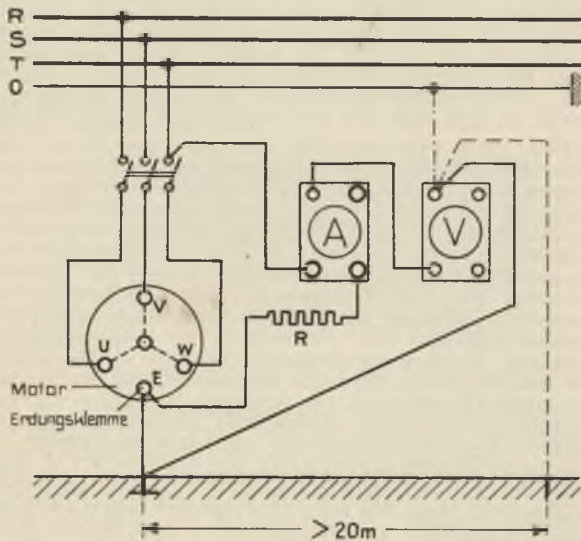


Abb. 2.

das aus einem normalen Dreheisen-Voltmeter, einem Spezial-Dreheisen-Amperemeter und einem Belastungswiderstand besteht. Der Spannungsmesser besitzt 3 Meßbereiche 150, 300, 600 V. Diese Meßbereiche genügen wohl, um die Prüfungen bei den normal vorkommenden Spannungen auszuführen. Das Spezialamperemeter (Type Weameter) besitzt die beiden Strommeßbereiche 2 und 10 A sowie eine weitere, mit V bezeichnete Anschlußklemme, die lediglich als bequemer Spannungsanschluß in der Schaltung dient. Der Koffer enthält ferner einen Belastungswiderstand von 30 Ω, der mit 7 A belastet werden kann. Es werden dem Koffer ferner 3 Kabel für die Stromanschlüsse und 2 Kabel für die Spannungsleitungen beigegeben. Aus dem Schaltbild Abb. 2 ergibt sich die Schaltanordnung des Amperemeters A, des Voltmeters V und des Widerstandes R

¹ Rev. gén. Electr. Bd. 17, S. 400 (1925).

bei Vornahme einer Erdleitungsprüfung. Als Beispiel ist ein Drehstrommotor gewählt, dessen Schutzerdung geprüft werden soll. Man kann den Ohmwert der Erdleitung, ferner diesen Widerstand mit Erdübergangswiderstand und den Gesamterdungswiderstand bestimmen.

Bei Division des abgelesenen Spannungswertes durch den Stromwert erhält man den Widerstand $R + RE$. Von diesem errechneten Widerstandswert subtrahiert man den Widerstand von R (30 Ω) und erhält RE .

Um ohne Rechnung einen raschen Überblick über die Größenordnung des gemessenen Widerstandes zu erhalten, sind entsprechend den Strommeßbereichen 2 und 10 A drei kleine Spannungskalen in farbigen Feldern angebracht. Das linke obere Feld, das in Abb. 3 mit I bezeichnet ist, sowie das rechte obere mit II bezeichnete Feld gehören zu dem Meßbereich 10 A. Das mittlere untere Feld ist mit III bezeichnet und gehört zu dem Meßbereich 2 A. In Wirklichkeit werden also die 3 Spannungsfelder farbig ausgeführt, u. zw. I grün, II gelb und III rot.



Abb. 3.

Ist der gemessene Widerstand genau 2 Ω, so muß der Zeiger des Amperemeters auf der Spannungskala (im Feld II) bei Anschluß des Strommeßbereiches 10 A genau dieselbe Spannung wie das Wevometer anzeigen. Ist seine Spannungsangabe (im Feld II) höher als die des Wevometers, so ist der gemessene Widerstand RE kleiner als 2 Ω. Ist sie geringer, so ist der gemessene Widerstand größer als 2 Ω.

Ist der gemessene Widerstand genau 20 Ω, so muß der Zeiger des Amperemeters bei Anschluß des Strommeßbereiches 10 A auf der Spannungskala (im Feld I) genau dieselbe Spannung aufweisen wie das Wevometer. Ist seine Spannungsangabe größer als die des Wevometers, so ist der gemessene Widerstand RE kleiner als 20 Ω, und ist seine Spannungsangabe kleiner als die des Wevometers, so ist der gemessene Widerstand RE größer als 20 Ω.

Ist der gemessene Widerstand genau 200 Ω, so muß bei Anschluß des Strommeßbereiches 2 A der Zeiger des Amperemeters auf der Spannungskala (im Feld III) genau dieselbe Spannung wie das Wevometer anzeigen. Ist die Spannungsangabe des Amperemeters höher als die des Wevometers, so ist der gemessene Widerstand RE kleiner als 200 Ω, und ist die Spannungsangabe des Amperemeters geringer als die des Wevometers, so ist der gemessene Widerstand RE größer als 200 Ω.

Alle von 2, 20 und 200 Ω abweichenden Werte sind aus den Strom- und Spannungswerten zu errechnen.

S. G o p p.

Beleuchtung.

Infrarotempfindliche Zellen. — Unter den Photozellen zeigen Selen, die Thallofide-Zelle und andere Sulfide infrarote Empfindlichkeit. Diese hat für die normalen Selenzellen ein scharfes Maximum bei $\lambda = 0,7 \mu$ und fällt dann rasch ab. Durch einen Tellurzusatz gelingt es, die Empfindlichkeit weiter ins Infrarot zu verschieben. Die Zellen werden durch kathodische Zerstäubung hergestellt. Das wirksame Intervall erstreckt sich von $0,75 \mu$ bis etwa $1,2 \mu$. Im gleichen Bereich liegt auch die Empfindlichkeit der Thallofide-Zelle. Mit einer Bogenlampe von 600 W, deren sichtbares Licht durch Infrarotfilter ausgeschaltet war, konnten auf diese Weise Entfernungen von 28 km leicht überbrückt werden. Auch Dunst und leichter Nebel wird von Infrarot oberhalb 1μ gut durchdrungen. Bei sehr dichtem nassen Nebel, wobei die optische Sicht nur auf etwa 20 m reichte, versagte dagegen Infrarot zwischen $0,75$ und $1,2 \mu$ auf kurzen, weniger als 1 km langen Strecken. (F. M i c h e l s s e n, Z. techn. Physik Bd. 11, S. 511.) Br.

Heimbeleuchtung. — Eine Zusammenstellung neuester amerikanischer Literatur über Heimbeleuchtung findet sich in den Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 27 (1932), H. 6, S. 571 ... 573. F. Bn.

Elektrische Antriebe.

Verfahren zur Netzkupplung und zur Schlupfregelung von Ilgner-Umformern und Walzenstraßenantrieben. — Ein Netzkupplungs-Maschinensatz soll Netz I von der Frequenz

$$v_1 = (1 - s_1) v_1 \text{ mittel}$$

und Netz II von der Frequenz

$$v_2 = (1 - s_2) v_2 \text{ mittel}$$

verbinden. Der Satz besteht aus einer Asynchronmaschine an Netz I und einer Synchronmaschine an Netz II, welche die Drehzahl des Maschinensatzes bestimmt. Bei passenden Polzahlen ist

$$s = \frac{s_2 - s_1}{1 - s_1}$$

die Schlupfung der Asynchronmaschine. Ihre Leistung als Funktion der Schlupfung soll gemäß Abb. 4 zwischen $s = s'$ und $-s''$ nahezu konstant sein, dann aber sinken und beim Grenzwerte s_0 so schnell die Richtung ändern, daß dieser Wert nur wenig überschritten werden kann. Eine Aufgabe ähnlicher Art liegt bei Ilgner-Umformern oder bei mit Schwungrädern gekuppelten Walzenstraßen vor.

Hier wird von der asynchronen Antriebsmaschine zwischen zwei Grenzdrehzahlen n' und n'' ein angenähert konstantes Moment gefordert. Bei Drehzahlen über n'' soll das Moment stark sinken und die Überschreitung einer Höchstdrehzahl n_0 soll durch kräftige Generatorbremsung unmöglich gemacht werden.

Beide Fälle sind in folgender allgemeineren Aufgabe enthalten: Für drei beliebige Drehzahlen einer Asynchronmaschine seien Größe und Phase des Sekundärstromes I_2 beliebig vorgeschrieben. Die mit der Schlupfung veränderliche Rotationsspannung V_s und die konstante Rotationsspannung V_r einer in Kaskade geschalteten Hintermaschine sollen so berechnet werden, daß Leistungs- und Drehzahlcharakteristik der Kaskade den obigen Bedingungen genügen.

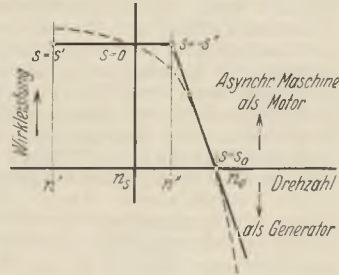


Abb. 4. Leistungscharakteristik eines Netzkupplungsatzes.

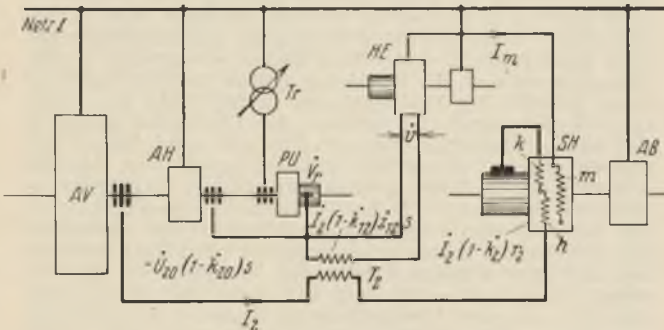


Abb. 5. Prinzipschaltung für Leistungsregelung nach dem neuen Regelungsprinzip.

Die Lösung dieser Aufgaben fordert, daß die Hauptfeldspannung $\dot{E}_{20} s$ und die Impedanzspannung $-\dot{I}_2(r_2 + z_{12} s)$ der Asynchronmaschine nicht wie nach Seiz durch phasengleiche, sondern durch phasenverschobene Spannungen teilweise kompensiert werden. Eine dazu anwendbare Regelschaltung zeigt Abb. 5. Die asynchrone Hilfsmaschine AH läuft synchron mit der asynchronen Vordermaschine AV und liefert die unvollständige Hauptfeldspannung

$$-\dot{E}_{20} (1 - k_{20}) s.$$

Der mit Luftspalt gebaute Stromtransformator T_2 erzeugt die Impedanzspannung

$$\dot{I}_2 (1 - k_{12}) z_{12} s.$$

Die einstellbare Regelspannung V_r wird in einem Regeltransformator oder Doppeldrehtransformator T_r mit der Netzfrequenz erzeugt und durch einen gewöhnlichen Periodenformer auf die Schlupffrequenz übertragen. Mit der Summe \dot{v} dieser drei Spannungen wird das Feld einer

Hilfserrergermaschine HE gespeist, die das Gesetz ihrer Erregerspannung \dot{v} auf ihren Hauptstrom I_m , d. i. auf das Nebenschlußfeld m der Hintermaschine SH überträgt. Diese besitzt außerdem eine vom Hauptstrom I_2 erregte Feldwicklung h , mit der sie die Rotationsspannung

$$\dot{I}_2 (1 - k_2) r_2$$

erzeugt. k_2, k_{12} und k_{20} sind komplexe Verhältniszahlen. Je nach der Phase von k_2 kann die letzte Spannung eine Kompoundierungsspannung eine Kompensationsspannung oder auch eine Mischung beider sein. Da nun k_2 beliebig wählbar ist, kann innerhalb entsprechender Grenzen auch über die Phase der übrigen Spannungskomponenten verfügt werden. (L. Dreyfus, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 49, S. 197.) Sb.

Fernmeldetechnik.

Zur Theorie und Berechnung der Betriebsdämpfung in einfachen und zusammengesetzten Übertragungssystemen. — Die Aufgabe, die Betriebsdämpfung einer Reihe von hintereinander geschalteten Vierpolen zu bestimmen unter Berücksichtigung der Abschlußwiderstände, ist in der Fernmeldetechnik nicht selten, stellt doch jede Fernsprechverbindung zwischen 2 Sprechstellen einschließlich der zwischengeschalteten Fernsprechleitungen und -ämter eine solche Vierpolreihe dar. Die Lösung der Aufgabe ist auch bereits theoretisch weitgehend geklärt, doch ist die zahlenmäßige Berechnung der Betriebsdämpfung einer gegebenen Vierpolreihe aus den vorliegenden Formelausdrücken meist recht umständlich und einfachere, insbesondere graphische Verfahren sind bisher nur unter beschränkenden Annahmen hinsichtlich der Vierpole und ihrer Abschlüsse entwickelt worden. Die Arbeit von G. Hoecke gibt nun ein rechnerisches und graphisches Verfahren an zur Ermittlung der Betriebsdämpfung beliebiger Vierpole und Vierpolketten mit beliebigen Abschlußwiderständen und gestattet die Durchführung der Rechnung mit einem für praktische Zwecke zulässigen Zeit- und Arbeitsaufwand.

Nach einer Einleitung (über den Gegensatz der Begriffe Betriebsdämpfung und Wellendämpfung) wird zunächst an einem einzelnen zwischen Sender und Empfänger geschalteten Vierpol gezeigt, daß sich seine Betriebsdämpfung formelmäßig als Summe zweier Teildämpfungen, der Eingangs- und der Übertragungsdämpfung darstellen läßt. Dabei wird die Eingangsdämpfung — in Analogie mit der Definition der Betriebsdämpfung — definiert als der halbe natürliche Logarithmus des Verhältnisses der Scheinleistung, die der Sender an einen ihm angepaßten Verbraucher abgibt, zu der Scheinleistung, die er an den Eingangswiderstand des Vierpols abgibt; die Übertragungsdämpfung wiederum ist der halbe natürliche Logarithmus des Verhältnisses der vom Vierpol aufgenommenen Scheinleistung zu der an den Empfänger weiter übertragenen Scheinleistung. Die Summe beider Teildämpfungen, eben die Betriebsdämpfung, läßt sich auf diese Weise darstellen als Summe aus der reinen Wellendämpfung des Vierpols und aus drei Stoßdämpfungen zwischen je 2 komplexen Widerständen (als solche gehen in die Rechnung ein die beiden Abschlußwiderstände (Sender und Empfänger), der Eingangswiderstand des Vierpols sowie seine beiden Wellenwiderstände). Alle Stoßdämpfungen werden auf die Form

$$\ln \frac{|\Re_1 + \Re_2|}{2\sqrt{\Re_1 \Re_2}}$$

gebracht und können mit Hilfe einer Kurventafel der Stoßdämpfungen in einfachster Weise ermittelt werden, wenn die Widerstände \Re_1 und \Re_2 nach Betrag und Phase bekannt sind. Zur Ermittlung des ebenfalls in die Rechnung eingehenden Eingangswiderstands des Vierpols dient eine weitere Kurventafel, aus der sich der Reflexionsfaktor zwischen 2 Widerständen \Re_1 und \Re_2

$$\frac{\Re_1 - \Re_2}{\Re_1 + \Re_2} = p e^{j\vartheta}$$

nach Betrag und Phase ablesen läßt. Mit diesen Hilfsmitteln ist die sonst recht umständliche Berechnung der Betriebsdämpfung eines abgeschlossenen einfachen Vierpols schnell erledigt.

Die geschilderte Betrachtungsweise wird dann auf die Ermittlung der Betriebsdämpfung einer zusammengesetzten Leitung, also einer Vierpolkette erweitert. Auch hier wird nachgewiesen, daß die Betriebsdämpfung der Kette gleich der Summe aus ihrer Eingangsdämpfung und ihrer Übertragungsdämpfung ist. Eingangsdämpfung

ist in diesem Falle — entsprechend den Verhältnissen bei einem einzelnen Vierpol — die Stoßdämpfung zwischen dem Widerstand des Senders und dem Eingangswiderstand der ganzen Vierpolkette, während die Übertragungsdämpfung der ganzen Kette gleich der Summe der Übertragungsdämpfungen der einzelnen Kettenvierpole ist, wobei jeder dieser Vierpole als abgeschlossen mit dem Eingangswiderstand des ihm folgenden Vierpols gilt. Die Berechnung der Betriebsdämpfung einer Vierpolkette unterscheidet sich hiernach grundsätzlich nicht von der entsprechenden Berechnung eines einzelnen Vierpols; sie läuft auf Ermittlung einer Anzahl von Eingangswiderständen aus Reflexionsfaktoren und von Stoßdämpfungen heraus, die sich aus den schon erwähnten Kurventafeln leicht feststellen lassen. Für die in Fernsprechverbindungen häufig vorkommenden komplexen Längswiderstände (wie z. B. Sperrkondensatoren) und Querwiderstände (wie z. B. Speisebrücken), die der Verfasser als „entartete Vierpole“ bezeichnet, werden Betriebsdämpfungsformeln entwickelt, die sich der gesamten Rechnungsweise anpassen, so daß auch der Einfluß solcher Schaltelemente auf die Betriebsdämpfung rechnerisch erfaßt werden kann. — Ein ausführlich durchgerechnetes Beispiel (Betriebsdämpfung einer über 3 verschiedene Fernsprechleitungen und 2 Zwischenämter hergestellten Verbindung zwischen 2 Fernsprechstellen) schließt die Arbeit und erweist die Vorteile des Verfahrens. (G. H o e c k e, *Telegr.- u. Fernspr.-Techn.* Bd. 21, S. 1 u. S. 77.) *But.*

Bildtelegraphenverkehr V. S. Amerika—Dänemark und Schweden. — Am 10. VIII. d. J. wurde der Bildtelegraphendienst zwischen Dänemark und den V. S. Amerika über Berlin eröffnet. Auf der Strecke Kopenhagen—Berlin werden die Bildtelegramme über Leitungen und zwischen Berlin und New York auf dem Funkweg übertragen. Die Gesamtgebühr ist dieselbe wie im Bildverkehr über London und beträgt 195,75 Gc/cm² bei einer Mindestgebühr für ein Bildtelegramm, die nach 150 cm² Bildfläche berechnet wird.

Am 10. IX. wurde der Bildtelegraphenverkehr zwischen Schweden und den V. S. Amerika über Berlin aufgenommen. Die Bildtelegramme werden zwischen Stockholm und Berlin über Leitungen und auf der Strecke Berlin—New York funktotelegraphisch befördert. Auch bei diesem Dienst ist die Gebühr dieselbe wie im Verkehr über London; sie beläuft sich auf 202,5 Gc/cm². Die Mindestgebühr für ein Bildtelegramm wird ebenfalls nach einer Bildfläche von 150 cm² Größe berechnet. — In beiden Verkehrsbeziehungen können auch getönte Bilder, z. B. Photographien, übertragen werden. Die Bildtelegramme dürfen bis zu 13·18 cm groß sein. *Gth.*

Energiewirtschaft.

Ausgleich zwischen schweizerischer Wasser- und deutscher Wärmekraft^{1,2,3}. — Wie der Ausgleich zwischen den beiden Kraftarten sich gegenwärtig vollzieht und auf absehbare Zeit sich vollziehen wird, stellt er einen wahren *lucis a non lucendo* dar — einen Ausgleich, der keiner ist. — Um diesen Satz zu erhärten, braucht man sich nur die Ein- und Ausfuhrzahlen zu vergegenwärtigen. Im Jahre 1931 hat die Schweiz 1012 Mill kWh ausgeführt, davon etwa 48,8 % im Winter und 51,2 % im Sommer. Die Ausfuhr stieg seit 1924 ununterbrochen von 560 Mill kWh auf die genannte Zahl an. Dem gegenüber steht eine Gesamteinfuhr, die ausschließlich aus Deutschland erfolgt, von sage und schreibe 8 Mill kWh. Auf dieser Stufe blieb die Einfuhr seit dem Herbst 1926 stehen, d. h. seitdem die Schweizerische Kraftübertragung A. G. regelmäßig während der Wintermonate rd. 6000 kW aus Baden einführt und hierzu die Leitungen benutzt, über

welche sie im Sommer Energie aus der Schweiz an das Badenwerk ausführt. Hierbei wird es wohl auch in der Zukunft sein Bewenden haben. Auch künftig wird eine nennenswerte Einfuhr ausländischer Kraft lediglich im Winter bei großer Wasserknappheit in Frage kommen unter der Voraussetzung, daß dabei bereits bestehende Übertragungsanlagen benutzt werden können, so daß die eingeführte Kraft nur wenig mit Transportkosten belastet würde.

Nichtsdestoweniger kommt auch diesem Austausch eine gewisse Bedeutung zu. Sie deutet eine Entwicklung an. Die Schweiz ist ihrer natürlichen Lage und geschichtlichen Entwicklung nach das geborene Transitland. Sie wird dies auch im internationalen Ausgleich verschiedener Stromarten, insbesondere zwischen dem deutschen Wärmestrom und dem italienischen aus weißer Kohle gewonnenen Strom, wenn dieser einmal zustande kommt, sein. Schon heute ergießt sich der Energiefluß der Schweiz vom Süden nach dem Norden. Die gleiche Leitung, die diesen Stromerguß vom Süden nach Norden vermittelt, kann somit benutzt werden zur Zuführung von Strom aus dem Norden nach dem Süden, womit der Transport beiderseitig verbilligt würde. Wie die Pässe der Schweiz würden die Leitungen somit eine Verbindung herstellen zwischen Nord und Süd, zwischen den billigen deutschen Energiequellen und dem norditalienischen Bedarfsgebiet. Erst recht wird dies der Fall sein, wenn einmal der vom Ingenieur Lorenz in Thusis mit viel Begeisterung und Sachkenntnis propagierte Ausbau der Hinterrhein-Wasserkräfte verwirklicht wird. Der Hinterrhein mit seinem Einzugsgebiet von 416 bzw. 530 km² und einem mittleren Jahresabfluß von 700 Mill m³, von welchem letzteren aber nur etwa 10 % im Winter und etwa 90 % während des Sommers zur Verfügung stehen, soll nach dem Vorschlage von Lorenz (s. ³, Teil 1 u. 2) in 5 Staubecken gespeichert werden, die zusammen rd. 355 Mill m³ Wasser fassen sollen. Die umfassenden topographischen und geologischen Studien haben die Durchführbarkeit des Planes durchaus bestätigt (s. ³, Teil 3). Die energiewirtschaftliche Bedeutung dieses Unternehmens liegt auf der Hand. Zunächst wird ein möglichst weitgehender Ausgleich der jährlichen Wasserabflußmengen erzielt. Ferner werden Winterreserven geschaffen, die der erhöhten Nachfrage der Wintermonate Genüge leisten, außerdem aber bei mangelndem Wasserzufluß, Hochwasser und Gefällsverlusten der Laufkraftwerke in die Bresche treten sollen. Seine Hauptbedeutung soll dieses Unternehmen durch seine Eingliederung in das vom Norden nach dem Süden strebende Kraftlieferungssystem erlangen. Vom Norden her ist bereits die große 220 kV-Leitung vom rheinisch-westfälischen Kohlenrevier bis nach Bludenz, also in unmittelbarer Nähe des zu errichtenden Unternehmens bereits durchgeführt, vom Süden rücken die großen Kraftleitungen nahe an die Schweizer Grenze im Val San Giacomo jenseits des Splügenpasses heran. Das zu errichtende Unternehmen ist berufen, das Bindeglied zwischen den beiden Leitungen herzustellen und somit einen ununterbrochenen Stromfluß und Austausch von Energie von Köln bis nach den großen italienischen Versorgungsgebieten Mailand — Turin — Genua zu gewährleisten. Die Schweiz würde somit gewissermaßen die Drehachse des zukünftigen Austausches zwischen nördlicher Wärme- und südlicher Wasserkraft werden, ein Ziel, das aufs innigste zu wünschen ist. Ob und wann der Optimismus des Herrn Lorenz Verwirklichung finden wird, wird von der wirtschaftlichen Entwicklung und dem daraus sich ergebenden Strombedarf abhängen.

W. Ringwald, Rheinfeld (Baden).

Die Entwicklung der Elektrizitätsversorgung Schanghai. — Die erst vor kurzem beendeten schweren Kämpfe der Japaner und Chinesen in und um Schanghai haben das Interesse auch auf die Versorgung dieses wichtigen Handelsplatzes mit elektrischer Arbeit gelenkt. Es wird befriedigt durch eine Denkschrift des Generaldirektors C. S. Taylor der Shanghai Power Co., der wir nach Auszügen der englischen Fachpresse folgende Angaben entnehmen: 1879 erschien der erste Stromerzeuger in Schanghai, ein 7 kW-Generator von Siemens, der bei einer öffentlichen Festbeleuchtung zu Ehren des amerikanischen Expräsidenten Grant und dann im Elektrizitätswerk Chapoo Road Verwendung fand. Letzteres kam 1882 ebenso wie die örtlichen Privilegien der Brush Co. of Cleveland (Ohio) in den Besitz der damals gegründeten Shanghai Electric Co., deren Vermögen später der Gemeinderat der internationalen Niederlassung erwarb. 1895 begann ein neues Kraftwerk am Hongkew Creek in Fearon Road mit 200 kW Belastung seine Tätigkeit und erhielt 1907 den ersten nach China gebrachten Dampfturbosatz,

¹ Wirtschaft und Siedlung im Rheinwald. Von W. Oswald. Teil I von Wirtschaft und Siedlung im Rheinwald, ihre Schädigung durch die projektierten Stauseen und die Wiederherstellung durch Realersatz, Nr. 43 der Schriften der Schweizerischen Vereinigung für Innenkolonisation und industrielle Landwirtschaft, Zürich, Mit Abb., X u. 158 S. in 8°.

² Die wirtschaftstörenden Einflüsse der projektierten Stauseeanlagen im Rheinwald und die Realersatzfrage. Von Dr. H. Bernhard. Teil 2 u. 3 von Wirtschaft und Siedlung im Rheinwald, ihre Schädigung durch die projektierten Stauseen und die Wiederherstellung durch Realersatz, Nr. 44 der Schriften der Schweizerischen Vereinigung für Innenkolonisation und industrielle Landwirtschaft, Zürich, Mit Abb., 3 Karten und 85 S. in 8°.

³ Beiträge zur Nutzbarmachung der Hinterrhein-Wasserkäfte. Teil 1: Allgemeines; 2: Die wirtschaftliche Bedeutung; 3: Die Staubeckenanlagen; 4: Wirtschaft und Siedlung im Rheinwald, ihre Schädigung durch die projektierten Stauseen und die Wiederherstellung durch Realersatz; 5: Das Projekt von 1930/31. Von Ing. G. Lorenz (Teil 4 von H. Bernhard). Mit zahlreichen Abb. und 86 S. in 8°. Zu beziehen durch Schweiz. Vereinigung für Innenkolonisation und industrielle Landwirtschaft, Zürich 1932.

eine 800 kW-Parsonsmaschine mit Bruce-Peebles-Wechselstromerzeuger und rd. 3 kg/kWh Kohlenverbrauch. Der Bedarf an Elektrizität — 1882 war den Chinesen die Benutzung elektrischen Lichtes noch verboten — stieg schnell und führte 1913 zur Inbetriebsetzung der Riverside-Zentrale mit zwei AEG-Maschinen von je 2000 kW, einer Anlage, die 1929 an die Shanghai Power Co. überging, z. Z. 161 000 kW leisten kann und bis Ende 1932 auf 201 000 kW gebracht werden soll. Man hat sie in fünf Gruppen (sections) geteilt, von denen die ersten drei als A-Werk, die vierte und eine im Bau befindliche fünfte als B-Werk bezeichnet werden. Ersteres arbeitet mit Einzylinderturbinen (1500 U/min), 14 at und 315 °C Dampftemperatur, während im B-Werk Zweizylinder-Tandemaschinen (3000 U/min) mit 25 at und 370 °C laufen. Als Feuerungsmaterial — im B-Werk wird Staubkohle verwendet — dienen chinesische sowie japanische Kohlen und indochinesischer Anthrazit mit einem Heizwert zwischen 2515 und 3020 kcal. Außer den schon erwähnten beiden AEG-Turbinen verfügt die Zentrale über weitere sieben amerikanischen (International General Electric Co.) und englischen Ursprungs, die alle mit 1500 U/min gefahren werden, sowie über fünf Sätze, deren Umlaufzahl 3000 beträgt. Sämtliche Generatoren liefern Drehstrom von 50 Hz, 6,6 kV, der teils mit dieser Spannung, teils unter 22 kV Umspannwerken zugeführt und schließlich durch ein 350 V-Vierleiterverteilungsnetz an die Kleinabnehmer abgegeben wird. Elektrizitätswirtschaftlich hat sich die Versorgung Schanghais folgendermaßen entwickelt:

Jahr	Werksleistung kW	Anschlußwert kW	Zahl der Abnehmer	Absatz Mill kWh
1901	500	054	250	0,569
1911	6 000	9 349	3 900	5,300
1921	84 600	72 120	26 897	204,866
1931	161 000	225 000	64 000	600,000 ¹

¹ geschätzt.

Die Höchstbelastung stellte sich Anfangs 1932 auf 128 000 kW, der Kohlenverbrauch 1931 auf 0,55 Mill t. Der Jahresbelastungsfaktor wird zu annähernd 65 % angegeben. (Electrician Bd. 108, S. 325.) *fm.*

AUS LETZTER ZEIT.

Berliner Elektrizitäts-Union. — Die Berliner Städtische Elektrizitätswerke AG. (BEWAG) hat bekanntlich im vorigen Jahr ihre gesamten Anlagen in eine gemischtwirtschaftliche Gesellschaft, die Berliner Kraft und Licht-AG., eingebracht, von deren Aktienkapital von 240 Mill RM 160 Mill RM als Inhaberaktien zur Zeichnung aufgelegt wurden, während die restlichen 80 Mill RM (mit doppeltem Stimmrecht) als Namensaktien von der Stadt Berlin (38 Mill RM), der dem Reich gehörenden Elektrowerke AG. (21 Mill RM) und der Preussische Elektrizitäts-AG. (21 Mill RM) übernommen wurden. Diese drei Gesellschafter hatten wegen der durch sie vertretenen öffentlichen Interessen, deren Wahrung gerade in einer stark mit ausländischem Privatkapital durchsetzten Gesellschaft von besonderer Bedeutung erschien, schon zur Zeit der Gründung der BKL einen Konsortialvertrag miteinander geschlossen, der sich sowohl auf grundsätzliche Fragen (vorherige Verständigungsversuche in Zweifelsfällen) als auch auf praktische Fragen (z. B. Besetzung des Aufsichtsrats) bezog. Es war von vornherein geplant gewesen, diesen Zusammenschluß auch nach außen zu dokumentieren, u. zw. dergestalt, daß die drei Partner der öffentlichen Hand ihren gesamten Aktienbesitz in eine Holdinggesellschaft einbrachten. Dieser Plan ist jetzt durch die Gründung der Berliner Elektrizitäts-Union verwirklicht worden. An deren Gesellschaftskapital von 80 Mill RM sind die drei Partner in gleicher Weise beteiligt wie vorher am Aktienkapital der BKL. Die Parität der Gesellschafter ist dadurch gewahrt, daß jeder von ihnen einen Geschäftsführer bestellt und die Gesellschaft nur durch diese 3 Geschäftsführer gemeinsam vertreten werden kann. Durch diese gesellschaftsmäßige Zusammenfassung ist Vorsorge getroffen, daß vor jeder wichtigen Entscheidung der BKL eine Verständigung innerhalb der drei Partner erfolgt, damit die Geschäftsführung der Elektrizitäts-Union entsprechend abstimmen kann; für den Fall divergierender Meinungen sind besondere Möglichkeiten vorgesehen. Als weiterer Vorteil für die Beteiligten ergibt sich, daß der Elektrizitäts-Union, da sie mehr als 25 % des Aktienkapitals der BKL

besitzt, das Schachtelprivileg nach dem Körperschaftssteuergesetz zusteht. *lb.*

Erhöhung der Belegschaft bei der Elektrowerke AG. — Beim Kraftwerk Zschornowitz wurde eine Erweiterung der Belegschaft vorgenommen. Weitere Einstellungen sollen dort sowie auf der Grube Golpa folgen. Auch der freiwillige Arbeitsdienst soll eingesetzt werden. Bei diesen Maßnahmen, wodurch etwa 300...350 Mann dem Arbeitsprozeß wieder zugeführt werden, handelt es sich um zusätzliche Arbeiten, so daß auch die verarbeitende Industrie durch Vergabe entsprechender Aufträge daraus Nutzen zieht.

Projekt eines Düna-Kraftwerks. — Die von der lettischen Regierung zwecks Aufnahme von Projektierungsarbeiten für den Bau eines Düna-Kraftwerks in der Nähe von Riga geführten Verhandlungen hatten das Ergebnis, daß der Ministerrat ein Abkommen mit der amerikanischen Foundation Co. tätigte, obgleich das von der Elektrizitäts AG. vorm. W. Lahmeyer & Co. eingereichte Angebot keineswegs ungünstiger war; der Beschluß des Ministerrats muß allerdings noch vom Sejm genehmigt werden. Die Bauausführung dieses Projekts selbst hängt davon ab, ob es möglich sein wird, die Mittel für die Finanzierung zu beschaffen.

Aus der Tschechoslowakei. — In dem Wettbewerb um die Entwurfe von Untergrundbahnen in Prag war derjenige der Skodawerke preisgekrönt worden. Das Projekt bildete kürzlich den Gegenstand eines Vortrages im Ingenieurhaus Prag. Es berücksichtigt trotz Anlehnung an ausländische Muster die besonderen Erfordernisse des Prager Straßenverkehrs und trägt dem Bevölkerungszuwachs Prags in den nächsten Jahrzehnten Rechnung. Es sind im ganzen 3 Bahnstrecken vorgesehen, die sich in einem Dreieck Mústek—Museum—Masarykbahnhof kreuzen. Den hohen Baukosten stehen geringe Betriebskosten gegenüber. Man rechnet mit der Eröffnung der ersten Linie Bahnhof Libeň—Mústek—Smichover Bahnhof zum 1. I. 1936.

Das Arbeitsministerium hat dem Landesamt den Auftrag gegeben, das schon aus der Zeit vor dem Kriege vorliegende Projekt eines Talsperrenbaus in Salna u im Böhmerwald umzuarbeiten. Das alte Projekt, dessen Kostenaufwand mit 4½ Mill K berechnet war, stieß bei seiner Verwirklichung auf finanzielle Schwierigkeiten, bis es schließlich durch den Krieg endgültig vereitelt worden zu sein schien. Nunmehr ist der Gedanke einer Böhmerwald-Talsperre neuerlich aufgenommen worden, und man rechnet damit, ihn aus den Mitteln des Wasserwirtschaftsfonds in einer Reihe von Jahren durchführen zu können.

Im Rahmen der beabsichtigten Elektrisierung von Nebenbahnen hat die Staatsbahnverwaltung vor kurzer Zeit auf der Strecke zwischen Teplitz-Schönau und Leitmeritz Versuche mit elektrischen Triebwagen durchgeführt. Die Versuche sind befriedigend ausgefallen, so daß in nächster Zeit ein regelmäßiger Triebwagenverkehr auf diesen Strecken eingeführt werden dürfte.

Elektrisierung der brasilianischen Zentralbahn. — Die provisorische brasilianische Bundesregierung hat wegen der aufständischen Bewegung in Sao Paulo die Frist für die Einreichung von Angeboten betr. Elektrisierung der brasilianischen Zentralbahn bis zum 15. XII. d. J. verlängert.

Einweihung des Grimselekraftwerks Oberhasli. — Das bereits in der ETZ beschriebene Grimselekraftwerk Oberhasli¹ wurde nach einer Bauzeit von 7 Jahren Anfang Oktober d. J. in Betrieb genommen.

Ausbau der Rhône. — Die kürzlich mit einem Aktienkapital von 40 Mill RM² gegründete Compagnie Générale du Rhône, an der auch einige südfranzösische Eisenbahngesellschaften und auch große Pariser Elektrizitätsgesellschaften beteiligt sind, wird den sofortigen Ausbau der Rhône als Kraftquelle und Großschiffahrtsweg in Angriff nehmen. Mit dem ersten Bauabschnitt wird sofort begonnen werden. Damit dürfte das Schicksal des elsässischen Rhein-Seitenkanals, gegen dessen Ausbau auch Bedenken aus militärstrategischen Gründen laut geworden sind, endgültig entschieden sein³.

¹ Vgl. ETZ 1932, S. 955.

² 1 RM = 6 Fr.

³ Vgl. ETZ 1932, S. 1131.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

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

Jahresbeitrag der inländischen Mitglieder für 1933.

Ermäßigung des Beitrags für persönliche Mitglieder von 30 RM auf 24 RM.

Der Mitgliedsbeitrag für das Jahr 1933 beträgt:

- | | |
|--|----------|
| I. für persönliche inländische Mitglieder | 24,— RM |
| für Jungmitglieder, die eine behördliche Studienbescheinigung für 1933 vorlegen | 12,— „ |
| II. für korporative inländische Mitglieder: | |
| 1. Behörden, Schulen, wissenschaftl. Vereine usw. | 36,— „ |
| 2. Sonstige körperschaftliche Mitglieder, städt. und staatl. Betriebe, auch Eltwerke, Privatfirmen, offene Handelsgesellschaften mit beschränkter Haftung, Aktiengesellschaften usw., die beschäftigten: | |
| a) bis 50 Angestellte und Arbeiter | 50,— „ |
| b) von 51 bis 100 Angestellte und Arbeiter | 75,— „ |
| c) von 101 bis 250 Angestellte und Arbeiter | 120,— „ |
| d) von 251 bis 500 Angestellte und Arbeiter | 150,— „ |
| e) von 501 bis 1000 Angestellte und Arbeiter | 300,— „ |
| f) von 1001 bis 2500 Angestellte und Arbeiter | 450,— „ |
| g) von 2501 bis 5000 Angestellte und Arbeiter | 600,— „ |
| h) von 5001 bis 10 000 Angestellte und Arbeiter | 900,— „ |
| i) von 10 001 bis 20 000 Angestellte und Arbeiter | 1500,— „ |
| k) über 20 000 Angestellte und Arbeiter | 2400,— „ |

Die Beiträge werden recht bald auf das Postscheckkonto: Elektrotechnischer Verein, Berlin Nr. 13 302 erbeten, da sonst die ordnungsmäßige Zustellung der ETZ über den 1. Januar 1933 hinaus nicht gewährleistet werden kann. Unsere ausländischen Mitglieder erhalten besondere Mitteilung.

Diejenigen Mitglieder, die Zahlungserleichterungen wünschen, werden gebeten, sich an die Geschäftsstelle des Vereins zu wenden.

Elektrotechnischer Verein e. V.

Der Generalsekretär:

Dr. Schmidt.

Einladung

zur Fachsitzung für Elektrisches Nachrichtenwesen (EVN)
am Dienstag, dem 6. Dezember 1932, 8 Uhr abends, in der
Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Direktor Hoffmann über das
Thema: „Neue Wege der Fernsprech-Nebenstellen-Technik“.

Inhaltsangabe:

- A. Grundsätzliches über Nebenstellenanlagen.
1. Die wirtschaftliche Bedeutung der Nebenstellen-Technik.
 2. Der Einfluß der Bedingungen der Deutschen Reichspost auf die Entwicklung der Nebenstellen-Technik.
 3. Vom Vieldraht- zum Zweidraht-System.

4. Die Rückfrageschaltung.
 5. Die Bedingungen, die die vollkommene Nebenstellenanlage zu erfüllen hat.
 6. Die Stromversorgung.
 7. Das Leitungsnetz.
- B. Typische Privat-Nebenstellenanlagen.
1. Kleinanlagen.
 2. Mittlere Anlagen.
 3. Großanlagen.
 4. Sondereinrichtungen.
- C. Die Pflege privater Nebenstellenanlagen.
1. Der Störungsdienst.
 2. Die Störungskurven.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gastkarten für durch Mitglieder einzuführende Gäste sind in der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins erhältlich. Ohne Karten kein Zutritt.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie“, in Berlin-Charlottenburg, Bismarckstraße 1.

Fachausschuß für Elektrisches Nachrichtenwesen.

Der Vorsitzende:

Arendt.

Besichtigung

Am Sonntag, dem 11. Dezember 1932, 10 Uhr vormittags,
findet eine Besichtigung des 30/6 kV-Umspannwerkes
Mauerstraße in Berlin W, Mauerstraße, statt.

Treffpunkt: Mauerstraße Nr. 80, neben dem
Clou, im Hof des Abspannwerkes (Buchhändlerhof).

Die Teilnehmerzahl ist aus betrieblichen Gründen auf
60 beschränkt worden.

Die Genehmigung zur Besichtigung ist nur unter der
ausdrücklichen Bedingung erteilt worden, daß die Be-
suchsteilnehmer auf alle Ansprüche gegenüber der Ber-
liner Städtische Elektrizitätswerke AG. und deren Ange-
stellten verzichten, falls ihnen gelegentlich des Besuches
des Kraftwerkes ein Unfall oder eine Sachbeschädigung
zustoßen sollte. Die Beteiligung von Personen unter
16 Jahren ist nicht gestattet.

Die Beteiligung an der Besichtigung ist
nur gegen Karten gestattet, die in der Ge-
schäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Char-
lottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, bis Freitag, den
9. Dezember, mittags, erhältlich sind.

Um pünktliches Erscheinen wird gebeten.

Fachsitzung

für Elektromaschinenbau (EVM)

am 8. Dezember 1931 in der Techn. Hochschule in Berlin.

Besprechung des Vortrags¹

des Herrn Dr. Robert Pohl:

„Mechanische Probleme bei großen Turbo-
generatoren“.

Vorsitz: Herr Obergeringenieur Schüler.

Nach Eröffnung der Sitzung hält Herr Oberger. Dr.
Robert Pohl (Chefelektriker der AEG) den mit großem
Beifall aufgenommenen Vortrag, an den sich nachstehende
Besprechung anschließt:

Herr Kropff: In der Frage der Verwendung von Kupfer
oder Aluminium als Wickelmaterial für Läufer von Turbogeneratoren befinde ich mich in Übereinstimmung mit Herrn Dr. POHL. Meine Ansicht ist, daß man Aluminium bis zu gewissen Leistungen für die Wicklung von Läufern verwenden kann, und daß man Aluminium auch dann verwenden können, wenn es sich darum handelt, Turbogeneratoren zu bauen, die auf einen hohen Leistungsfaktor arbeiten. In den letzten Jahren ist in der Literatur vielfach die Meinung vertreten, daß für die Wicklung von

¹ ETZ 1932, S. 1099 u. 1151.

Turboläufern großer Leistungen das Aluminium dem Kupfer vorzuziehen ist².

Erst bei den großen Grenzleistungstypen, insbesondere bei 3000 U/min, bekommen wir die Schwierigkeiten, das erforderliche Aluminium in dem Läufer unterzubringen. Bei der Betrachtung muß natürlich eine induktive Last für den Generator vorausgesetzt werden; ebenso muß der Generator eine gewisse kapazitive Last abgeben können, etwa 40 % und mehr der Nennleistung des Generators. Es hat ja etwas Bestechendes, gerade bei den Grenzleistungsmaschinen Aluminium für die Läuferwicklung zu verwenden,

Sicherheit bei der Nenn Drehzahl, bezogen auf die Streckgrenze, und die 1,7fache Sicherheit bei Schleuderdrehzahl. Die kritische Drehzahl des Läufers ist 1200. Sie sehen also, daß dieser Läufer bei der Ausführung in Kupfer sowohl thermisch als auch mechanisch vollkommen in Ordnung ist.

Wie ändern sich nun die Verhältnisse bei Verwendung von Aluminium? Das geht aus der zweiten Darstellung auf dem Bilde hervor. Der Außendurchmesser ist der gleiche, 1000 mm. Wir haben wiederum dieselbe Anzahl Ampere windungen — 135 000 — auf den beiden Polen unterzubringen. Voraussetzung ist, daß der Läufer dieselbe kritische Drehzahl hat wie im Falle 1, also 1200. Dann ist es nur möglich, 115 000 mm² Aluminium in den bewickelten Nuten unterzubringen, das ergibt eine Erregerleistung von 187 kW bei induktiver Last. Umgerechnet auf Erwärmung bekommen wir eine Läufererwärmung von 135 °C, d. h. 45 ° mehr als die Verbandsnormalien zulassen. Die mechanischen Beanspruchungen liegen in zulässigen Grenzen. Also ist bei einwandfreien mechanischen Eigenschaften des Läufers die Erwärmung der Wicklung zu hoch. Die Läuferwicklung in Aluminium muß den verbandsnormalen Temperaturen genügen. Wir kommen dann zu der dritten Darstellung auf dem Bilde. Wieder der gleiche Durchmesser und die gleiche totale Ampere windungszahl. Voraussetzung ist nun, daß der Läufer dieselben Erregerverluste abführt wie bei der Ausführung in Kupfer, nämlich 121 kW. Dann sind auf diesen

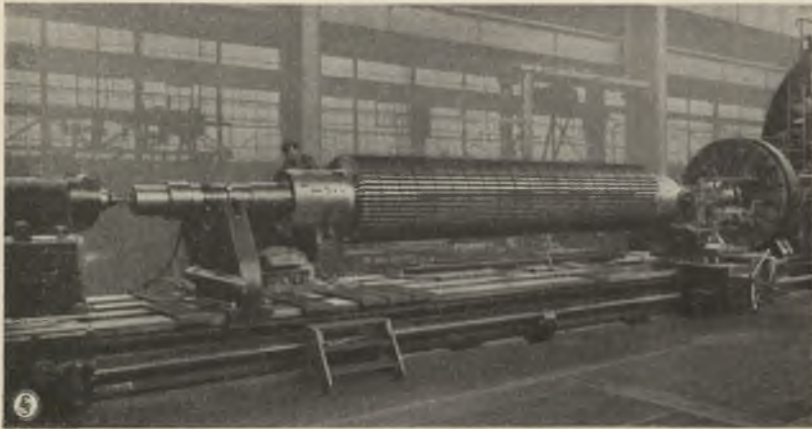


Abb. 1. Genuteter Läufer eines Turbogenerators SSW. 80 000 kVA, $\cos \varphi = 0,75$, 1,5 kW, $n = 3000$.

da die Generatorleistungen immer mehr gesteigert werden und hiermit auch die mechanische Beanspruchung im Läufer wächst.

Ich möchte Ihnen zur Ergänzung der Ausführungen des Herrn Dr. POHL an einer großen Grenzleistungsmaschine kurz die Verhältnisse klarlegen, wenn Kupfer oder Aluminium für die Läuferwicklung verwendet wird. Es handelt sich um einen großen Turbogenerator für 80 000 kVA und 3000 U/min, der von den Siemens-Schuckertwerken gebaut worden ist, und der bereits das Prüffeld durchlaufen hat und hinsichtlich seiner thermischen Beanspruchung und auch seiner mechanischen Eigenschaften den Forderungen vollständig entsprochen hat. Der Durchmesser dieses Läufers ist 1000 mm, die Eisenlänge ist etwa 5000 mm, das Material ist Chromnickelstahl; es ist vergütet und hat eine Bruchfestigkeit von 73 kg und eine Streckgrenze von 55 kg/mm². Die Kerbfestigkeit ist 7...8 und die Dehnung 18 %. Das sind sehr günstige Werte für einen so großen Läufer. Die Wicklung des Läufers ist in Kupfer ausgeführt.

In Abb. 1 sehen Sie den genuteten Läufer auf der Drehbank. Er ist dreiteilig und besteht aus dem Mittelstück, dem eigentlichen Kern, den beiden Wellenstummeln, die angeflanscht sind. Es ist also möglich, den Ballen gut durchzuschmieden und dadurch eine gute Struktur des eigentlichen Körpers zu bekommen. Es soll an diesem Körper die Untersuchung vorgenommen werden. In Abb. 2 links ist die Ausführung in Kupfer dargestellt. Der Läuferdurchmesser ist 1000 mm, der Wellendurchmesser an der Zahnwurzel 710 mm. Es sind auf diesem Läufer 135 000 AW unterzubringen, u. zw. für eine induktive Belastung von 80 000 kVA und $\cos \varphi = 0,75$, 10 500 V. Der Querschnitt des gesamten Kupfers für alle bewickelten Nuten ist 97 000 mm², die Erregerenergie ist 121 kW für eine Erregung entsprechend 80 000 kVA und $\cos \varphi = 0,75$, 10 500 V. Als Erwärmung wurden 85 °C auf dem Prüfstande ermittelt.

Wie sieht es nun mit den mechanischen Beanspruchungen des Läuferkörpers aus? Bei dem Wellendurchmesser von 710 mm lesen wir aus der aufgestellten Kurve nach GRÜBLER eine Randbeanspruchung in der Wellenbohrung von 21 kg/mm² ab. Das ergibt eine 2,6fache

Läufer 160 000 mm² Aluminium aufzubringen. Nun kommt noch hinzu, daß bei der Vertiefung der Nuten durch die Verengung des Läuferjochquerschnittes mehr Ampere windungen verbraucht werden, und damit kommen wir zu dem Falle 4. Wir verbrauchen 145 000 AW total. Setzen

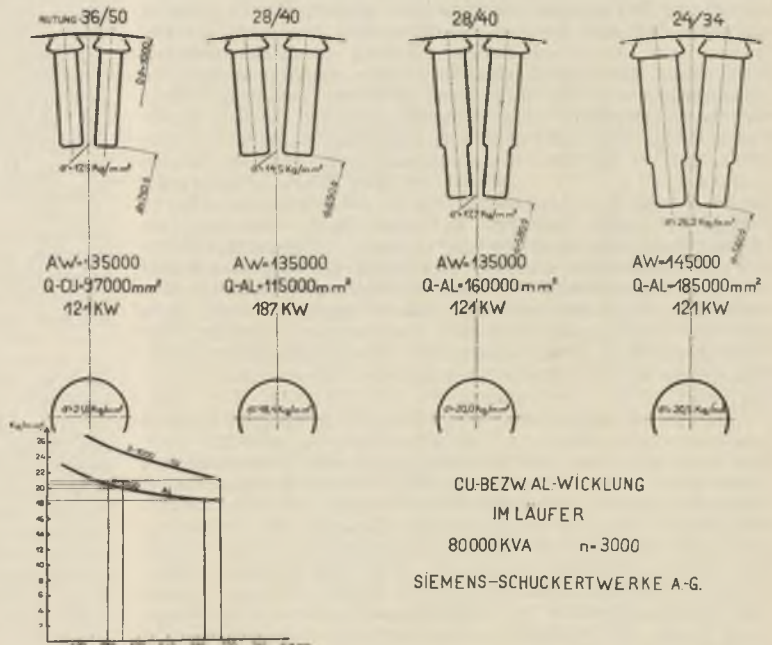


Abb. 2.

wir wieder dieselben Verluste wie im Falle 1, also 121 kW, voraus, dann hätten wir 185 000 mm² Aluminium unterzubringen. Nun sollte man annehmen, daß die Erwärmung des Läufers bei den gleichen Verlusten wie im Falle 1 dieselbe sein müßte. Mit Rücksicht auf die große Menge von Aluminium, die unterzubringen ist, muß die Nutung größer als im Falle 1 gemacht werden. Im Falle 1 haben wir 36 Nuten und im Falle 4 hätten wir 24 Nuten zu bewickeln, d. h. es sind je Nut 50 % mehr Verluste als im Falle 1 anzuführen. Das Temperaturgefälle ist somit sehr stark angestiegen.

Die angeschriebenen mechanischen Beanspruchungen zeigen, daß die Zahnwurzelbeanspruchung weit über die

² S. H. Rickli, Neuere Entwicklung im Turbogeneratorenbau, 2. Weltkraftkonferenz 1930; s. R. Pohl u. E. Laßwitz, Grenzbedingungen für Generatoren, 2. Weltkraftkonferenz 1930.

zulässige hinausgeht. Die kritische Drehzahl ist auf 1000 gesunken. Auch werkstattechnisch sind große Bedenken in der Ausführung so langer dünner Zähne.

Nun wird des öfteren die Ansicht vertreten, daß eine gute Innenbelüftung des Läufers die erhöhten Verluste abführen könne. Woher soll die Innenbelüftung des Läufers kommen, wenn angenähert der doppelte Querschnitt an Aluminium in dem Läufer untergebracht werden muß? Es bleibt kein Querschnitt mehr für den Luftdurchtritt übrig. Auch ist der Vorschlag gemacht worden, die Aluminiumbeanspruchung bis auf 4 A/mm^2 heraufzutreiben, um damit einen gewissen Durchtrittsquerschnitt für die Luft zu gewinnen. Wenn wir das in diesem konkreten Fall durchführen wollen, dann hätten wir die 2,5fachen Verluste gegenüber Fall 1, und wir hätten vom Läufer ungefähr 300 kW abzuführen. Mit Unterstützung einer guten Innenbelüftung sind diese Verluste nicht mehr abzuführen. Es ist wohl möglich, durch Innenbelüftung etwa 15 % Erregerverluste abzuführen, wenn man die Außenbelüftung noch zur Wirksamkeit kommen lassen will.

Sie erkennen hieraus, welche Schwierigkeiten es macht, für große Induktoren Aluminiumwicklung zu verwenden. Es würde zu weit führen, für noch größere Läuferdurchmesser die Betrachtungen auszudehnen. Die vorzubringenden Einwendungen und Bedenken werden nicht behoben.

Herr Lehr: Gestatten Sie mir einige Worte zur Festigkeitsfrage! Herr Dr. POHL hat darauf hingewiesen, daß die Nutzanwendung der Dauerstandfestigkeit in der Praxis erhebliche Schwierigkeiten mache. Ich bin in der letzten Zeit wiederholt auf diese Schwierigkeiten aufmerksam geworden. Sie beruhen in erster Linie in der Begriffsbestimmung der Dauerstandfestigkeit, wie sie von den Werkstoffprüfern gegeben wurde. Diese deckt sich nicht mit dem Festigkeitswerte, den der Konstrukteur für seine Berechnungen braucht. Denn als Dauerstandfestigkeit wird diejenige ruhende Beanspruchung definiert, die auf die Dauer gerade noch ertragen werden kann, ohne daß das betreffende Prüfstück zu Bruch geht; man hat dabei stillschweigend die Voraussetzung gemacht, daß das Prüfstück beliebig große plastische Dehnungen erleiden kann. Der Konstrukteur kann aber mit der Beanspruchung bei weitem nicht so hoch gehen. Er kann nicht zugeben, daß sich die Konstruktionsteile im Laufe des Betriebes um einen erheblichen Betrag plastisch dehnen; denn durch die Gestaltungsänderungen werden zusätzliche Spannungen und alle möglichen anderen Unzuträglichkeiten hervorgerufen. Auf dem Kongreß in Zürich wurde diese Frage ebenfalls erörtert, und man kam zu der Ansicht, daß es für den Konstrukteur nicht auf die Dauerstandfestigkeit — wobei ich das Wort „Festigkeit“ betonen möchte — ankommt, die in Analogie zur „Bruchfestigkeit“ steht, sondern auf eine Zahl, die wir als „Dauerstandelastizitätsgrenze“ oder „Dauerstandfließgrenze“ bezeichnen können. Darunter ist eine Beanspruchung zu verstehen, die gerade noch von dem betreffenden Prüfstück für beliebig lange Dauer ertragen wird, ohne daß der Prüfkörper bleibende Dehnungen erleidet, die größer als etwa $1/1000$ sind. Das ist eine Begriffsbestimmung, wie sie den Anforderungen des Konstrukteurs entspricht.

Die Schwierigkeiten, von denen ich sprach, haben sich besonders beim Bau von Hochdruckkesseln gezeigt. Dort hat man es ja mit verhältnismäßig hohen Temperaturen (etwa 450°) zu tun. In diesem Falle liegt die Dauerstandfestigkeit schon ganz erheblich niedriger als die Bruchfestigkeit. Man hat bei derartigen Kesseln die Erfahrung gemacht, daß man die Dauerstandfließgrenze und damit die zulässige Beanspruchung nur etwa halb so hoch wählen kann wie die Dauerstandfestigkeit. Leider hat man seitens der Werkstoffprüfer in Deutschland bisher dieser Frage noch nicht die nötige Aufmerksamkeit gewidmet. In Zürich trug ein Franzose namens GALIBOURG über diese Frage vor. Er hat ein Verfahren ausgearbeitet, mit Hilfe dessen er die Dauerstandelastizitätsgrenze in kurzer Zeit glaubt mit befriedigender Genauigkeit feststellen zu können. Bei normalen Temperaturen dürfte bei Stahl die Dauerstandelastizitätsgrenze etwa 10 % unterhalb der Streckgrenze anzunehmen sein.

Nun zur Bruchgefahr! Es war mir sehr interessant, aus dem Vortrag von Herrn Dr. POHL zu entnehmen, daß innere Spannungen nicht für die Brüche verantwortlich gemacht werden können. Wo ist die Ursache dann zu suchen? Ich vermute: in den Abrundungsecken der Zähne. Wir täuschen uns alle über den Spannungszustand und die Spannungserhöhungen an Querschnittübergängen. Die Formeln, die man dafür anwendet, haben bei der Nachprüfung durch Versuche gezeigt, daß

sie um sehr erhebliche Beträge falsch sind. Ich erinnere z. B. an die Untersuchung von Hohlkehlen, wie sie ARMBRUSTER³ im Laboratorium von Prof. A. FÜPPI in München durchgeführt hat. Er hat die Beanspruchungen, die er an Glasmodellen im polarisierten Licht ermittelte, zu den Beanspruchungen, die nach den Formeln errechnet wurden, in Vergleich gestellt. Dabei ergab sich, daß auch bei der schärfsten Kerbe, die er herstellen konnte, und die nur einen Rundungsradius von einigen hundertstel Millimetern aufwies, eine etwa vierfache Spannungsüberhöhung nicht überschritten wurde, während die Formeln bei diesem Rundungsradius bereits Spannungsüberhöhungen von dem 10- bis 15fachen lieferten. In diesem Fall haben also die Formeln zuviel gezeigt. Aber auch der umgekehrte Fall kommt vor. Ich weiß nicht, ob Ihnen die Untersuchungen bekannt sind, die an der T. H. Aachen durchgeführt worden sind. Ich erinnere z. B. an eine Arbeit von MATHAR⁴, die sich auf die Spannungsverteilung in geschlossenen Pleuelstangenköpfen bezieht. Während man nach der normalen Rechnung Spannungserhöhungen von etwa dem Zweifachen erhält, hat MATHAR festgestellt, daß an diesen Stellen Spannungserhöhungen von dem 5- bis 6fachen auftreten. Ähnliche Untersuchungen sind bei Bohrungen gemacht worden, in die Nieteneingreifen. Ich habe kürzlich in der Zeitschrift „Maschinenbau“ näheres über diese Frage veröffentlicht⁵; dort ist auch die Literatur zusammengestellt.

Nun möchte ich fragen: hat man bereits eine dünne Scheibe von dem Querschnitt des Läufers bei einem den Betriebsverhältnissen entsprechenden Spannungszustand untersucht und festgestellt, welche Spannungserhöhungen an den Ecken der Nuten auftreten? Wenn das nicht der Fall ist, so möchte ich dringend raten, einmal solche Untersuchungen durchzuführen. Man kann sie natürlich nicht an der rotierenden Scheibe anstellen; aber es gibt ja Mittel und Wege, um die Scheibe im Ruhezustand in den gleichen Spannungszustand zu versetzen, den sie im rotierenden System besitzt.

Nun noch eine Kleinigkeit! Herr Dr. POHL erwähnte zu Anfang ein Spannungsdiagramm, in dem die ruhende Vorspannung (Mittelspannung) als Abszisse und die Wechselbeanspruchung als Ordinate aufgetragen ist, und sagte, daß dieses Diagramm zuerst von HAIGH angegeben worden sei. Ich weiß nicht, ob Ihnen bekannt ist, daß diese Art der Darstellung auf einen Deutschen namens GERBER zurückgeht, und daß die Kurve in der Materialprüfung unter dem Namen „Gerberparabel“ bekannt ist. Ich verweise z. B. auf den zusammenfassenden Bericht von MAILÄNDER⁶. Dann möchte ich noch darauf hinweisen, daß die zweite Art der Darstellung des Vorspanndiagramms zum erstenmal von einem Engländer SMITH im Jahre 1910⁷ angewandt wurde, u. zw. bei Zug-Druck-Beanspruchung. Ich bedaure, daß gerade über dieses Diagramm, das wir in der Materialprüfung meist als Vorspanndiagramm schlechthin bezeichnen, sehr viel und mit großer Phantasie theoretisiert worden ist, daß aber sehr wenige exakte Messungen darüber vorliegen, sonst würde man nicht auf die abenteuerlichen Spitzen kommen, wie sie in der Literatur immer wieder auftauchen. Wer einmal an einer Prüfmaschine gestanden und dieses Diagramm z. B. auf Torsion aufgenommen hat, der kommt zu folgendem Ergebnis: Bis zu einer bestimmten ruhenden Spannung kann man den Stab durch Schwingungsbeanspruchung zu Bruch bringen. Überschreitet man aber eine bestimmte Grenze, so ist man in keiner Weise imstande, den Schwingungsbruch bei poliertem Probestab herbeizuführen, sondern wenn man die Vorspannung auf einem bestimmten Wert halten will und mit der Schwingungsbeanspruchung über einen gewissen Wert hinausgeht, so dehnt sich der Stab plastisch, die Vorspannung sinkt herab. Versucht man umgekehrt die Schwingungsbeanspruchung zu halten und stellt die Vorspannung nach, so dehnt sich der Prüfstab fortgesetzt plastisch. Man kommt nicht auf die gewünschte Spannung herauf, bis der Stab schließlich infolge der starken plastischen Verformung bricht. Ich habe in dem Aufsatz, den Dr. POHL erwähnt⁸, betont, daß man infolgedessen bei diesem Dia-

³ E. Armbruster, Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit auf den Spannungsverlauf und die Schwingungsfestigkeit. VDI-Verlag, Berlin 1931.

⁴ Mathar, Über die Spannungsverteilung in Stangenköpfen. VDI-Forschungsheft Nr. 306, VDI-Verlag, Berlin 1928.

⁵ Lehr, Meßgeräte für Dehnungsmessungen. Maschinenbau Bd. 10, S. 711 (1931).

⁶ Mailänder, Ermüdungserscheinungen und Dauerversuche. Werkstoffausschußbericht des Vereins deutscher Eisenhüttenleute Nr. 38, Stahl u. Eisen Bd. 44, S. 585, 624, 657, 684, 719 (1924), vgl. insbes. S. 585.

⁷ Smith, Experiments on fatigue of metals. Iron and Steel Institute 1910, II., S. 245, Stahl u. Eisen 1910, S. 1727.

⁸ Lehr, Wege zu einer wirklichkeitsgetreuen Festigkeitsrechnung, Z. VDI Bd. 75, S. 1473 (1931).

gramm klar zwei Zonen unterscheiden müsse: eine Zone, innerhalb deren man das Material durch Schwingungsbeanspruchung zu Bruch bringen kann, und wo die Schwingungsbeanspruchung als Gefahrengrenze maßgebend ist, und eine zweite Zone, in der die plastische Deformation maßgebend wird; hier kommen unzulässig große bleibende Verformungen zustande, bevor die Gefahr des Schwingungsbruchs auftritt. Dieser Sachverhalt ist leider bisher viel zu wenig beachtet worden. Bei Torsion tritt die Erscheinung besonders klar zutage. Bei Zug-Druckbeanspruchung sind die Verhältnisse etwas gemildert, aber sie sind auch dort vorhanden.

Herr Melchior: Zu den Ausführungen von Herrn Dr. LEHR möchte ich gerade in diesem Kreise auf einen Punkt eingehen, weil er vielleicht mißverstanden werden könnte. Herr Dr. LEHR wies auf die Dauerstandfestigkeit und die Dauerfließgrenze hin. Die Dauerfließgrenze ist die größte statische Beanspruchung, unter deren noch so langer Einwirkung überhaupt keine plastische Formänderung eintritt oder wenigstens innerhalb bestimmter, sehr enger Grenzen bleibt, während eine Beanspruchung gleich der Dauerstandfestigkeit im allgemeinen zunächst eine große plastische Formänderung bedingt, die aber im Laufe der Zeit gerade noch zur Ruhe kommt. Im Elektromaschinenbau, wo es sich nur um Konstruktionen handelt, die bei Temperaturen von Zimmertemperatur bis etwa 100 °C beansprucht werden, ist die Dauerstandfestigkeit insofern gegenstandslos, als sie bei Stahl jenseits der Streckgrenze liegt. Jeder weiß, daß er sich bereits vor der Streckgrenze hüten muß. Die Dauerfließgrenze besonders zu bestimmen, erübrigt sich hier vollständig, weil jeder Stahl in dem Temperaturbereich, der für den Konstrukteur in Frage kommt, und noch darüber hinaus, nämlich tatsächlich bis zur Dauerstandfestigkeit, immer „steht“, wenn er beansprucht wird, und nicht weiter fließt. Die Dauerfließgrenze fällt also hier praktisch mit der gewöhnlichen Streckgrenze zusammen. Bei Temperaturen über 300 °C und auch bei Nichteisenmetallen liegt die Dauerfließgrenze aber unterhalb der Streckgrenze. Das ist also eine Schwierigkeit, die zwar für den Kesselbau und auch den Dampfturbinenbau besteht, nicht aber für den Elektromaschinenbau.

Herr Greiner: Ich möchte zu dem Diagramm Nr. 1 des Herrn Vortragenden eine Frage stellen. In diesem Diagramm war angegeben, daß sich die Schwingungsfestigkeit aus Dauerversuchen für eine Schwingungszahl von 1 Mill ermitteln lasse. Ich entsinne mich, vor nicht langer Zeit in der Literatur einen Bericht über Versuche gelesen zu haben, nach dem 1 Mill Wechsel nicht ausreichen, sondern daß man auf mindestens 10 Mill Wechsel gehen müsse, um die Schwingungsfestigkeit zu bestimmen. Ich möchte den Herrn Vortragenden fragen, ob ihm darüber vielleicht etwas bekannt ist, denn solche Probleme spielen für alle Apparate, die mit Dauerschwingungen zu tun haben, eine Rolle. Ich habe selbst an einem mechanischen Schwingungserzeuger die Erfahrung gemacht, daß 2 Mill Wechsel noch nicht ausreichen, sondern daß ich bis zu 5 und 6 Mill gehen mußte, um die tatsächliche Schwingungsfestigkeit zu ermitteln.

Dann möchte ich noch eine Frage zu dem zweiten Teil des Vortrages stellen, zu der zweifellos technisch einwandfreie Lösung der Verschiebbarkeit der Wickelköpfe. Wie steht es dabei jedoch mit den an die Wickelköpfe anschließenden Endteilen der Spulen, die im Eisen eingebettet liegen? Diese Teile müssen doch etwa 80–90 % der Verschiebung mitmachen, die die Wickelköpfe ausführen. Da die Größenordnung nach den Angaben von Dr. POHL bei etwa 10 mm liegen kann, und da diese Verschiebungen der Endteile unter erheblichem Druck unter der Vorspannung der Nutenverschlußkeile und außerdem im Isoliermaterial eingebettet erfolgen müssen, möchte ich fragen, ob für diese Verschiebungen keine Bedenken bestehen.

Vorsitzender: Der Herr Vortragende hat eine Ausführung der Läuferwicklung gezeigt, bei der der Querschnitt des Kupfers in den Wickelköpfen ein anderer war als in den Nuten. Es wäre interessant zu erfahren, wie diese Konstruktion ausgeführt wird. Es muß doch schwierig sein, das Kupfer mit wechselndem Querschnitt herzustellen. — Herr Dr. POHL hat uns dann einen Rotor mit „Parallelnoten“ gezeigt (Abb. 14), bei dem infolge der guten Einbettung des Kupfers eine besonders günstige Beanspruchung erzielt wird. Diese Konstruktion wurde schon bei einem der ersten Turbogeneratoren verwendet. Ich glaube mich zu erinnern, im Jahre 1904 einen solchen Rotor von Westinghouse auf der Ausstellung in St. Louis gesehen zu haben. Demnach war man also schon damals auf dem richtigen Wege.

Vortragender: Ich danke zunächst Herrn KROPPF für seinen Beitrag, der bezüglich der Aluminiumwicklungen im wesentlichen das bestätigte, was ich ausführte. Um aber dem Aluminium ganz gerecht zu werden, hätte Herr KROPPF den Vergleich nicht nur für die im aktiven Teil liegende Wicklung durchführen, sondern, wie ich schon in meinen Ausführungen sagte, auch den Wickelkopf betrachten müssen, wo natürlich das Aluminium wesentlich besser abschneidet. Außerdem scheint mir auch der Vergleich für den aktiven Teil nicht ganz einwandfrei zu sein. Ich möchte doch der Aluminiumwicklung Gerechtigkeit widerfahren lassen —, nicht ganz einwandfrei deshalb, weil Herr KROPPF, wenn ich ihn richtig verstanden habe, zwei Induktoren in Kupfer und Aluminium mit gleichem Durchmesser verglichen hat. Es liegt aber doch so, daß ich bei einer Aluminiumwicklung den Durchmesser größer wählen darf. Davon abgesehen freue ich mich aber, daß Herr KROPPF in der Beurteilung der Aluminiumwicklung mit mir einig geht.

Ich danke weiter Herrn Dr. LEHR für seine Ausführungen, die uns sehr interessant waren. Seine Frage über die Messung der Kerbwirkungen an Nuten kann ich dahingehend beantworten, daß wir diese sowohl im polarisierten Licht als auch mit Gummiplatten bereits untersucht haben. Vielleicht hat Herr Dr. LEHR bemerkt, daß ich in meinem Vortrage gerade auch auf diesen Punkt hingewiesen habe. Ich zeigte Ihnen ein Bild eines vierpoligen Induktors mit Nuten und betonte, daß die Abrundungen mit besonders großem Radius ausgeführt worden seien.

Weiter war mir sehr interessant, daß mich Herr Dr. LEHR, der ja die Literatur über die Frage der Dauerfestigkeit wie vielleicht kein zweiter beherrscht, in der Frage des Ursprungs der verschiedenen Diagramme berichtigten konnte. Es stellt sich also heraus, daß das von mir als Haighdiagramm bezeichnete ein deutsches Diagramm ist und auf GERBER zurückgeht, während das Diagramm, das ich als das deutsche oder wenigstens in der deutschen Literatur vorherrschende bezeichnete, ursprünglich von einem Engländer entwickelt worden ist. Das Gesamtergebnis contra England ist also ± 0 .

Die zwei Zonen, die Herr Dr. LEHR anführte, von denen bei der einen die Dauerfestigkeit und bei der anderen die Streckgrenze entscheidend ist, entsprechen ja den zwei Zonen, die ich auch in meinem Diagramm unterschieden habe.

Zu der Frage, ob die Wechselfestigkeit schon nach 1 Mill Wechsel ermittelt werden kann, ist zu sagen, daß das bei dem von mir gezeigten Versuchsergebnis gerade der Fall war, keineswegs aber allgemein gilt. Man nimmt ja neuerdings definitionsgemäß denjenigen Punkt, der sich nach 10 Mill Wechsel ergibt.

Dann wurde die Frage gestellt, wie sich die Axialbewegung der Spulen, die ich durch die Neukonstruktion erleichtern will, im aktiven Teil abspielt. Auf Grund der von uns ausgeführten Messungen ist festgestellt, daß die geradlinigen Spulenteile, u. zw. nicht nur die in der Nut liegenden, sondern auch die darüber hinausragenden, sich einwandfrei hin und her bewegen. Die Schwierigkeit besteht darin, daß die gekrümmten Teile nicht mitkommen. Die Verbesserung der Konstruktion muß sich also zum Ziel setzen, eine gleichmäßige Bewegung des gesamten Kopfes zu bewirken. Ich glaube, das haben wir erreicht.

Her SCHÜLER fragte zum Schluß noch, wie die Querschnittsänderung des Kupfers erreicht werde, die ich in einem Bild zeigte. Die Verminderung des Kupferquerschnittes im Kopf verglichen mit dem in der aktiven Länge kann auf zweierlei Weise erreicht werden. Bei großen Maschinen, von denen ich sprach, spielen die Kosten der Verminderung des Kupferquerschnittes im Verhältnis zu den Gesamtkosten der Maschine eine untergeordnete Rolle. Einmal ist es also möglich, das Kupfer abzufräsen, oder wenn man es einfacher und billiger machen will, kann man das Ziel auch durchaus einwandfrei durch Auflöten — natürlich Hartlöten — von Kupferstreifen auf die aktive Länge erreichen.

Schließlich hat Herr SCHÜLER mit Recht darauf aufmerksam gemacht, daß die Konstruktion des Parallelnutinduktors, die ich zeigte, nichts Neues darstellt. Sie wird in letzter Zeit vielfach als Ljungström-Induktor bezeichnet. Aber auch die Firma Ganz & Co. benutzt diese Konstruktion schon seit vielen Jahren. Sie ist in der Tat vor mehr als 25 Jahren von der Westinghouse Co. entwickelt worden. Wenn ich nicht irre, ist LAMME ihr Erfinder. Ich erinnere mich, daß etwa 1908 in London in einem Vortrag über dieses Thema ähnliche Bilder gezeigt wurden. Ich habe ja auch diese Parallelnutkonstruktion keineswegs als etwas Neues oder vorzugsweise

Anzuwendendes zeigen wollen, sondern nur als eine der Möglichkeiten, die Wärmebewegung der Spulen zu unterbinden.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachungen.

Kommission für Freileitungen.

Die Kommission hat in ETZ 1932, S. 873 u. ff., einen Entwurf zu Änderungen und Ergänzungen an den

„Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V. S. F./1930“ veröffentlicht.

Auf Grund von Einwänden, die gegen diesen Entwurf eingegangen waren, sind die nachstehend veröffentlichten Abänderungen an dem Entwurf vorgenommen worden.

Der Vorstand hat dem Entwurf und den nachstehend veröffentlichten Abänderungen dieses Entwurfes zugestimmt, so daß die Änderungen und Ergänzungen gegenüber dem in dem Sonderdruck VDE 0442, 4. Ausgabe Januar 1932, enthaltenen Wortlaut mit dem Tage der Veröffentlichung an dieser Stelle in Kraft treten.

Kommission für Fernmeldetechnik.

Die Kommission hat dem Vorstand zur Angleichung an Änderungen an den „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V. S. F./1930“ und die durch den bevollmächtigten Ausschuß 1932 verabschiedeten „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Netzstrom führenden Fernmeldegeräten V. F. G. N./1934“ die nachstehend veröffentlichten Änderungen an den

„Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V. E. F./1932“ vorgelegt.

Der Vorstand hat diesen Änderungen an den V. E. F./1932 mit der Maßgabe zugestimmt, daß diese Änderungen mit dem Tage ihrer Veröffentlichung an dieser Stelle in Kraft treten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Kommission für Freileitungen.

Änderungen
an den

„Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V. S. F./1930“.

III. Freileitungen für Nennspannungen von 1 kV und darüber.

A. Leitungen.

§ 6.

Beschaffenheit der Leitungsdrähte und Leitungsseile. Mindestquerschnitte.

Die Vorschrift c) wird durch folgenden Zusatz erweitert:

„Eindrätige Kupfer- und Bronzeleitungen sind nur bis zu einem Höchstquerschnitt von 16 mm² zulässig.“

§ 7.

Zulässige Zugspannungen.

In Tafel I werden die Grenzspannweiten für Stahlaluminium aus Spalte 7 gestrichen. In einer neuen Fußnote 4 wird gesagt:

„Die Grenzspannweiten für Stahlaluminium werden später nachgetragen.“

§ 8.

Durchhang.

Der erste Satz der Vorschrift b) erhält folgende geänderte Fassung:

„b) Bei der Berechnung des Durchhanges kommt zum Gewicht der Leitung eine Belastung durch Eisbehang, Rauhreif, Schnee oder Wind.“

In Tafel II werden in Spalte 5 der Wert 16 für Stahlaluminium und die zugehörige Fußnote ⁴ gestrichen.

C. Gestänge.

1. Allgemeines.

§ 17.

Belastungsannahmen.

Unter d) treten bei Tafel III folgende Änderungen ein:

Unter Ziffer 2 erhält der unter β) stehende Unterabschnitt in Spalte 2 folgenden geänderten Wortlaut:

„β) Wie 1 β).“

Der bisher unter β) stehende Wortlaut erhält jetzt den Kennbuchstaben γ).

Unter Ziffer 3 erhält der unter β) stehende Unterabschnitt in Spalte 2 folgenden geänderten Wortlaut:

„β) Wie 1 β).“

Der bisher unter β) stehende Wortlaut erhält jetzt den Kennbuchstaben γ).

Unter Ziffer 4 erhält der unter β) stehende Unterabschnitt in Spalte 2 folgenden geänderten Wortlaut:

„β) Wie 2 γ).“

Unter Ziffer 7 erhalten die beiden Absätze in Spalte 2 folgenden Wortlaut:

„Die größte Mittelkraft aus den Kräften bei Normalbelastung, die sich aus dem Verwendungszweck des Mastes für die einzelnen Leitungen ergeben, und gleichzeitig Winddruck auf Mast und Kopfausrüstung in Richtung dieser Mittelkraft.

Der bei Ermittlung der einzelnen Kräfte bei Normalbelastung vorgeschriebene Winddruck auf Mast und Kopfausrüstung braucht nicht berücksichtigt zu werden.“

2. Holzmaste.

§ 21.

Festigkeitsberechnung.

Die Vorschrift b) wird, wie folgt, geändert:

„b) Für einfache Tragmaste kann die Zopfstärke Z in cm nach folgender Näherungsformel berechnet werden:

$$Z = 0,65 H + k \sqrt{a \sum d}.$$

In der anschließenden Zeichenerklärung tritt folgende Änderung ein:

„ $\sum d$ = Summe der Durchmesser d aller an dem Mast verlegten Leitungen in mm.“

3. Stahlmaste.

§ 23.

Allgemeines.

Die Vorschrift g) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„g) Für sämtliche Bauteile sind Anschlußniete unter 13 mm Durchmesser des geschlagenen Nietes und für Flach- und Winkeleisen Stahlstärken unter 4 mm, außerdem Schenkelbreiten unter 35 mm und Flacheisen unter 30 mm Breite unzulässig, sofern sie durch einen Niet geschwächt sind.“

6. Fundierung der Maste.

§ 28.

Berechnung der Fundierung.

Die Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„a) Block- und Plattenfundamente sind nach Fröhlich „Beitrag zur Berechnung von Mastfundamenten“ (Verlag von W. Ernst & Sohn, Berlin) zu berechnen. Außerdem sind die inneren Spannungen zu berücksichtigen bei außergewöhnlich großen Fundamenten, bei Fundamenten für Rohr- und Betonmaste sowie bei Fundamenten mit Fußplatten, bei denen die Auskragungen der Fußplatte größer als ihre Stärke sind. Abmessungen von Fundamenten, deren Berechnung in der Arbeit

Die moderne Aufzugswinde erfordert den patinastahlgekapselften, praktisch geräuschlosen **Klöckner-Ölbremslüfter** mit ziehender oder stoßender Kraftwirkung —

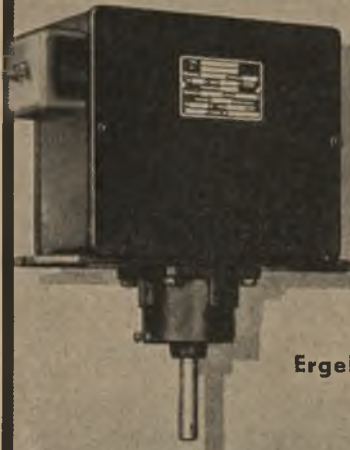
Bei verschiedenen Hubhöhen konstante Hubarbeit — Zug- und Fallgeschwindigkeiten in weiten Grenzen regelbar — kleine Abmessungen — ermäßigte Preise!



F. KLOCKNER & CO.
DIE FACHFABRIKEN FÜR SCHALTGERÄTE
KÖLN - BAYENTHAL

**Klöckner-
Einphasen-Dreh- oder
Gleichstrom-Bremslüfter**

arbeiten ruhig — sind unentbehrliche Betätigungselemente für Kupplungen — Ventile — Bremsen — Sperrklinken — besitzen wirksame Schlagdämpfung u. entwickeln bei kleinem, formschönen Aufbau hohe Zugkräfte!



Ergebnisse langjähriger Bau-Erfahrung!



F. KLOCKNER & CO.
DIE FACHFABRIKEN FÜR SCHALTGERÄTE
KÖLN - BAYENTHAL

DEKA

**Bleimantel-
Leitung**

DEUTSCHE KABELWERKE
BERLIN O. 112



RS

Anerkannt beste Leitung für Installationen in Ställen, feuchten, säurehaltigen Räumen etc. Lieferung von Installationsmaterialien in erster Qualitätsausführung.

Wähle

23

Porzellan isolierte Wielandklemmen

mit kittlos befestigten Spannringen D.R.P.



Nr. 163-168 mit
einer Klemmschraube



Nr. 1641-1661 mit
vier Klemmschrauben

Infolge der geringen Größenverhältnisse
in allen Anlagen bevorzugt.

Fritz Wieland, Bamberg (Bayern)

Wieland

Schalttafel-Instrumente

mit nicht spiegelndem Glas



519

Neu: **Blendungsfrei!**



Bisher: Ablesung durch
Lichtreflexe gestört

Versäumen Sie nicht die technischen und
preislichen Vorteile der NORMA-Instrumente
auszunutzen.

Unser Arbeitsgebiet umfaßt
Schalttafel-Instrumente runder Form 85-300 mm \varnothing
und Profil-Instrumente in 2 Größen.

NORMA

INSTRUMENTEN - FABRIK

Bonwitt & Co.

WIEN XI, Fickeysstraße 11

Meirowsky & Co

Aktiengesellschaft / Porz / Rh



Kopplungs // Kondensatoren

für drahtgerichtete
Hochfrequenz-
Telefonie

in neuester,
einteiliger

Ausführung

bis 150 kV. und
Kapaz. bis 4000 cm

höchste
Betriebsicherheit
geringste

Abmessungen
wesentliche

Anlageverbilligung





Voith

Eisenwasserbauten



Montage eines Segmentwehres von 20 m li. W.

- Bewegliche Wehre
- Schützenwehre
- Segmentwehre
- Selbsttätige Stauklappen

Die Einrichtung unseres Eisenkonstruktionswerkes ermöglicht uns die Herstellung von Eisenwasserbauten bis zu den größten Abmessungen

J.M.Voith

MASCHINENFABRIKEN

Heidenheim (Brenz), Württemberg
und St. Pölten, Niederösterreich



Askania-Glasspannungsprüfer

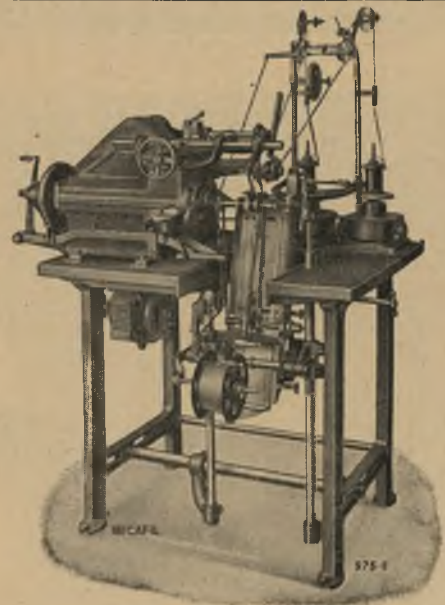
für die laufende Untersuchung gekühlter und ungekühlter Glasgegenstände aller Art, wie Lampenkolben, Flaschen, Küvetten und dgl. auf Spannungsfreiheit. Großes, helles Gesichtsfeld, hohe Meßempfindlichkeit, einfache Bedienung durch ungelernete Arbeiter. Ständige Anwendung bietet den sichersten Schutz

gegen Verlust an Material und Arbeit.

Verlangen Sie bitte Angebot und Druckschrift „Phyo 2733“



ASKANIA-WERKE & Co.
BAMBERGWERK
BERLIN-FRIEDENAU
KAISERALLEE 87/88

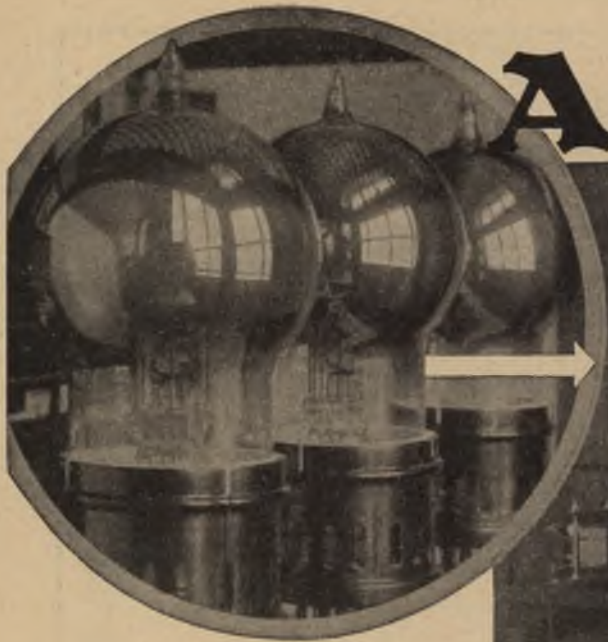


Vollautomatische Spulen-Wickelmaschine

mit selbsttätiger Papier-Einlaßvorrichtung
Patente angemeldet

Zum Wickeln von Spulen aller Art, wie Zündspulen, für Apparate, Meßtransformatoren, usw.

Micafil A.-G. Zürich-Altstetten Schweiz



AFA Gleichrichter

AFA 3 Röhren System



der bewährte Glühkathodengleichrichter ist mit glühlampenähnlichen Gleichrichter-Röhren ausgerüstet. Diese können mittels Steckeranschlusses von jedem Laien wie eine Radioröhre ausgewechselt werden. Die Gleichrichter-Röhren zünden selbsttätig und sicher, auch nach Wechselstromunterbrechungen, ohne besondere Hilfsmittel bei jeder Außentemperatur

ACCUMULATOREN-FABRIK AKTIENGESELLSCHAFT BERLIN SW 11

**J. WILHELM HOFMANN
KÖTZSCHENBRODA**

DIE FÜHRENDE FIRMA FÜR FREILEITUNGSMATERIAL

von Fröhlich nicht angegeben ist, sind nach einem anderen geeigneten Verfahren zu ermitteln, besonders auch dann, wenn die Fundamente nicht alleseitig von gutem Boden umgeben sind, z. B. nach Mohr, Sulzberger („Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereines“ 1924, Hefte 5 und 7; 1925, Heft 10; 1927, Heft 6); Kleinlogel („Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens“ 1928, Heft 295).“

§ 30.

Mastfüße.

Die in Entwurf 1 in ETZ 1932, S. 877, erwähnte Fassung betrifft nicht die Vorschrift c), sondern die Vorschrift a).

D. Besondere Bestimmungen.

§ 32.

Kreuzungen und Parallelführungen.

In der Vorschrift b), zweiter Absatz, wird die Ziffer 2, wie folgt, geändert:

„2. Einfach- oder Doppel-Holzposte dürfen zur Erzielung größerer Standfestigkeit nur mit besonderen Erdfüßen verwendet werden.“

In der Vorschrift b), zweiter Absatz, wird in Ziffer 4 und 10 das Wort „Schutzarmaturen“ geändert in „Lichtbogen-Schutzarmaturen“.

In der Vorschrift d), zweiter Absatz, werden unter Ziffer 1, erster Absatz; Ziffer 2, dritter Absatz; Ziffer 4, zweiter Absatz; Ziffer 5, dritter Absatz, die Worte „... oder bei Leitungsbruch in den Nachbarfeldern ...“ geändert in „... oder bei Leitungsbruch in einem Nachbarfeld ...“

§ 33.

Erhöhte Sicherheit.

In der Vorschrift c) wird in dem zweiten Absatz von Ziffer 2 das Wort „Schutzarmaturen“ geändert in „Lichtbogen-Schutzarmaturen“.

IV. Freileitungen für Nennspannungen unter 1 kV.

§ 36.

Sonderbestimmungen.

Die Vorschrift r) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„r) Zu § 27 f): Mastanker sind, wenn irgend zugänglich, zu vermeiden. Kann von ihrer Verwendung nicht abgesehen werden, so sind sie über Reichhöhe mit Abspannisolatoren für die volle Nennspannung zu versehen.“

Kommission für Fernmeldetechnik.

Änderungen

an den

„Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F./1932“.

B. Stromversorgung.

§ 10.

Netzanschluß.

Die Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„a) Die unmittelbare Stromversorgung von Fernmeldegeräten aus Starkstromnetzen ist nur zulässig, wenn alle Zuleitungen zu den Geräten den V.E.S. 1. und die Geräte selbst den V.F.G.N. entsprechen (ausgenommen sind die Fernmeldeanlagen der Deutschen Reichspost und der Deutschen Reichsbahn sowie der von dieser beaufsichtigten Bahnen).“

E. Beschaffenheit und Verlegung der Leitungen.

§ 19.

Freileitungen.

Der erste Absatz der Vorschrift i) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„i) Bunde. Bindendraht und etwaige Beilagen müssen aus einem Werkstoff bestehen, der keinen Korrosionen unterworfen ist und der in Verbindung mit der Leitung keine elektrolytische Zerstörung einleitet. Die Leitungen sind an den Bunden gegen Scheuern und Einschneiden zu schützen.“

Der vierte Absatz der Vorschrift k) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Fernmeldeleitungen dürfen am gleichen Gestänge nicht oberhalb der Starkstromleitungen verlegt werden. Dieses gilt nicht für selbsttragende Luftkabel.“

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 8. XII. 1932, abds. 7½ h, Staatl. Akademie für Technik, Hörsaal 354: Hauptversammlung mit Filmvortrag von Dr. Eger, „Die Raffination und Metallgewinnung auf elektrolytischem Wege in der Großindustrie“.

Elektrotechn. Gesellschaft Halle. 8. XII. 1932, abds. 8¼ h, Bierhaus Engelhardt: Lichtbildervortrag Dr.-Ing. Stelling, „Außergewöhnl. Fördermittel und Personenschwebbahnen beim Bau und Betrieb der neuen Pyrenäen-Kraftwerke“.

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 6. XII. 1932, abds. 8 h, Hörsaal 42 des El. Inst. der T.H.: Lichtbildervortrag Dr. J. Fischer, „Neues auf dem Gebiete der Galvanotechnik und des Korrosionsschutzes“.

Ostdeutscher Elektrotechn. Verein, Königsberg. 5. XII. 1932, abds. 8 h, Hörsaal des I. Phys. Inst. der Universität, Steindamm 6: Vortrag Dipl.-Ing. Kafka, „Neuerungen im Bau und in der Anwendung von Trocken-Gleichrichtern“.

Elektrotechn. Verein Leipzig. 2. XII. 1932, abds. 8 h, Gesellschaftshaus „Tunnel“, Roßstr. 8: Filmvortrag Dr. Meyer, „Das Nordlicht“.

Elektrotechn. Verein des Berg. Landes, Wuppertal-Elberfeld. 6. XII. 1932, abds. 8 h, Hotel Union, Wuppertal-Elberfeld, Schloßbleiche: Generalversammlung. a) Geschäftsbericht, b) Neuwahl, c) Techn. Berichte aus der Praxis.

Brennkrafttechn. Gesellschaft, Berlin. 8. XII. 1932, vorm. 10 h, Flugverbandhaus, Berlin W 35, Blumeshof 17: 15. Hauptversamml. mit 4 Vorträgen. Auskunft erteilt die Geschäftsstelle: Berlin W 9, Potsdamer Straße 19.

Deutsche Maschinentechn. Gesellschaft, Berlin. 6. XII. 1932, nachm. 5 h, gr. Saal des Ingenieurhauses, Berlin, Friedrich-Ebert-Str. 27: Bericht des techn. Ausschusses über das Ergebnis der diesjähr. Beuth-Aufgabe, „Anwendung der Schweißung bei Eisenbahnfahrzeugen und Teile der maschinellen Bahnrüstung“.

Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure und Außeninstitut der Technischen Hochschule. 8. und 15. XII. 1932, abds. 6½ bis 8 h, T. H. Hauptgebäude, alter Physikhörsaal: Vortrag Dr. E. Diesel, „Die Kulturprobleme im Gefolge der Technik“. 2 Doppelstunden 2 R.M. Kartenbestellungen für die Vortragsreihe, nicht für Einzelvorträge, sind an das Ingenieurhaus, Friedrich-Ebert-Str. 27, zu richten.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

G. B. Pirelli †. Am 20. Oktober d. J. starb im 85. Lebensjahre Giovanni Battista Pirelli, der Begründer der italienischen Gummi- und Kabelindustrie. Geboren 1848 in Varenna (Comosee), studierte er in Pavia Mathematik



G. B. Pirelli †.

und absolvierte 1870 das Polytechnikum Mailand. Eine Prämie ermöglichte ihm eine Europareise, die er dazu benutzte, die Gummiindustrie zu studieren. Durch Gründung einer bescheidenen Fabrik, „Pirelli & C.“, schuf er dann die Basis für den Pirelli-Konzern (heute 26 Fabriken in Italien und Ausland). 1880 wandte er sich auch der Herstellung von Kupferdrähten zu, was 1886 zum Bau eines Kabelwerks führte. Bei Spezia errichtete er

eine Fabrik für Unterseekabel, die bald über einen eigenen Kabeldampfer verfügte. Auch die Linoleumindustrie wurde von ihm in Italien eingeführt. Pirelli stand im öffentlichen Leben, war zeitweise Deputierter und wurde 1909 zum Senator ernannt. Sein Lebenswerk wird von drei Söhnen fortgeführt, von denen Alberto, als Minister ohne Portefeuille, internationalen Ruf als Wirtschaftspolitiker genießt. *Rtz.*

Auszeichnungen. — Waldemar Borgquist, Oberdirektor bei der Kgl. Wasserfalldirektion Stockholm, wurde von der Universität Upsala anlässlich des Gustav-Adolf-Jubiläums zum Ehrendoktor ernannt.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTFLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Anwendung des Sphäro-Prinzips im Pumpenbau.

In ETZ 1932, S. 658, befindet sich ein Referat unter der Überschrift: Anwendung des Sphäro-Prinzips im Pumpenbau. In diesem Aufsatz wird ausgeführt, daß es A. WICHA war, der das Sphäro-Prinzip zuerst im Pumpenbau anwandte. Diese Bemerkung stimmt mit den Tatsachen nicht überein. In der Patentliteratur wird bereits im Jahre 1888 ein deutsches Reichspatent Nr. 44 217 angeführt, welches den Gedanken der Sphäropumpe als Grundlage hat. In den folgenden Jahren wie 1895, 1905, 1912 wurde eine weitere Reihe von Patenten in Deutschland, England und Frankreich erteilt, die alle Anwendungen des Sphäro-Prinzips behandelten. Das englische Patent Nr. 3439 vom Jahre 1895 zeigt bereits eine Pumpenausführung, welche der in der ETZ veröffentlichten Abbildung sehr ähnlich ist. Es kann sich also nicht um die Einführung eines neuen Prinzips im Pumpenbau handeln, sondern nur um eine Wiederausgrabung einer bereits bekannten Idee.

Die angegebenen Leistungen der Pumpe sowie der Wirkungsgrad und die erforderliche Antriebsarbeit können mit der abgebildeten Ausführung nur erreicht werden, wenn Saug- und Druckhöhe sehr klein sind. Durch eine Reihe von Versuchen mit solchen Pumpen konnte ich feststellen, daß bei zunehmender Saug- und Druckhöhe die Leistungen ganz erheblich abfielen.

Überdies wird das Prinzip seit Jahrzehnten zur Messung von Gas und Wasser verwendet.

Dresden, 6. VIII. 1932.

Karl Pape.

Erwiderung.

Auf Grund der Ausführungen des Herrn PAPE zu der in der Zeitschrift ETZ 1932, Seite 658 angeführten Abhandlung über Sphaero-Pumpen, erwidere ich folgendes.

Es ist nicht richtig, daß in der Patentliteratur Gedanken, wie der von mir konstruktiv entwickelte, bereits bekannt waren, denn die verschiedenen Konstruktionen, welche durch Patente im In- und Ausland geschützt sind, sind abweichend von der Sphaero-Konstruktion. Bei den von Herrn PAPE angeführten Patentschriften handelt es sich um Drehkolbenmaschinen, bei denen eine auf einer rotierenden Welle schrägsitzende Scheibe an der Umfangsdrehung durch Schlitzführung des Rollkolbens auf einer feststehenden Querwand verhindert. Bei dieser Anordnung treten in den Endlagen der schrägen Scheibe große Beschleunigungskräfte auf, die durch die *geradlinige Führung* der schrägen Scheibe hervorgerufen werden. Um nun diese Beschleunigungskräfte zu reduzieren, wird bei der Sphaero-Konstruktion der Rollkolben (die schräge Scheibe) nicht in einer Graden geführt, sondern die Führungsbahn des Rollkolbens ist bei der Sphaero-Konstruktion schleifenförmig, d. h. ein Punkt des Rollkolbens legt bei der Wellendrehung eine achtförmige, lemniskatenähnliche Bahn zurück. Durch diese Rollkolbenbewegung wird die Geschwindigkeit eines Massenelementes von diesen, in den Endlagen nicht Null, sondern bleibt ungefähr konstant, doch anders gerichtet. Durch diese Einrichtung kann der Rollkolben mit beliebiger Drehzahl angetrieben werden, da das Auftreten von Beschleunigungskräften verhindert wird. Diese Kolbenführung wird dadurch erreicht, daß die Führungswand drehbar um eine Achse, die senkrecht zur Wellenachse und im Zentrum der schrägen Scheibe liegt. Ein weiterer Nachteil der bereits bekannten Konstruktionen mit feststehender Führungswand ist der, daß der Rollkolben nur eine lineare Berührung mit dieser besitzt und durch das aufzunehmende Drehmoment an dieser Stelle hohe spezifische Belastungen auftreten, die einen großen Verschleiß im Führungsschlitz des Roll-

kolbens hervorrufen. Bei dem drehbeweglichen Widerlager nach der Sphaero-Konstruktion liegt der Rollkolben mit großer Fläche an dem drehbaren Widerlager auf, so daß die spezifischen Auflagerdrücke klein werden und ein betriebssicheres Arbeiten mit der Maschine ermöglicht wird. Weiter führt Herr PAPE in seinem Schreiben aus, daß nur kleine Saug- und Druckhöhen mit der Sphaero-Pumpe zu erreichen sind. Herr PAPE hat seinerzeit nach eigenen Konstruktionsangaben das Sphaero-Prinzip zu verbessern gesucht und einige Pumpen danach gebaut. Nun habe ich diese verfehlten Ideen beizeiten erkannt und auf meinen Konstruktionen bestanden. Das Resultat ist, daß wir mit Hilfe der Sphaero-Pumpen Saughöhen bis 9,8 m und Druckhöhen von 200 m und noch mehr anstandslos erreichen. Daß natürlich bei diesen Saughöhen von 9,8 m die Förderleistung der Pumpe abfallen muß, ist jedem Pumpenfachmann klar. Der volumetrische Wirkungsgrad sinkt bei den größten Druckhöhen höchstens auf 0,75.

Dresden, 31. X. 1932.

Alois Wicha.

LITERATUR.

Besprechungen.

Lichtbogen-Stromrichter für sehr hohe Spannungen und Leistungen. Von Prof. Dr.-Ing. Erwin Marx. Mit 103 Abb. i. Text, VI u. 167 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 17 RM, geb. 18,50 RM.

Die vorliegende Monographie berichtet über Arbeiten, die in den letzten Jahren im Braunschweiger Hochspannungsinstitut unter Leitung von Prof. Marx durchgeführt wurden, zu dem Zweck, den elektrischen Lichtbogen zu einem Ventil für hohe Spannungen und hohe Ströme zu machen¹. Es kann gleich von vornherein vorweggenommen werden, daß diese Absicht mit einem vollen Erfolg geendet hat, insofern es gelungen ist, mit Versuchsapparaturen in der durchlässigen Halbwelle bis zu 200 A durch die Lichtbogenkammer zu schicken und in der undurchlässigen Periode Sperrspannungen von 130 kV zu erreichen. Bei Mehrphasenbetrieb entspricht dies einer Durchgangsleistung der Kammer von etwa 10 000 kW. Diese Zahlen sind aber keineswegs obere Grenzwerte, sondern lassen sich durch geeignete Kombinationen noch auf ein Vielfaches steigern. Der große technische Erfolg liegt in der Methode der sicheren und raschen Lichtbogenlöschung und der damit erreichbaren hohen Sperrspannung, so daß dieses Ventil zur Gleichrichtung oder Wechselrichtung hoher Übertragungsspannungen benutzbar ist. Das Problem der Möglichkeit hochgespannter Gleichstromübertragung großer Leistung erscheint dadurch in ganz neuem Licht und in den Bereich wirtschaftlicher Möglichkeit gerückt. Und wenn der Verfasser in der Einleitung schreibt: „Die Großübertragung elektrischer Energie mit Gleichstrom von beliebig hoher Spannung ist nunmehr mit einfachen Mitteln durchführbar“ und „Mit Lichtbogenstromrichtern sind auch alle anderen Umformungen von Spannungen möglich, die bisher wegen des gleichzeitigen Auftretens von hohen Spannungen und starken Strömen nicht erfolgen konnten“, so kann man ihm auf Grund seiner erstaunlichen Versuchsergebnisse nur beipflichten. Im letzten Abschnitt des Buches kommt der Verfasser auf die praktischen Anwendungen des Lichtbogengleichrichters zu sprechen, und man wird ihm beistimmen müssen, daß durch die Verbilligung der Übertragungskosten der Elektrizitätsversorgung durch die Einführung des Lichtbogenstromrichters noch ganz ungeahnte Entwicklungsmöglichkeiten erwachsen können.

Man kann den Verfasser zu diesem großen Erfolg nur beglückwünschen, um so mehr, als dieser Erfolg das Ergebnis zielsicherer Arbeit mehrerer Jahre bedeutet. Denn mit der Erzeugung sehr hoher Spannungen der verschiedensten Form und mit Gleichrichtungsfragen bei hohen Spannungen hat sich E. Marx schon seit langem befaßt. Das jetzige Ergebnis ist systematisch aus diesen Arbeiten im Laufe der Zeit erwachsen. Dies ist besonders schön aus dem Buch zu ersehen.

Es zerfällt in zwei Hauptteile. Der erste Teil bringt die allgemeinen wissenschaftlichen Grundlagen für den Lichtbogenbetrieb, der zweite dann die praktische Durchbildung des Lichtbogen-Stromrichters.

Der erste Teil behandelt zunächst die Einleitung eines Lichtbogens durch den Durchschlag der Luft, dann die Vorgänge während der Lichtbogendauer und schließlich die Lichtbogenlöschung. Dieser Teil gibt eine kurze

¹ Vgl. ETZ 1932, S. 737.

sehr gute Darstellung der technisch wichtigen Lichtbogenerscheinungen, soweit sie für das vorliegende Problem in Frage kommen, insbesondere des Hochspannungslichtbogens in Luft zwischen Metallelektroden, aufgebaut zum Teil auf Arbeiten des Verfassers und seiner Mitarbeiter und unter sehr eingehender Benutzung der schon vorhandenen Forschungsarbeiten. Viel neues und wertvolles Tatsachenmaterial ist zu einem einheitlichen Bilde verarbeitet worden.

Der zweite Teil befaßt sich zunächst mit der praktischen Entwicklung des Lichtbogenventils, mit Untersuchungen über die künstliche Zündung von Lichtbögen sowie mit der Ausarbeitung von Prüfschaltungen für Lichtbogenstromrichter. Schließlich wird die praktisch brauchbare Form der Lichtbogenkammer beschrieben, und es werden die damit ausgeführten Versuche, die Vorausberechnung, die Verluste und der Wirkungsgrad angegeben.

Die praktisch schließlich erreichte beste Form besteht aus einem Hartpapierzylinder mit zwei metallischen Stirnflächen, an denen die beiden Metallelektroden im Innern befestigt sind. Diese Elektroden sind axial durchbohrt. Durch Öffnungen der Stirnflächen der Kammer wird Preßluft ins Innere der Kammer geblasen, die dann durch die düsenförmigen axialen Öffnungen der Elektroden nach beiden Seiten aus der Kammer austritt. Der Überschlagnfunke setzt auf dem ringartigen Teil der Elektroden rund um die Düsenöffnung herum ein. Im Innern der Elektroden befinden sich Magnetwicklungen, die den Lichtbogen zur Rotation um die Achse der Kammer zwingen. Dies geschieht, um den Abbrand der Elektroden gering zu halten. Außerdem besitzen die Elektroden eine Umlaufkühlung. Durch den gemeinsamen Einfluß von Luftbewegung und Magnetfeld beschreiben die Lichtbogenfußpunkte spiralförmige Wege nach innen auf der Elektrodenoberfläche. In der Nähe des Stromnullpunktes kommen die Lichtbogenfußpunkte in die Nähe der eigentlichen Auströmöffnung der Luft durch die Elektroden. Die Fußpunkte wurden dann mit sehr großer Geschwindigkeit aus dem Gebiet hoher elektrischer Feldstärke herausgerissen. Es entsteht dadurch und durch die nachströmende Frischluft sehr rasch eine sehr hohe Rückzündspannung, so daß auch bei sehr hohen entstehenden Spannungen in entgegengesetzter Richtung keine Rückzündungen entstehen. Das Ventil sperrt. Der Lichtbogen brennt bei einigen Atmosphären Überdruck. Der erzielte Wirkungsgrad ist sehr gut. In der darauffolgenden Halbperiode ist das Ventil stromlos, da die Betriebsspannung kleiner ist als die Überschlagnspannung der Elektroden. Die Einleitung des Lichtbogens in der „durchlässigen“ Periode erfolgt durch eine besondere Zündapparatur, einen Teslakreis oder einen Stoßkreis, deren Zündstoß relativ zur Betriebswechselspannung zeitlich beliebig eingestellt werden kann. Dem Zündfunken folgt der durch die Betriebsspannung erzeugte Lichtbogen. Die sehr vielen interessanten Fragen, die bei der Formgebung der Kammer und beim Betrieb auftraten, können hier nicht im einzelnen besprochen werden.

Das Problem der raschen Löschung eines Lichtbogens tritt ja auch beim Schalter auf und ist dort in der verschiedensten Form gelöst worden. Beim Stromrichter kommt hinzu, daß der eigentliche Stromvorgang so wenig wie möglich gestört werden soll, und die Löschmittel sollen erst kurz vor dem Nulldurchgang des Stromes in Tätigkeit treten. Dieses Löschen muß aber auch mit unbedingter Sicherheit eintreten. Um diese Löschwirkung zu erreichen, wurde von den Erfahrungen an Druckluftschaltern ausgegangen, und es ergab sich als wichtigste Erkenntnis, daß es für eine zuverlässige Löschung in allererster Linie auf eine hohe Luftgeschwindigkeit an und in der Nähe der Elektrodenfußpunkte des Lichtbogens ankommt. Eine Löschwirkung soll aber erst kurz vor dem Nulldurchgang des Stromes plötzlich und kräftig einsetzen. Diese Überlegungen führten zur Konstruktion des beschriebenen Gefäßes, bei dem der Bogen nach der Zündung zunächst nur wenig, später aber sehr rasch verlängert wird. Der Lichtbogen wurde schließlich gerade beim Nulldurchgang des Stromes aus den Elektrodenöffnungen nach außen geblasen. Eine unnötige Verlängerung des Bogens während der Betriebsperiode ist auch wegen der Wärmeverluste und des Wirkungsgrades sehr unerwünscht. Der Abbrand der Elektroden ergab sich bei einigen orientierenden Versuchen als sehr unbedeutend. Selbst bei 1000 A zeigten sich noch keine Schmelzperlen auf den Elektroden.

Praktisch mit am interessantesten sind oszillographische Versuchskurven einer dreiphasigen und sechphasigen Drehstromgleichrichtung in verschiedenen Schaltungen

und einer Umformung von Gleichstrom in Mehrphasenstrom.

Einen sehr wichtigen Teil bei Mehrphasenbetrieb stellen die Zündanordnungen dar, von deren richtigem Arbeiten der Betrieb sehr stark abhängt. Die Lichtbogenkammern erfordern wie die Quecksilberdampf-Gleichrichter ohne Dauererregung eine gewisse Mindeststrombelastung, weil sich sonst die Lichtbögen nicht zünden und aufrecht erhalten lassen. Da bei Verwendung der Lichtbogenkammern getrennte Anoden und Kathoden in gleicher Zahl vorhanden sind, ist man in der Wahl der Schaltung völlig frei. Besonders bei Mehrphasenanordnungen ist es wegen der Kurvenformen und der Ausnutzung der Transformatoren sehr wichtig, daß die Zündung des Bogens sehr präzise erfolgt, d. h. die Leistung der Zündanlage darf nicht zu klein sein. Die von der Zündanlage erzeugte Spannung muß mindestens in der Größe der Überschlagnspannung der Elektroden liegen, und diese ist beim Gleichrichterbetrieb bei 1,5-facher Sicherheit je nach Schaltung das 1,5-...3-fache der erzeugten Gleichspannung. Der wirtschaftliche und betriebsichere Bau solcher Zündanlagen wird für die Einführung der Stromrichter in großem Maßstabe von großer Bedeutung sein. Natürlich konnten die in der Entwicklungszeit der Kammer angestellten Versuche bei weitem nicht alle nötigen Fragen klären. Der Verfasser gibt deshalb auf S. 133 noch in Stichworten ein Programm dessen, was noch systematisch zu untersuchen ist, insbesondere auch der Hochspannungslichtbogen selbst, um auch zur Mitarbeit an anderen Stellen anzureizen.

Die Aufgabe, die sich der Verfasser gestellt hat, nämlich ein Ventil für Hochspannung zu schaffen, das an sich für diese Spannung undurchlässig ist, und dessen Durchlässigkeit in einer Periode dadurch erzeugt wird, daß mit einem Zündfunken der Betriebslichtbogen eingeleitet wird, der dann beim Nulldurchgang des Stromes ausgeblasen wird, ist hervorragend gelöst worden.

Aus der Schilderung des Inhalts folgt wohl, daß es gar nicht nötig ist, das Buch von E. Marx noch besonders zu empfehlen. Es birgt so viel des Neuen und Interessanten für jeden Elektrotechniker, daß wohl in kurzer Zeit die Auflage vergriffen sein dürfte. Darüber hinaus kann man nur mit dem Verfasser hoffen, und begründet hoffen, daß seine Arbeiten dazu beitragen möchten, durch Verbesserung und Verbilligung der Fernübertragung der Elektrizität das Wirtschaftsleben zu heben und wenigstens einem kleinen Teil der Millionen von Arbeitslosen wieder Brot und Arbeit zu geben.

W. O. Schumann.

Wirtschaftliche Energieverteilung in Drehstromkabelnetzen. Von Dr.-Ing. W. Speidel. Mit 17 Abb., XI u. 113 S. in gr. 8°. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1932. Preis geh. 7 RM.

In dem vorliegenden Buch gibt der Verfasser eine Methode an, mit welcher die wirtschaftliche Gestaltung von städtischen Kabelverteilungsnetzen bestimmt werden kann. Er geht dabei von der Tatsache aus, daß der Kleinverkaufspreise elektrischer Arbeit heute in der Hauptsache durch die Kosten der Energieverteilungsanlagen bestimmt wird. Soll eine Senkung der Preise erreicht werden, so müssen deshalb bei der Energieverteilung wirtschaftliche Erwägungen unbedingt so lange im Vordergrund stehen, als nicht technische Gründe die wirtschaftliche Ausführung verhindern.

Ausgehend von einer genauen Behandlung der Anlage- und Betriebskosten von Transformatorstationen und Drehstromkabeln, die dem projektierenden Ingenieur einen wertvollen Überblick über die Kostenfrage verschafft, werden die Bedingungen für die flächenhafte Energieverteilung ermittelt. Zur Erreichung größter Wirtschaftlichkeit dient hierbei die Anwendung eines wirtschaftlichen Leitungsquerschnittes, einer wirtschaftlichen Übertragungsspannung und einer günstigsten Zahl von Transformatorstationen. Die wirtschaftlichen Vorteile einer Überlagerung von Netzen verschiedener Spannung werden vom Verfasser durch die Behandlung des Zwei- und Dreiphasennetzes dargelegt. Um möglichst allgemein gültige Erkenntnisse zu sammeln, werden die Fragen nach der wirtschaftlichen Gestaltung der Kabelnetze sowohl für quadratisch als auch rechteckig aufgebaute Versorgungsgebiete unter bestimmten Voraussetzungen beantwortet und die Beeinflussung der erhaltenen Ergebnisse überprüft, die sich durch Änderung der Annahmen ergeben. Mit dem so in geschickter Weise aufgebauten Rechnungsgang gelingt es dem Verfasser u. a., die Fragen nach dem Einfluß der Belastungsdichte, der Ausdehnung des Netzes usw. auf die wirtschaftliche Ausgestaltung der Netze einer Klä-

rung zuzuführen und Anregungen für die wirtschaftliche konstruktive Ausbildung von Unterstationsausrüstungen abzuleiten.

Der Ausbildung industrieller Energieverteilungsanlagen ist ein besonderes Kapitel gewidmet, in dem der Verfasser für die Projektierung bisher wenig veröffentlichte Angaben über grundlegende Rechnungswerte zusammengestellt hat und in dem ferner der besondere Einfluß industrieller Verbraucher auf die Wahl der Verteilungsspannungen behandelt wird.

Die einheitliche Darstellung der für die Auslegung von Drehstromkabelnetzen maßgebenden wirtschaftlichen Gesichtspunkte verleiht der Arbeit ihren besonderen Wert. Der Verfasser hat es verstanden, den Einfluß der außerordentlich großen Zahl von Faktoren, welche bei einer zweckmäßigen Lösung zu berücksichtigen sind, klar herauszuarbeiten. Das Buch ist deshalb als Wegweiser für die Planung und Beurteilung von Netzen sehr zu begrüßen und sollte von jedem, der sich mit der Ausgestaltung von Energieverteilungsanlagen zu beschäftigen hat, gelesen werden. W. v. Mangoldt.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die deutsche Elektroindustrie im 3. Vierteljahr 1932¹. — Auch im 3. Vierteljahr ist nach den Mitteilungen der Industrie- und Handelskammer zu Berlin die rückläufige Bewegung der Geschäftstätigkeit in der deutschen Elektroindustrie im allgemeinen noch nicht zum Stillstand gekommen. Auf einzelnen Teilgebieten sowohl der Starkstrom- als auch der Schwachstromtechnik wurden die niedrigen Umsatzziffern des vorangegangenen Berichtsvierteljahres noch wesentlich unterschritten. Auch der Eingang an neuen Bestellungen nahm teilweise weiter ab. Infolge der unzureichenden Beschäftigung waren weitere Betriebs Einschränkungen unerlässlich. Die privaten Abnehmerkreise des Inlandes waren infolge der allgemeinen Wirtschaftsdepression außerstande, Aufträge nennenswerten Ausmaßes zu erteilen. Auch die öffentliche Hand, vor allem die Reichsbahn, die Reichspost und die Kommunalverwaltungen, die auf wichtigen Gebieten der elektrotechnischen Erzeugung als Hauptabnehmer in Frage kommen, haben keine Aufträge solchen Ausmaßes vergeben, daß dadurch eine merkbare Belebung der Geschäftstätigkeit ausgelöst werden konnte. Soweit in einzelnen Geschäftszweigen, wie z. B. beim Vertrieb wärmetechnischer Meßinstrumente, eine — wenn auch nur geringfügige — Erholung wahrzunehmen war, wäre es doch verfrüht, danach eine anhaltende Aufwärtsbewegung zu erwarten, zumal die Nachfrage nach sonstigen elektrischen Meßinstrumenten abnahm. Im Auslandsgeschäft, sowohl nach europäischen Ländern als auch nach Übersee, haben sich im Berichtszeitraum die Absatzmöglichkeiten erneut verschlechtert. In einer Reihe ausländischer Staaten wurde die Einfuhrabwehr noch verschärft. Infolge der Zollerhöhungen, Einfuhrkontingentierungen, Devisenreglementierungen und anderen die Wareneinfuhr erschwerenden Maßnahmen sowie infolge der Verschärfung des Wettbewerbs auf dem Weltmarkt und der Kredit- und Währungsschwierigkeiten bleiben die meisten Auslandsmärkte deutschen elektrotechnischen Erzeugnissen nahezu ganz verschlossen. Eine geringe Belebung des Auslandsgeschäftes auf wenigen Sondergebieten (z. B. im Feuermelderwesen) reichte keineswegs aus, um den Ausfuhrückgang der übrigen Zweige der Elektroindustrie auszugleichen. Die gesamte Ausfuhr deutscher elektrotechnischer Erzeugnisse ist im Monatsdurchschnitt des letzten Vierteljahres auf rd. 23 Mill. RM gegenüber 42 Mill. RM im gleichen Zeitraum des Vorjahres, also um 45 % zurückgegangen. Gegenüber dem zweiten Vierteljahr 1932 betrug der Rückgang des dritten Vierteljahres annähernd 15 %. Im Rußlandgeschäft stehen die ungünstigen Zahlungsbedingungen und die verschlechterten innerrussischen Verhältnisse einer Besserung der Geschäftslage entgegen. Auch der an sich günstige Umstand, daß auf Grund eines neuen zu Beginn der Berichtszeit abgeschlossenen deutsch-russischen Abkommens das Reich wieder eine Ausfallbürgschaft für Rußland (wenn auch nur in Höhe von 60 % und nur im Rahmen von aus früheren Bürgschaftsanträgen freigewordenen Beträgen) übernommen hat, läßt eine baldige belebende Wirkung auf die gesamte Geschäftslage nicht erwarten. —

Englands elektrotechnischer Außenhandel². — Auch im August 1932 ist die Einfuhr gegen den Vormonat gewachsen; sie betrug 4,417 Mill RM³ und die Zunahme nach

dem neuen Pfundkurs von 13,85 RM rd. 0,230 Mill RM oder 5 %. Am stärksten war letztere bei Schwachstromapparaten, wo sie 0,554 Mill RM ausmachte. Ein Vergleich mit dem Parallelmonat von 1931 ergibt dagegen einen Rückgang um 2,966 Mill RM, der alle Warengruppen betraf, besonders isoliertes Leitungsmaterial (—0,612 Mill RM). Die Ausfuhr war mit 9,905 Mill RM um 0,413 Mill RM bzw. 4 % schwächer als im Juli, sie weist u. a. eine Abnahme um 0,697 Mill RM bei Generatoren sowie nicht dem Bahnbetrieb dienenden Motoren auf. Gegenüber dem August 1931 stellte sich die Verringerung auf 0,922 Mill RM; für die vorgenannten Maschinen ergibt die Statistik eine Senkung um 1,054 Mill RM, während der Export nicht weiter spezifizierter Maschinen sich um 0,607 Mill RM erhöhen konnte. In den abgelaufenen acht Monaten hat die Einfuhr 27,572 Mill RM, die Ausfuhr 25,912 Mill RM gegen die gleiche Periode des Vorjahres eingebüßt. (Electr. Rev., Lond., Bd. 111, S. 403.) fm

Aus der Glühlampenindustrie. — Die Produktion der deutschen Glühlampenindustrie, die schon im Jahre 1930/31 um mehr als 10 % zurückging, hat im Jahre 1931/32, wie das Statistische Jahrbuch für das Deutsche Reich 1932 angibt, einen neuen und noch stärkeren Rückschlag erfahren. Während sich die Produktion von Metallfadenglühlampen von 84,59 auf 63,70 Mill Stück verringerte, erhöhte sich die Einfuhr von 6,83 auf 7,37 Mill Stück. Die Zahl der im Inland hergestellten und versteuerten, also auch im Inland verbrauchten Glühlampen hat sich von 56,73 auf 47,37 Mill Stück vermindert. Nach diesen Zahlen ergibt sich für Deutschland ein Glühlampenverbrauch von 54,74 Mill Stück 1931/32 gegenüber 63,56 Mill i. V. und 70,26 Mill im Jahre 1929/30. Der Auslandsabsatz ging in wesentlich stärkerem Ausmaß zurück als das Inlandsgeschäft. Die Zahl der ausgeführten Glühlampen verminderte sich von 33,23 Mill Stück 1929/30 und 27,82 Mill 1930/31 auf 16,63 Mill im Jahre 1931/32. Infolge der stärkeren Produktionseinschränkung sank der Bestand an vorrätigen Glühlampen von 5,47 Mill Stück am 1. April 1931 auf 4,82 Mill am 1. April 1932.

Herstellung und Auslandsentwicklung der Metallfaden-Glühlampen.

Rechnungsjahr	Angaben in Mill Stück				
	Produktion	hiervon im Inland verbraucht	vom Ausland eingeführt	deutscher Gesamtverbrauch	Ausfuhr
1913/14	92,76	32,32	0,77	33,09	54,63
1920/27	70,31	51,23	4,29	55,52	22,78
1927/28	93,97	63,16	5,55	68,71	28,35
1928/29	98,69	65,67	5,24	70,93	33,45
1929/30	94,75	63,88	6,38	70,26	33,23
1930/31	84,59	56,73	6,83	63,56	27,82
1931/32	63,70	47,37	7,37	54,74	16,63

Die Produktions- und Verbrauchsziffern, die sich für das Vorkriegsjahr auf den ehemaligen Umfang des Deutschen Reichs beziehen, umfassen auch die nur geringfügige Zahl der Nernstbrenner (Produktion 1913/14 82 237 Stück).

Im Gegensatz zu den Metallfaden-Glühlampen erfuhr die Herstellung von Leuchtröhren auch im Jahre 1931/32 noch einen weiteren Aufschwung. Nach der deutschen Statistik entwickelten sich Herstellung und Ausfuhr von Leuchtröhren folgendermaßen:

Herstellung und Ausfuhr von Leuchtröhren.

Rechnungsjahr	Herstellung		Inländischer Verbrauch		Ausfuhr in Stück
	in Stück	in Meter	in Stück	in Meter	
1927/28	2 029	298	1 848	270	174
1928/29	13 316	1 112	12 652	1 023	1 137
1929/30	13 624	1 301	51 485	1 343	1 903
1930/31	16 259	1 934	25 398	1 792	2 457
1931/32	17 626	3 810	20 591	3 813	3 495

Im Gegensatz zum Glühlampengeschäft hat sich die Außenhandelsentwicklung auf dem Leuchtröhrengbiet in den letzten beiden Jahren recht günstig entwickelt. Die Einfuhr ging von 39 799 Stück 1929/30 auf 11 599 Stück 1930/31 und 6666 Stück 1931/32 zurück. Infolge des verringerten Verbrauchs belief sich der Ertrag der Leuchtmittelsteuer auf Metallfadenlampen im Jahre 1931/32 nur auf 8,18 Mill RM gegenüber 10,44 Mill 1930/31 und 13,49 Mill 1929/30. A. Fr.

Abschluß des Heftes: 25. November 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes
14 000 Expl.

¹ Vgl. ETZ 1931, S. 1371; 1932, S. 880.

² Vgl. ETZ 1931, S. 1264; 1932, S. 1072.

³ 1 RM = z. Z. 0,072 £.

Elektrisch beheizter Wanderanlaßofen.

Mitteilung der AEG.

Zu den von der AEG an eine Kraftwagenfabrik gelieferten elektrischen Öfen gehört u. a. der in Abb. 1 gezeigte Wanderofen. In diesem werden die verschiedenartigsten Kraftwagenteile angelassen, nachdem sie zementiert und anschließend in einer Waschmaschine unter Brausen mit heißem Wasser von anhaftenden Rückständen des Zementationsmittels gereinigt worden sind. Mit 90 kW-Anschlußwert kann der Ofen eine Stundenleistung von etwa 570 kg Nutzgewicht bei einer Höchsttemperatur von 235° erreichen.

Der Ofen besteht aus einem einfachen, auf starken Füßen ruhenden Eisenblechmantel, der mit Wärmeschutzsteinen ausgemauert ist, wobei in der Ofendecke mehrere Entlüftungsöffnungen vorgesehen wurden. Von der bei dieser Temperatur sonst üblichen Bauweise, die Öfen mit einem doppelten Eisenblechmantel, zwischen dessen beiden Wänden ein Wärmeschutzpulver eingefüllt wird, zu umgeben, hat man also keinen Gebrauch gemacht. Die Heizkörperrahmen sind vielmehr direkt an den Wärmeschutzsteinen befestigt. Der Ofen benötigt kein Fundament, sondern steht unmittelbar auf dem Werkstattdoden und kann so gegebenenfalls im Fabrikraum versetzt werden.

Das Gut wird von einem an der Innenseite der Ofendecke befestigten Conveyor durch den Nutzraum des Ofens befördert. Anlaßzeit, Form, Art und stündlich anfallende Zahl der Stücke sowie die festliegende Fördergeschwindigkeit des Conveyors hätten einen Ofen von 23,2 m einfacher Tunnellänge erfordert. Ein derartiger Ofen hätte sich jedoch nicht in das Fabrikationsprogramm einordnen lassen. Die durch den allgemeinen Arbeitsgang der Fabrik bedingte Verteilung der übrigen Maschinen gab den erforderlichen Platz in der Längsrichtung nicht her, sondern nur in der Breite. Außerdem ließ sie auch eine so weite Entfernung zwischen Eintritts- und Austrittsöffnung nicht zu, da die anzulassenden Teile an der gleichen Stelle ankamen, von der auch die fertig angelassenen weitergeleitet werden mußten. So wurde der Ofen gemäß dem in Abb. 2 gezeigten Grund-

Um die Vorteile eines langgestreckten Kanalofens, in dem jede Temperaturverteilung und vor allem ein gleichmäßig ansteigender und gleichmäßig abfallender Temperaturverlauf eingestellt werden können, bei dieser Ofenausführung nicht zu verlieren, ist der Innenraum durch Zwischenwände so unterteilt, daß sich praktisch die gleiche Wirkung wie bei einem fortlaufenden Kanal ergibt. Zwischen Ein- und Austrittsöffnung, von denen

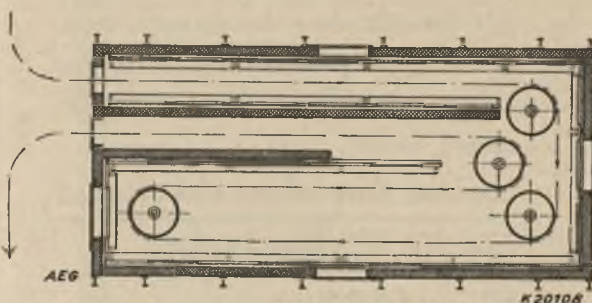


Abb. 2. Schema des Gutumlauftes im Wanderanlaßofen.

jede 305 mm breit und 710 mm hoch ist, liegt der erforderliche Weg von 23,2 m. Die Umlenkrollen sind auf senkrechten Wellen befestigt, die durch die Ofendecke und den Ofenboden hindurchreichen und an deren Außenseiten gelagert und geführt sind. Außer den Ein- und Austrittsöffnungen sind in den Wänden des Ofens Türen vorgesehen, durch die das Ofeninnere an der betreffenden Stelle jederzeit zugänglich ist. Die Türen hängen in Scharnieren an der Blechverkleidung und werden mit Knebeln fest gegen diese gedrückt, so daß sie keine Wärmeverluste oder Temperaturschwankungen im Erwärmungsraum verursachen können.

Der Ofen wird über einen Hauptschalter mit selbsttätiger Überstromauslösung an Drehstrom 220 V, 50 Per/s angeschlossen. Dieser Anschlußwert verteilt sich auf zwei Heizkreise von je 45 kW, die beide ebenfalls elektromagnetisch gegen Überstrom gesichert sind und getrennt abgeschaltet werden können.

Zur Einschaltung der Temperatur wird der erste Heizkreis von einem anzeigenden und der zweite von einem schreibenden Thermoelementregler in engen Grenzen selbsttätig gesteuert. Das schreibende Gerät zeichnet die von dem Thermoelement in der für den Erfolg der Erwärmung maßgebenden Zone gemessene Temperatur auf und ermöglicht sowohl eine augenblickliche als auch eine nachträgliche genaue Kontrolle des Erwärmungsvorganges.

Für die Regler und die zu ihnen gehörenden Geräte ist eine Spannung von 110 V vorgesehen; alle zur Regelung gehörenden Teile sind auf einem eisernen Gerüst aufgebaut, das in der Nähe des Ofens auf dem

Boden der Werkstatt Aufstellung gefunden hat. Die Schalter und Signallampen sind zusammen mit den zur Regelung dienenden Schützen in einem geschlossenen eisernen Schaltschrank vereinigt, der zur Platzersparnis auf die Decke des Ofens gestellt wurde, so daß auf der Ofendecke eine besondere Bedienungsplattform, die über eine Leiter vom Werkstattdoden aus zugänglich ist, vorgesehen werden mußte.

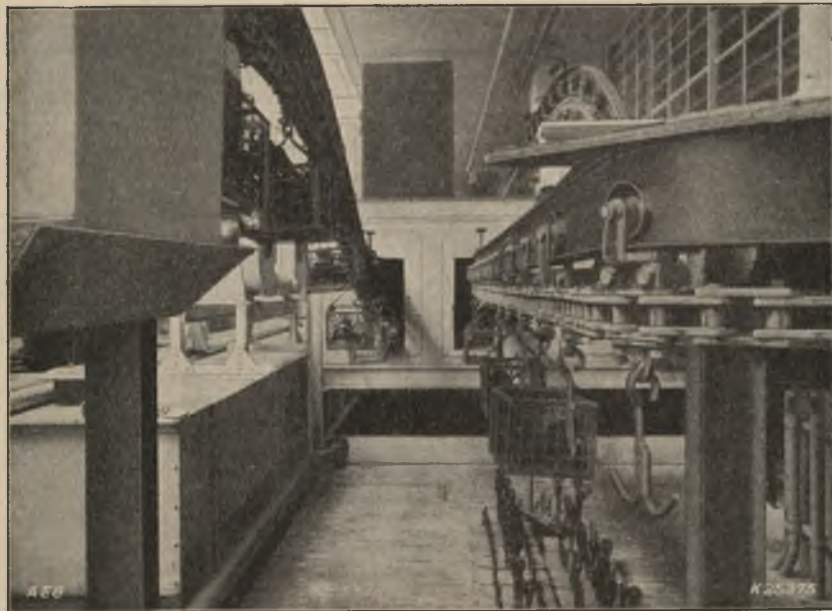


Abb. 1. Vorderseite des Wanderanlaßofens.

riß ausgeführt, der einen Innenraum von 5700 mm Länge, 2700 mm Breite bei 830 mm Höhe ergab. Die Teile hängen in Körben oder an Haken an dem erwähnten Conveyor und wandern mit diesem an vier Umlenkrollen vorbei so durch den Ofen, daß sie in die auf Abb. 1 links erkennbare Öffnung ein- und aus der unmittelbar daneben liegenden rechten Öffnung wieder austreten.

Ölprüfung ist Porzellan!

Zur Leistungs- und Dauerprüfung in der Elektroisolation sind die als Zeit und Arbeit ersparenden Ölprüfungen in der

neuen Koordinationsschritte
für die Elektroisolation

Nr. 418 1/2

Überführungs- und Prüfungs-Apparate

Carl Rehnisch & Co. KG
Düsseldorf-Rhld.



Maschinenfabrik Meer

Aktiengesellschaft M. Gladbach

fertigt als

Sondererzeugnisse

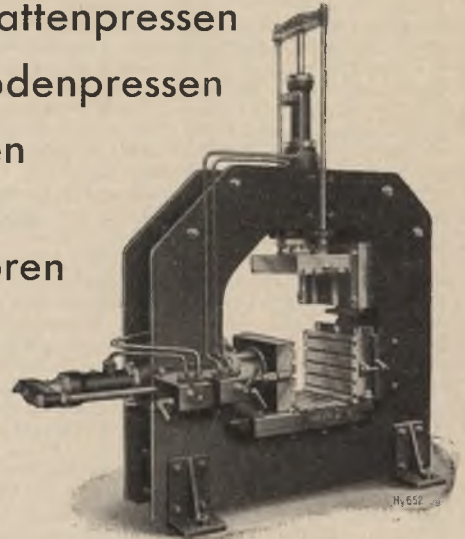
Hydraulische Pressen für
Kunststoffe

Heizplattenpressen

Elektrodenpressen

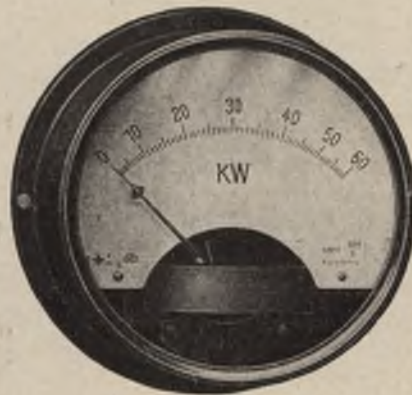
Pumpen

Akku-
mulatoren



Nullpunktsichere Volt-, Ampere- u. Wattmeter

für Schalttafeln zum Auf- und Einbau



Fordern Sie bitte
neue Preisliste 232 cm

VORZÜGE:

- Vollkommen nullpunktsicher!
- Zeigerstellschraube daher überflüssig!
- Für Gleich- und Wechselstrom!
- Vorzügliche Zeigerdämpfung!

SCHOELLER & CO.
Frankfurt am Main-Süd

Elektrot.
Fabrik
G m b H

RINGSDORFF-WERKE AG
MEHLEM a/Rh.

Elektro-Ing.

gel. Mechaniker, Absolv. ein. techn. höh. Lehranstalt, 5jähr. Tätigk. im Install.-Büro für elektr. Licht-, Kraft- u. Radioanlagen ein. Überland-Zentrale, sucht Stellung. Angebote erbeten unter **E. 2985** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Dipl.-Ing.

Starkstromtechn., 27 J., T. H. Khe u. Bln. Exam. „mit Auszeichn.“, gute Auslandspraxis, vertr. m. Berechn. und Konstr. elektr. Masch. u. Transf. jeder Art n. modernsten Gesichtspunkten, sowie elektr. Lokomotiven, Bahnen, allen Labor. u. Prüffeldarbeit., Stromverrechn. u. Tarifwesen, selbständ., nachweisbar befähigt, wissenschaftl. Arbeiter, gut. Praktiker m. Eignung z. Betriebsingenieur, engl. Sprachkenntn., intensive Arbeitskraft, beste Referenzen, z. Z. in leitender kaufm. Stellung, sucht Wirkungskreis bei bescheidensten Ansprüchen. Gef. Angebote unter **E. 2986** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektro-Kaufmann

34 J., langjähr. Verwaltungstätigkeit bei Weltfirma i. In- u. Auslande, u. a. als Büro- u. Verkaufsleiter in Baden u. Rheinland, mit nachweislichen Erfolgen als Verkaufsorganisator f. Inst.-Materialien, Leitungen, **Elektro-Herde**, Zähler u. Maschinen, erstkl. Referenzen, sucht entsprechenden Wirkungskreis, evtl. gute Vertretungen. Off. u. **E. 2993** a. d. A.-A. d. ETZ, Bln. W 9, erb.

Von führender Empfänger-Fabrik wird

erstklassiger Konstrukteur

zum Antritt per 1. Januar gesucht. Es wird Wert darauf gelegt, daß derselbe bereits eine ähnliche Stellung in der Praxis innegehabt hat, besonders auf hochfrequenz-technischem Gebiet eine entsprechende Ausbildung besitzt und neben der Konstruktion jeder Art von Empfängern in der Lage ist, die Fabrikation elektrisch zu überwachen und die für die Prüfung benötigten Einrichtungen zu bauen. Angebote mit Lichtbild u. Gehaltsansprüchen erbitten wir unt. **E. 2990** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Die durch Todesfall freigewordene Stelle des Direktors der Städtischen Betriebe

(Gaswerk, Wasserwerk, Elektrizitätswerk und Straßenbahn), deren Belegschaft i. Durchschnitt 115 Personen beträgt, soll wieder besetzt werden.

Bewerber müssen technisch vorgebildet sein und neben besten theoretischen Kenntnissen mehrjährige Praxis bei Gas- und Elektrizitätswerken nachweisen und sich bereits als Leiter, mindestens aber als engster Mitarbeiter eines Werkleiters gut bewährt haben, also neben gründlichen Fachkenntnissen auch über kaufmännisches und verwaltungsmäßiges Geschick verfügen, das über dem Durchschnitt liegt.

Die Anstellung erfolgt mit **Beamteneigenschaft** auf Lebenszeit und Ruhegehaltsberechtigung. Vereinbarung einer angemessenen Probefristzeit bleibt vorbehalten. Besoldung nach der preußischen Gehaltsgruppe A 2b ohne Zulagen, Ortsklasse B, mit den jeweiligen gesetzlichen Kürzungen. Keine Nebenbezüge. Nebenbeschäftigung nur mit vorheriger Genehmigung des Magistrats. Besoldungs- und Ruhegehaltsdienstalter nach den staatlichen Vorschriften. [2992]

Bewerbungen mit ausführlichem Lebenslauf, beglaubigten Zeugnisabschriften, Lichtbild und Angabe von Referenzen bis 15. Dezember d. J. an den **Magistrat**.

Persönliche Vorstellung ohne Einladung zwecklos.

Eberswalde, den 21. November 1932.

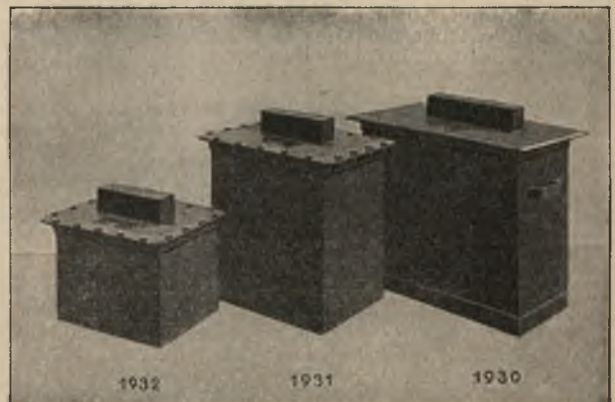
Der Magistrat.

Fortsetzung auf Seite 18.

JAROSLAW-KONDENSATOREN

für Blindstromkompensation

Beseitigen die Blindstromkosten
Entlasten das Stromnetz und beseitigen Spannungs- und Leistungsverluste in hohem Maße
Ermöglichen die Verwendung kleinerer Transformatoren
Einfachste Installation
Niedrige Anschaffungskosten
Amortisation in wenigen Monaten
Keine Fundamente, keine Wartung
Fordern Sie bitte unsere Druckschriften Z 161



JAROSLAW

BERLIN-WEISSENSEE, LEHDERSTRASSE 34-35, E 6 WEISSENSEE 4121



**Kabeltransport-
u. Verlege-
wagen**

*Oberleitungs
Montagewagen
Öltransportwagen
Säuretransportwagen
Transportwagen schwere Teile*

Joh. Schmahl
Mainz-Mombach 12
Abteilung Wagenbau

SILBERLOTE

SIND JETZT SO BILLIG

geworden, daß jeder Qualitäts-
arbeiter sie verwenden kann und
verwenden wird.

DR. TH. WIELAND
Pforzheim

Gegründet 1871

Werbefachmann (Offertechniker)

[2968]

der völlig mit der Elektrizitätswirt-
schaft verwachsen und mit den
Gepflogenheiten des Vertriebs von

Elektrizitätszählern

genau vertraut ist, gesucht.
Bewerbungen, die diesen Anfor-
derungen nicht entsprechen, zwecklos.

Deutsche Zähler-Gesellschaft m. b. H.

**A. Stepper
Hamburg 15.**

Starkstrom-Kondensatoren

Älteste Spezial-Kondensatorenfabrik sucht als

Vertreter

in allen Teilen Deutschlands nur erst-
klassige **Ingenieur- oder Installations-
büros** mit besten Beziehungen zu Elt-
werken u. Industrie. Angeb. u. **E. 2987**
a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W9, erbeten.

Wheatstone'sche Widerstandsbrücke

gut erhalten, zu kaufen
gesucht. Angebote u.
E. 2994 a. d. Anz.-Abt. d.
ETZ, Berlin W9, erb.

475 Stück wenig gebrauchte Positiv- Platten

J 2 340 x 170 mm für
Akkumulatorenbatterie
J 10,90 Ampere maximal
270 Amperestunden
zu kaufen gesucht.
Offert. unt. Angabe der
bisherig. Betriebsdauer
unt. **E. 2988** a. d. Anz.
Abt. d. ETZ, Bln. W9, erb.

ETZ-Anzeigen verbürgen den größten Erfolg

Brauchen Sie einen tüchtigen Vertreter?

Dann inserieren Sie in der ETZ! Die große
Zahl der eingehenden Angebote wird Ihnen
die Möglichkeit geben, die Wahl ganz nach
Ihren Wünschen zu treffen. Benötigen Sie
sonst einen tüchtigen Mitarbeiter, geben
Sie eine Anzeige in der ETZ auf:

Sie finden ihn!

1 Zählereicher

für Dreh- und Wechsel-
stromzähler aller Fabri-
kate u. Arten sowie für
Reparatur von Wasser-
messern, selbständ., für
dauernd gesucht. Gel.
Elektriker mittl. Alters
mit möglichst mehr-
jähriger praktischer
Erfahrung in Betriebs-
werken bevorzugt. Aus-
führliche Bewerbungs-
unterlagen mit Anspr.
u. Angabe des frühesten
Antritts bis 10. 12. 1932
an [2989]

Städtische Betriebswerke
Bischofswerda i. Sa.

Uhrmacher

welcher mit Reparaturen von
elektr. Schaltuhren u. Treppen-
automaten vertraut ist und auch
Reparaturen an Stoppuhren
präzis ausführen kann, gesucht.
Es wollen sich nur wirklich ge-
eignete Kräfte bewerben. [2991]

**Stepper & Co. Elektrizitäts-
zählerfabrik Hamburg 15**

Hamburg

Elt.-Ing. vertritt hier am
Platze die Interessen
nicht ansässiger Firmen.

H. Thederan, Im Gehölz 11
[2995]

„Techn., wirtschaftl. und
rechtl. Grundlagen für die
Bewertung u. d. Verkauf
elektr. Arbeit.“ Von Ing.
G. W. Meyer. II. Aufl.
Halbl. gebd. 7.50 RM.
Meyer's Verlag, Schöna
(Sächs. Schweiz). [6632]

Bei der Schriftleitung der „ETZ“ eingegangen:

Bücher.

Statistiek van de openbare Electriciteitbe-
drijven in Nederlandsch-Indië over de Jaren
1919 tot en met 1925. Herausg. v. Dienst voor Waterkracht
en Electriciteit in Nederlandsch-Indië, Bandoeng 1932. Mit
65 S. in 4^o. Zu bez. dch. Herausg.

Veertiende Jaarverslag 1931. Herausg. v. Dienst
voor Waterkracht en Electriciteit in Nederlandsch-Indië,
Bandoeng 1932. Mit 21 Beil. u. 68 S. in 4^o. Zu bez. dch.
Herausg.

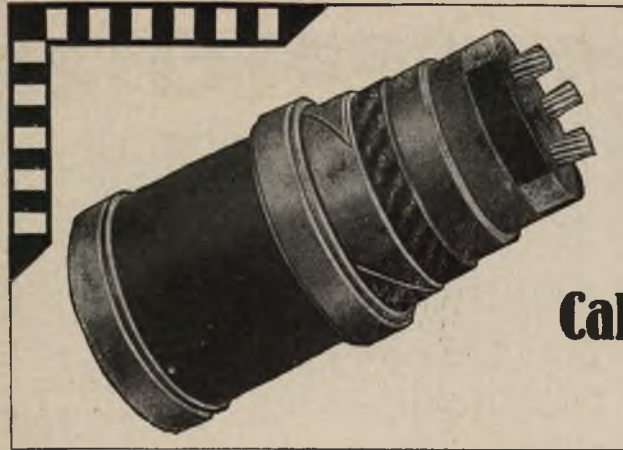
Hoyer-Kreuter, Dictionnaire Technologique.
Bd. 3: Français - Allemand - Anglais. 6., vollk. neubearb.
Aufl., herausg. v. Dr.-Ing. E. h. A. Schlo mann. Mit X
u. 719 S. in 4^o. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis
geb. 78 RM.

Erstklassiger

Hochspannungs-Ingenieur

(Dipl. Ing. der Elektrotechnik)

mit gründlicher Praxis im Bau und
der Berechnung von Hochspannungs-
apparaten höchster Spannung als
Oberingenieur für bekannte
Spezialfabrik der Elektrotechnik sofort
gesucht. Nur Bewerber mit ab-
geschlossener Hochschulbildung, an
selbständige Arbeit gewöhnt, die einem
größeren Betrieb und Büro erfolgreich
vorzustehen in der Lage sind, wollen
sich melden. Angebote mit Lebenslauf,
Zeugnisabschriften, Gehaltsansprüchen
und Lichtbild bitten wir aufzugeben
u. **E. 2996** a. d. A.-A. d. ETZ, Berlin W9.



Starkstrom-Bleikabel

für

Hoch- u. Niederspannungen

Nach den Normalien des VDE

Callender Kabel Gesellschaft

m. b. H.

HAMBURG I



Rollen-Registrier-Papiere

VON HÖCHSTER PRÄZISION / IN UNÜBERTROFFENER AUSFÜHRUNG

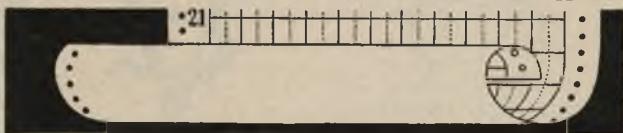
PAUSPAPIERFABRIK TRANSPARENT

ABTEILUNG PAPIERROLLENFABRIK

D Ü S S E L D O R F

ERSTE U. ÄLTESTE SPEZIALFABRIK

FACHM-BERATUNG BEI NEUAUSFÜHRUNGEN BEREITWILLIGST



Wir

liefern in
erstklassiger
Ausführung
und größter
Betriebs-
sicherheit

Tragbare
Ölreinigungsanlage
mit Vakuum-Einrichtung

Ölreinigungsanlagen

mit und ohne Vakuum-Einrichtung, stationär, trag- und fahrbar. Mit Massiv- und Luftbereitung, Hoch- und Niederspannungs-Apparate, Transformatoren für alle Leistungen und Spannungsarten.

Ersatzteile nach Muster oder Zeichnung werden schnell und preiswert ausgeführt.

LANDELEKTRIZITÄT GMBH

FABRIK: HALLE (Saale)-BÜSCHDORF

Sicherungs-Erzeugnisse für Telefonie



Luftleerpatronen
Spannungsableiter
Blitzschutzvorrichtungen
Auslötsicherungen
Anschluß-Steckdosen usw.

fabriziert als Spezialität
Metallwarenfabrik

K. SCHIEDER
NÜRNBERG

**Preßstoffwerk
Schöppenstedt**
Paul Schnake

Formstücke jeder Art in

Isoliermaterial

MEHRFACH-KATHODEN-OSZILLOGRAPHEN

mit 1 bis 6 unabhängigen Kathodenstrahlen, zur gleichzeitigen Registrierung von Strom und Spannung in allen 3 Phasen eines Hochspannungs-Netzes.

Spannung an den Ablenkplatten 0,2 bis 250 kV

Die **Registrierung** erfolgt im **Vakuum** auf Photopapier mit Hand- od. mech.-elektr. Fortschaltung nach jeder Aufzeichnung.

Diagrammformat: 6x6 cm pro Strahl,

Kassetteninhalt: bis zu 500 Diagrammen.

Man verlange Druckschrift Nr. 321

DR.-ING. HANS RUMPF, BONN a. Rh.
(Deutschland)

Quecksilber-Schaltrohren

mit festen sowie beweglichen Zuleitungen in allen Ausführungen für die Elektro-Automatik

Automatische Temperaturregullierung für alle Zwecke bis 620 Grad

ALBERT ZUCKSCHWERDT ILMENAU (THÜR.)

ETZ-ANZEIGER

A Vorschriftsmäßige **Aushänge- u. Warnungs-plakate**

des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

J. ED. WUNDERLE
Mainz-Kastel

Man verlange Katalog

D Lager in **IN-Schrauben, Muttern und Schelben**

J. M. SCHULTZE
Metallschraubenfabrik und Formdreherel
Berlin SO 16, Melchiorstraße 6

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

Kohlenfaden Lampen

aller Typen und Spannungen **unübertraffener Qualität**

Florien: **FLUORID-SCHWARZE LAMPEN-10MP DRESDEN-N. 23**

Rechenschieber
alle Typen, bes. für Reklame

ELEKTRO-PRAKTIKUS NEU! RM 2.60 EINFACH!
f. Lichttechniker, Netzingenieure
Abb. u. Erl. ETZ 1931, H. 31, S. 1010
DR.-ING. SEEHASE
BERLIN SO 36

FABRIKZEICHEN

Fein-Fabrikate

C & E

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

HOLLANDISCHE DRAHT- u. d. KABELWERKE A. G. AMSTERDAM

DRAKA

Gummi-isolierte Leitungen aller Art.

C & F S

C. & F. SCHLOTHAUER
G. m. b. H.
Ruhla (Thür.)

Spezialfabrik elektrotechnischer Installationsmaterialien

Porzellanfabrik

KLOSTER VEILSDORF A.-G.
Veilsdorf (Werra)

Die Fabrikzeichen-Rubrik

ist ein vorzügliches Mittel, den Abnehmerkreisen die Firmenmarken immer von neuem vor Augen zu führen

ELNA-GLEICHRICHTER



Stabil
Kurzschlußsicher
Kleine Baumaße

Wilhelm Gerndt / Berlin
Kottbuser Ufer 34

Oszillographen

neuester Bauart,
auch Spezialausführungen,
sowie Meßschleifen
fertigen

THOMSEN & SCHWARZKOPF
Feinmechanik — Elektrotechnik
KIEL-WIK

STABILISATOR

mit Gleichrichter-Gerät oder Maschine gibt
eine Spannungskonstanz:



$\pm 0,1\%$ bei $\pm 10\%$ Netzschwankungen,
1—2% zwischen Leerlauf und Vollast,
0,02% bei unbelast. Teilspannungen.



Trägheitslose Regelung durch Glimmentladung.
Eigenverbrauch: einige Milliampère.
Vollkommener Ersatz für Batterien.

Neue Beschreibungen nach Stand der Technik kostenlos.

STABILOVOLT GES., Berlin-Tempelhof, Lorenzweg 1



Widerstände

Jeder Art



A. REICHARDT
Berlin N 31, Brunnenstr. 39

Tel.: Vineta 1230/50

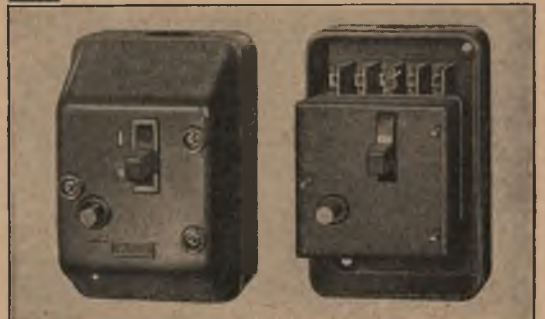
Langjähriger Reichspost- und Behördenlieferant

AEG

System RWE (Heinisch-Riedl)

Trenn-Schutzschalter

in schwarzem oder elfenbein-
weißem Isolierstoffgehäuse



2-, 3- u.
4-polig

25 A

220, 380
500 V

**Schutz gegen zu hohe
Berührungsspannung**

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft

Verlangen Sie Druckschrift Sa/V 1415

Schleif- und Polier- Maschinen

50 jährige Spezial-Erfahrungen
gewährleisten
Qualitäts-Erzeugnisse



Einheits-Modell PM

Langbein-Pfanhauser-Werke A-G

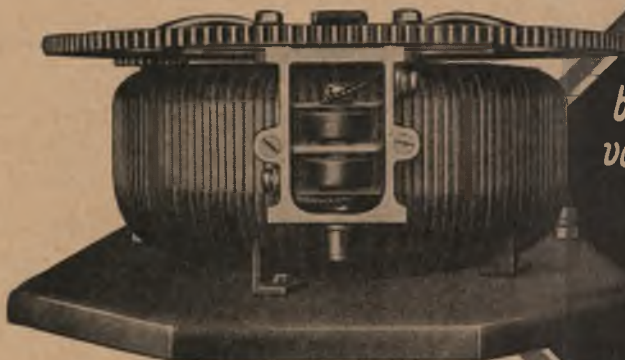
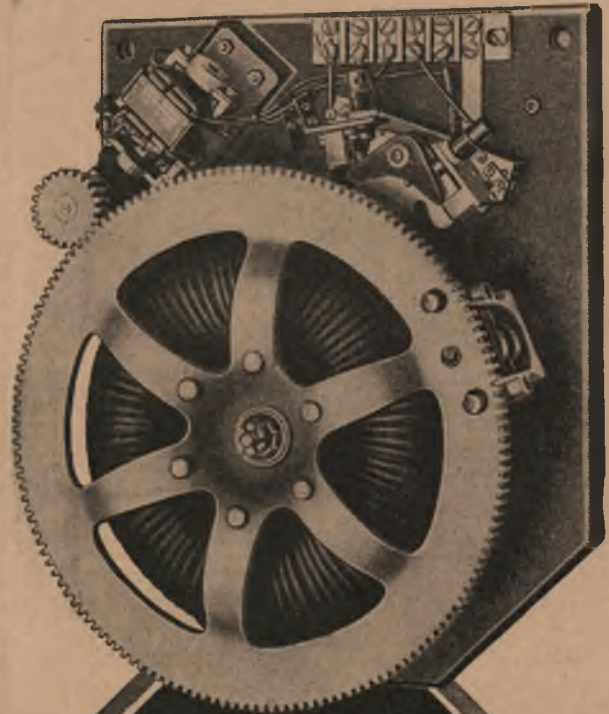
Abt. 26, Leipzig O 5

Spezialfabrik für Galvanotechnik, Schleif- und Polier-Maschinenbau

Spannungsregler UR

für Netz- und Ofenregelung,
Prüf- und Eichanlagen.

*Ein- oder
dreiphasig.
Luft- oder
Ölkühlung.
Antrieb:
Hand,
Motor oder
Thomaregler*



*Der Ringkern trägt
die Primär- und eine teilweise
blankgemachte Sekundärwicklung,
von der durch Kohlecollen der Strom
abgenommen wird.*

Stufenspannung unter 1 Volt

A2-565

KOCH & STERZEL AKTIENGESELLSCHAFT **DRESDEN-A.**

