

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
<b>Band:</b>	33 (1942)
<b>Heft:</b>	13
<b>Rubrik:</b>	Mitteilungen SEV

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

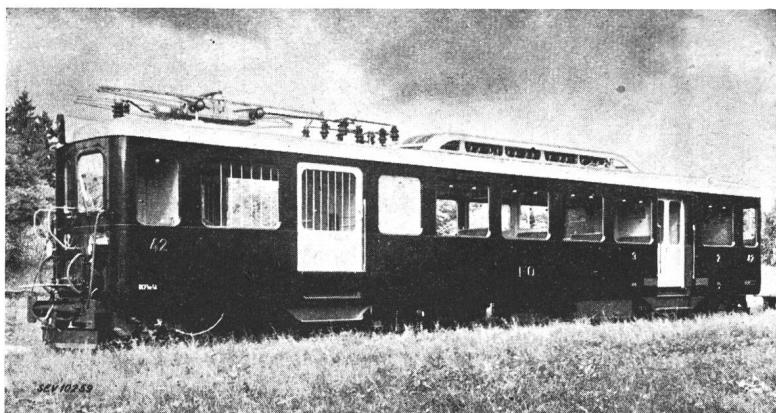
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 21.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



und einer zweiten Dynamo für die Erregung der Triebmotoren beim Bremsen.

Die Furka-Oberalp-Bahn besitzt ausserdem 5 Triebwagen (Serie BCFe 2/4) (Fig. 7), hergestellt von SLM (mechanischer Teil) und A.-G. Brown, Boveri & Co., Baden (elektrischer Teil); sie sind ebenfalls für gemischten Adhäsions- und Zahnradbetrieb eingerichtet. Jeder Triebwagen besitzt zwei Tatzelagermotoren von je 215 kW Stundenleistung bei 1110 U./min und mit doppelter Zahnradübersetzung.

Schliesslich sei auch die elektrische Schneeschleudermaschine (MFO) erwähnt, die eine Schneehöhe bis 2,5 m bei einem Aushub von maximal 6 m<sup>3</sup>/s wegräumt.

Fig. 7.  
Triebwagen der Furka-Oberalp-Bahn.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### PS oder kW?

[Aus Elektrizitätswirtschaft Bd. 41 (1942), Heft 7, S. 166]  
621.317.081

In der betrieblichen Praxis und im technischen Schrifttum wird zum Teil die PS und zum Teil das kW zur Bezeichnung der Leistungseinheit verwendet. Dies ist bei der strengen Normung sämtlicher physikalischer Grundgrössen nicht angebracht, und es ist zweckmässig, sich einmal folgende Zusammenhänge klarzumachen<sup>1)</sup>:

Die heute bei uns verwendeten Leistungseinheiten sind das Kilowatt (kW) und die Pferdestärke (PS). Dabei ist 1 PS = 0,736 kW oder 1 kW = 1,36 PS. Das kW ist bereits durch Gesetz vom 11. Juli 1884 in Deutschland eingeführt und am 12. Dezember 1935 noch einmal ausdrücklich anerkannt worden. Es ist aus den Grundgrössen des absoluten Maßsystems, des sogenannten Centimeter-Gramm-Sekunde-(CGS)-Systems, entwickelt und in der Folgezeit von den Teilnehmerstaaten des internationalen Physikerkongresses 1881 in Paris, auf dem das CGS-System aufgestellt wurde, eingeführt worden<sup>2)</sup>. Dagegen blieb es in Amerika, England und seinen Dominions bei der von James Watt angegebenen Pferdestärke (HP = horse power). Watt stellte dieses Mass für die Berechnung der Leistung seiner Dampfmaschine auf, wobei er 1 HP = 550 Pounds-Feet per Second setzte, d. i. die Arbeit, die nötig ist, um 550 Pfund (249,48 kg) in einer Sekunde um 1 Fuss (0,305 m) zu heben. Bei Umrechnung auf das Dezimalsystem ergab dies einen Wert von

$$1 \text{ HP} = 76,04 \frac{\text{mkg}}{\text{s}}.$$

Da die englische Industrie im vorigen Jahrhundert Europa beherrschte, war man oft gezwungen, mit Pferdestärken zu rechnen. Um jedoch eine klare Beziehung zu den Grundgrössen herzustellen, setzte man in Europa

$$1 \text{ PS} = 75 \frac{\text{mkg}}{\text{s}}.$$

Hieraus ergibt sich also, dass die englische Pferdestärke (HP) mit der europäischen (PS) keineswegs gleich ist (1 HP = 746 Watt, dagegen 1 PS = 736 Watt). Dieser Sachverhalt ist weitgehend unbekannt und führt oft zu Missverständnissen, die nur dadurch vermieden werden können, dass in Zukunft nur noch das kW als Leistungseinheit angewendet wird, selbst wenn dadurch die Leistung eines Automobils von 65 PS für seinen Besitzer über Nacht auf 45 kW zusammenschmilzt. Die grossen internationalen Verbände verfahren in der überwiegenden Mehrheit in dieser Weise. So hat die 1924 gegründete Weltkraftkonferenz von Anfang an als Leistungsmass das kW zugrunde gelegt. Der oft gemachte Einwand, dass das kW nur ein elektrisches, die PS dagegen ein mecha-

nisches Arbeitsmass sei, ist gänzlich abwegig; vielmehr handelt es sich beim PS, HP und beim kW um der Dimension nach völlig gleichartige, nur durch einen Zahlenfaktor von einander abweichende physikalische Grundgrössen der Leistung.

(Die Organe des SEV haben sich diesen Standpunkt von jeher zu eigen gemacht und im Bulletin wird er konsequent durchgeführt, handle es sich nun um Elektromotoren, Lokomotiven oder Wasserturbinen. — Red.)

### Vom Kraftwerk Innertkirchen

621.311.21(494.246.1)

Dem Geschäftsbericht 1941 der Bernischen Kraftwerke entnehmen wir:

Der Bau des Kraftwerks Innertkirchen konnte auch im Jahre 1941 trotz zeitweisem Mangel an Mineuren gut vorangetragen werden. Auf Jahresende waren etwa 65 % der Bauarbeiten ausgeführt. Beim Zulaufstollen von der Handeck zum Wasserschloss in Innertkirchen erfolgte der letzte Durchschlag am 28. November. Auf Jahresende waren 4,997 km fertig ausgebrochen und der Stollenmantel auf eine Länge von 1,331 km betoniert. Beim Wasserschloss und der Druckleitung waren die Aussprengungsarbeiten fertiggestellt und auch bereits ein grosser Teil der Panzerung eingezogen. In der Maschinenhauskaverne war die Aussprengung beendet und die Betonverkleidungen sowie die Tragkonstruktion fertiggestellt. Der Ablaufkanal ist nahezu vollständig ausgebrochen, und auf eine Länge von 665 m ist auch die Betonverkleidung ausgeführt.

Bei der elektromechanischen Ausrüstung wurde die Fabrikation ebenfalls energisch gefördert. Auf Jahresende waren Turbine und Generator der ersten Gruppe in den Fabriken zusammengestellt<sup>1)</sup>. Auch die beiden weiteren Maschinengruppen konnten programmgemäß vorangebracht werden. Von den Transformatoren sind zwei Stück bereits in Innertkirchen eingetroffen. Die Kran- und Aufzugsanlagen sind montiert. Die Montage der Maschinen in der Kaverne kann zu Beginn des Jahres 1942 in Angriff genommen werden.

In der Freiluftstation Innertkirchen wurde das Eisengerüst zur Anfügung von vier Maschinenfeldern und zwei weiteren Fernleitungsfeldern im Herbst 1941 fertiggestellt. Im Kommandoraum des Betriebsgebäudes waren auf Jahresende alle zur Anfügung des Kraftwerks Innertkirchen erforderlichen Pulte und Schalttafeln aufgestellt und teilweise bereits ausgerüstet.

Am 1. Mai 1942 war der Stand der Bauarbeiten, wie der Direktionspräsident, Dr. E. Moll, an der Generalversammlung der BWK ausführte, folgender: Der Zulaufstollen ist auf der ganzen Länge von 9,954 km vorgetrieben; 8,775 km sind ausgeweitet, 4,055 km betoniert. Der Druckschacht von 2,043 km Länge ist vorgetrieben und ausgeweitet und auf 1,951 km, also nahezu vollständig gepanzert. Der Ablaufstollen von

<sup>1)</sup> Vgl. «Deutsche Wasserwirtschaft», Bd. 37 (1942), S. 2 bis 3.

<sup>2)</sup> 1889 wurde der Beschluss folgendermassen präzisiert: «L'unité pratique de puissance est le watt. C'est la puissance d'un joule par seconde. Le watt vaut 10<sup>7</sup> unités CGS. Dans la pratique industrielle on exprime la puissance des machines en kilowatts, au lieu de l'exprimer en Chevaux-Vapeur.» (Red.)

<sup>1)</sup> Bulletin SEV 1942, Nr. 3, S. 75.

1,294 km Länge ist ebenfalls vorgetrieben und ausgeweitet, die Betonierung ist nahezu beendet (1,197 km). Das *Wasserschloss* ist vollendet, ebenso die *Maschinenkaverne*. In dieser ist bei der Maschinengruppe I die Montage der Turbine abgeschlossen, die Montage des Generators hat begonnen. Bei der Maschinengruppe II ist die Montage vorbereitet; teilweise ist das Material im Antransport, zum Teil befindet

es sich schon in Innertkirchen. Auch die mit dem Bau des KW Innertkirchen im Zusammenhang stehende Erweiterung des 150-kV-Netzes ist in vollem Gang. Unter diesen Umständen darf erwartet werden, dass gegen Ende des Jahres der Betrieb in Innertkirchen aufgenommen und die dortige Energieproduktion den Konsumzentren der BKW und der andern Aktionäre zugeführt werden kann.

## Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

### «Pro Radio» im Jahre 1941

Der Jahresbericht 1941 der Vereinigung «Pro Radio» zeigt, dass trotz der ungünstigen Zeiten sowohl auf dem Gebiete der Radiostörbekämpfung, als auch auf dem der Radiopropaganda erfolgreich gewirkt wurde. Insbesondere bahnte sich im Berichtsjahr eine erfreuliche Zusammenarbeit mit dem Starkstrominspektorat an. Entstörungsaktionen in der Ostschweiz wurden mit der Hausinstallationskontrolle verbunden, was die Entstörung der Hausinstallationen auf eine systematische Basis stellt.

Solche Aktionen wurden z. B. in Au (St. Gallen) durchgeführt. Dabei wurden 9100 Installationsmängel festgestellt, von denen 1850 zu Radiostörungen Anlass geben können, nämlich 1300 Schalter und Steckdosen mit schlechtem Kontakt und 550 defekte Sicherungen. In dem zu Au gehörenden Teil von Heerbrugg sind ganz grosse Störer die SBB, die Strassenbahn Heerbrugg-Diepoldsau und die beiden neuerrichteten Trolleybuslinien, die beim Bahnhof Heerbrugg ihren Ausgangspunkt haben. Die Stromabnehmer der Trolleybuswagen sind allerdings mit Kohleschleifstücken ausgerüstet und die Motoren mit Kondensatoren beschaltet. Die Störungen werden auf die Erschütterungen des Wagenkastens zurückgeführt, die den schlechten Zustand der Strassen als Ursache haben. Dem Vernehmen nach soll übrigens auch die Strassenbahn nach Diepoldsau später auf Trolleybus umgebaut werden.

Auch in Bad Ragaz wurde eine Entstörungsaktion der «Pro Radio» mit einer Hausinstallationskontrolle kombiniert.

In Burgdorf fand eine gemeinsame Aktion mit dem Elektrizitätswerk statt. Unter 1400 behobenen Störungen waren 56, die durch Schalter, Sicherungen und Installationsdefekte verursacht waren. Besonders verbreitete Störquellen waren 62 elektrisch betriebene Bureaumaschinen. Ein grosser Teil der Störungen entfällt auch hier auf die in Burgdorf sehr reichlich vorhandenen Bahnanlagen. Die Behebung dieser Störungen liegt nicht im Bereich der «Pro Radio».

In Genf wurde die Entstörung mit der Spannungänderung kombiniert, was als die rationellste Arbeitsmethode bezeichnet wird.

Als weitere Aktionen seien diejenigen in Steffisburg, Le Locle und Lugano genannt.

Vorbereitet sind Entstörungsaktionen in Thun, Spiez, Sigriswil-Gunten, Gstaad, Saanen, Frutigen, Zweisimmen,

Wimmis und Oberhofen a. Th. In Thun wird auch die Strassenbahn einer Entstörung unterzogen. Weiter werden Aktionen in La Chaux-de-Fonds und Lausanne vorgesehen.

Im Abschnitt Propagandatätigkeit wird auf die 15. Schweiz. Radioausstellung in Zürich und Thun hingewiesen.

Ein besonderer Abschnitt ist der Radioentstörung der rechtsufrigen Thunerseebahn gewidmet.

In seinem Rückblick und Ausblick betont der Präsident, Herr E. Baumgartner, Biel, die Bedeutung der Verständigung mit dem SEV, die dazu führt, dass bei gewissen Entstörungsaktionen die Mitwirkung des Starkstrominspektorates als Kontrollinstanz gesichert ist. Sehr wichtig sei auch die Weiterentwicklung des Störschutzzeichens des SEV, wofür sich «Pro Radio» eifrig einsetzt.

### Kleine Mitteilungen

**Die 16. Schweiz. Radio-Ausstellung in Zürich in grösstem Rahmen.** Die diesjährige Radio-Ausstellung in Zürich — die 16. ihres Bestehens — wird in der Zeit vom 27. August bis zum 3. September stattfinden. Die Schau soll in den Kongresshaussaal verlegt werden und in einem bedeutend grösseren Rahmen durchgeführt werden. Mit der Markenschau wird während der Ausstellungszeit auch die sogenannte «Schweizer Radiowochen» verbunden, an der sich der gesamte Handel sowie die verschiedenen Radioklubs und die behördlichen Organisationen beteiligen. Die Veranstalter dieser grosszügigen Manifestation sind der Schweiz. Grossisten- und Fabrikantenverband Zürich, der Schweiz. Radiofabrikantenverband Bern und die Vereinigung der Lieferanten der Radiobranche. Das Komitee setzt sich aus Delegationen dieser drei Verbände zusammen. Als Präsident des Ausstellungs-Komitees zeichnet wiederum Herr Eggenberger.

**Otto von Bronk.** Dieser deutsche Erfinder, der Inhaber eines wichtigen Patentes auf dem Gebiet der Hochfrequenzverstärkung ist, wurde im Februar 70 Jahre alt. Otto von Bronk beschäftigte sich anfänglich in seinem eigenen Laboratorium mit Röntgenstrahlen-Technik und drahtloser Telegraphie und Telephonie; im Jahre 1911 übernahm er die Patentabteilung von Telefunken.

## Die Selbstinduktion von enggewickelten, einlagigen Zylinderspulen

Von Erwin de Gruyter, Zürich\*

621.318.4.011.3

Die in der Literatur angegebenen Formeln zur Berechnung der Selbstinduktion von enggewickelten, einlagigen Zylinderspulen werden miteinander verglichen. Der Verfasser leitet eine weitere Berechnungsformel ab, die auch für extreme Spulenformen (Kreisdraht und sehr schlanke Spule) praktisch brauchbare Resultate liefert.

L'auteur compare les diverses formules indiquées dans la littérature pour le calcul de la self-induction de bobines cylindriques à une seul couche à bobinage serré. Il en déduit une autre formule, applicable également aux bobines de formes extrêmes: bobine constituée par une seule spire ou bobine très allongée.

In den Standards<sup>1)</sup> wird eine einfache Formel für die Selbstinduktion von enggewickelten, einlagigen Zylinderspulen gegeben:

$$L = k \pi^2 d^2 n / d_o$$

\*) Eingang des Manuskriptes: 12.8.1941.

<sup>1)</sup> Bureau of Standards, Circular 74, Radio-Instr. & Measurements (Nagaoka).

Darin bedeutet

*L* die Induktivität in cm ( $1 \text{ H} = 10^9 \text{ cm}$ )

*k* den Korrekturfaktor für gedrungene Spulen

*d* den mittleren Spulendurchmesser in cm

*d<sub>o</sub>* den äusseren Drahtdurchmesser = Windungsabstand in cm

*n* die Windungszahl

Führt man das Verhältnis von Spulendurchmesser zu Spulenlänge als «Gedrungenheit  $\beta$ » der Spule ein

$$\beta = \frac{d}{n d_o},$$

so lautet die Induktivitätsformel

$$L = k \pi^2 \beta d n^2.$$

Da  $k = F(\beta)$  ist, liegt der Gedanke von *Bergtold*<sup>2)</sup> nahe, die beiden Größen mit dem konstanten Wert  $\pi^2$  zusammenzufassen zum Formfaktor

$$\kappa = k \pi^2 \beta.$$

Damit wird

$$L = \kappa d n^2$$

Der Verfasser hat sich nun die Aufgabe gestellt, für  $\kappa = F(\beta)$  eine möglichst einfache Formel zu finden, die nicht nur die tabellarisch<sup>1;2)</sup> oder formelmässig<sup>3;6)</sup> angegebenen Werte für  $\beta \approx 1$  umfasst, sondern auch die Grenzwerte für  $\beta \rightarrow 0$  und  $\infty$  einschliesst.

Für die schlanke Spule gilt

$$\beta \rightarrow 0; k \rightarrow 1; \kappa \rightarrow \pi^2 \beta$$

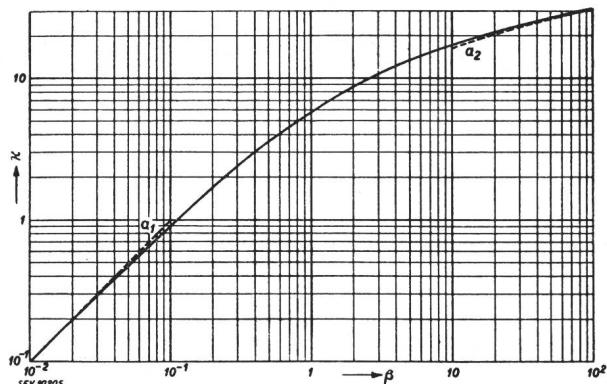
und für den Kreisdraht

$$\beta \rightarrow \infty; k \rightarrow 0; \kappa \rightarrow 2\pi \cdot \left( \frac{1}{3} + \ln \beta \right),$$

wenn man *Kohlrausch*<sup>4)</sup> zu Rate zieht, dessen Formfaktor für den Kreisdraht eine bessere Annäherung darstellt als der von *Küpfmüller*<sup>5)</sup>

$$\kappa \approx 2\pi \cdot \ln \beta,$$

der nur die äussere Induktivität berücksichtigt.



$$\text{Verlauf des Formfaktors } \kappa = 2\pi \cdot \ln \left( 1 + \frac{\pi}{2} \cdot \beta \right)$$

$$\text{Asymptote } a_1: \kappa_1 = \pi^2 \beta$$

$$\text{Asymptote } a_2: \kappa_2 = 2\pi \cdot \left( \frac{1}{3} + \ln \beta \right)$$

<sup>2)</sup> *F. Bergtold*, Hilfsbuch für Rundfunk- und Verstärker-Technik 1935, S. 24...27.

<sup>3)</sup> *Handbook*: The radio amateurs handbook 1941 of the American Radio Relay League, S. 277.

<sup>4)</sup> *Kohlrausch-Krüger*, Kleiner Leitfaden der praktischen Physik 1932, 5. Auflage, S. 315.

<sup>5)</sup> *K. Küpfmüller*, Einführung in die theoretische Elektrotechnik 1939, 2. Auflage, S. 195. Innere Induktivität, S. 199: Danach würde der Klammerausdruck  $\left( \frac{1}{3} n + \ln \beta \right)$  lauten, woraus ersichtlich ist, dass das konstante Glied praktisch nur bei eindrähtigen Spulen, also bei einem Kreisdraht, eine Rolle spielt.

Die beiden Grenzkurven sind in Fig. 1 gestrichelt eingezeichnet. Entwirft man mit diesen Kurven  $\kappa_1$  und den gesammelten Werten  $\kappa_{2...5}$  für  $\beta \approx 1$  (siehe Vergleichstabelle) eine Mittelwertskurve auf linearem Netz, so erhält man den Eindruck einer logarithmischen Kurve, die durch den Koordinaten-Anfangspunkt geht. Durch diese Bedingung und die der Grenzwerte und -tangentialen kommt man auf die allgemeine, einfachste Form

$$\kappa = 2\pi \cdot \ln \left( 1 + \frac{\pi}{2} \cdot \beta \right)$$

#### Vergleichstabelle für $\kappa$ -Werte

$\beta$	$\kappa$	$\kappa_1$	$\kappa_2$	$\kappa_3$	$\kappa_4$	$\kappa_5$
0,01	0,098	0,099				
0,02	0,194	0,197				
0,03	0,289	0,296				
0,05	0,475	0,494				
0,07	0,655	0,691				
0,1	0,916	0,987	0,95	0,95	0,85	
0,2	1,72		1,81	1,81	1,64	
0,3	2,42		2,62	2,62	2,39	2,64
0,5	3,64		4,04	4,04	3,76	4,10
0,7	4,66		5,25	5,25	4,97	5,40
1	5,93		6,82	6,82	6,58	7,00
2	8,92		10,4	10,4	10,5	10,5
3	10,9		12,7	12,6	13,1	12,8
5	13,7		15,8	15,3	16,5	
7	15,6		17,9	16,8	18,4	
10	17,7	16,5	20,0	18,2	20,2	
20	21,8	20,9				
30	24,3	23,4				
50	27,5	26,6				
70	29,6	28,7				
100	31,8	31,0				

$$\kappa = 2\pi \cdot \ln \left( 1 + \frac{\pi}{2} \cdot \beta \right) \text{ de Gruyter}$$

$$\kappa_1 = \pi^2 \beta \text{ für } \beta \rightarrow 0, \text{ beziehungsweise}$$

$$2\pi \cdot \left( \frac{1}{3} + \ln \beta \right) \text{ für } \beta \rightarrow \infty \text{ Kohlrausch}$$

$\kappa_2$  = Zahlentabelle der Standards

$$\kappa_3 = \frac{\pi^2}{\left( \frac{4}{9} + \frac{1}{\beta} \right)} \approx \kappa_2 \text{ Lang}$$

$$\kappa_4 = \frac{8,77}{\left( \frac{1}{3} + \frac{1}{\beta} \right)} \text{ Handbook}$$

$\kappa_5$  = Zahlentabelle von *Bergtold*

Wie man sich leicht überzeugen kann, ist

$$\left[ \frac{d\kappa}{d\beta} \right]_{\beta=0} = \pi^2$$

und weiter

$$\lim_{\beta \rightarrow \infty} 2\pi \cdot \ln \left( 1 + \frac{\pi}{2} \cdot \beta \right) = 2\pi \cdot \ln \beta$$

Diese Asymptote gilt für alle logarithmischen Kurven der Form

$$2\pi \cdot [c + \ln(a + b\beta)],$$

wenn  $a$  und  $c$  eine beliebige und  $b$  eine positive, reelle Konstante ist, also auch für den Kreisdraht-Formfaktor

$$\kappa_1 = 2\pi \cdot \left( \frac{1}{3} + \ln \beta \right),$$

der damit ebenfalls eine asymptotische Kurve darstellt zu der von mir angegebenen Kurvengleichung für den allgemeinen Spulen-Formfaktor.

Die Kurven und Vergleichstabellen zeigen, dass die einfache Formel für den ganzen Bereich  $0 < \beta < \infty$  praktisch brauchbare Resultate bei Ueberschlagsrechnungen liefert.

Der Korrekturfaktor der *Standards* lautet nun, in die allgemeine Form gebracht

$$k = \frac{2 \ln \left( 1 + \frac{\pi}{2} \cdot \beta \right)}{\pi \beta}.$$

Die tabellarischen  $\kappa$ -Werte der *Standards* lassen sich für  $\beta < 3$  formelmässig<sup>6)</sup> angeben zu

$$\kappa_3 = \frac{\pi^2}{\left( \frac{4}{9} + \frac{1}{\beta} \right)}$$

Die Formel des *Handbook* lautet nach Umrechnung

<sup>6)</sup> J. G. Lang, «Eine einfache Methode zur Ableitung des Formfaktors von Zylinderspulen» *Funktechn. Monatsh.*, Juli 1941.

$$\kappa_4 = \frac{8,77}{\left( \frac{1}{3} + \frac{1}{\beta} \right)}$$

Für schlanke Spulen gibt *Kohlrausch* eine ausführlichere Näherungsformel. — Der Sonderfall der *weitgewickelten* Spule ist von *Möller*<sup>7)</sup> behandelt.

Mehrlagige Spulen berücksichtigt das *Handbook* mit einer Formel und *Berggold* mit einer Tabelle.

Die kurze Abhandlung zeigt, wie durch geschickte Auswertung von Tabellen und Kurvengleichungen, die nur für ein bestimmtes Gebiet Gültigkeit haben, auf rein mathematischem Wege für eine physikalische Funktion eine Näherungsgleichung gefunden werden kann, die uneingeschränkt gültig ist.

Im behandelten besonderen Fall des Formfaktors in Abhängigkeit von der Gedrungenheit einer Spule erhält man eine sehr einfache Formel, die leicht im Gedächtnis zu behalten ist und deren Genauigkeit zur Berechnung der Selbstinduktion von enggewickelten, einlagigen Zylinderspulen praktisch ausreicht.

Für weitgewickelte oder mehrlagige Zylinderspulen sind Literaturstellen genannt.

<sup>7)</sup> *Korshenewsky-Runge*, Lehrbuch der drahtlosen Nachrichtentechnik, Band I: Grundlagen und mathematische Hilfsmittel der Hochfrequenztechnik, bearbeitet von H. G. Möller, 1940, S. 23.

## Wirtschaftliche Mitteilungen — Communications de nature économique

### Vom Hinterrheinprojekt

691.311(494)

Im Auftrag des eidgenössischen Departementes des Innern lud die eidgenössische Natur- und Heimatschutzkommission zu zwei Konferenzen den Schweizerischen Alpenklub, die Schweizerische Vereinigung für Heimatschutz und den Schweizerischen Bund für Naturschutz mit den Konzessionsvertretern und den Vertretern der vom Kraftwerkprojekt betroffenen Talschaften ein. Die erste Konferenz fand am 10. Mai in Chur statt, die zweite am 12. Juni im Rheinwald, wo die einzustauenden Gebiete begangen wurden. Nach Mitteilung der Tagespresse waren die Vertreter der Talschaften nicht in der Lage, irgendwelche Eventualvorschläge zur Anpassung oder Änderung der Projektgestaltung vorzubringen, da es für sie einzig und allein um die grundsätzliche Frage der ihnen zugemuteten Umsiedlung gehe. Angesichts dieser auch von einzelnen Landesverbänden eingenommenen Haltung musste die Kommission ihre derzeitige Aufgabe als erledigt betrachten. Talschaften und Landesvereinigungen werden nun zu diesem Projekt endgültig Stellung beziehen. Das Wort haben im übrigen in erster Linie die zuständigen kantonalen und eidgenössischen Instanzen.

### Nutzt das Geschwemmsel, das an den Rechen der Stauwehre anfällt!

621.311.21.0048

Ein alter Werkmeister und Praktiker macht uns darauf aufmerksam, dass noch sehr viel Treibgut, das an den Rechen der Stauwehre anfällt, insbesondere Laub und anderes Geschwemmsel, in den Ablauftunnel befördert werde. Mit gutem Willen könnte jedoch dieses Material nutzbar gemacht werden. Das viele Laub, das namentlich im Herbst von den Rechen abgenommen wird, könnte mit chemischen Mitteln (z. B. Adco) in 6 bis 8 Monaten in wertvollen Dünger verwandelt werden. Der Schreiber schlägt vor, jedes Kraftwerk möge vorläufig den anfallenden Unrat auf einen Haufen werfen und mit den nötigen Chemikalien vermischen. Der

erzeugte Dünger, der, wenn auch nicht besonders wertvoll, so doch brauchbar ist, kann mindestens den Gärten der Arbeiter und Angestellten des Werkes zugute kommen.

Wenn ein Werk das Treibgut so zurückhält und sogar nutzbar macht, brauchen die Unterlieger nicht dasselbe Treibgut wieder von ihren Rechen abzunehmen und ihrerseits wieder in das Unterwasser zu leiten. Der Schreiber ist sogar der Meinung, dass die Unterlieger bereit wären, dem Oberlieger, der das Geschwemmsel zurückbehält, einen Beitrag zu leisten.

Soweit unser Praktiker.

Es schien uns nützlich, diese Zuschrift zu Handen der interessierten Werke bekanntzugeben. Es ist dazu allerdings zu sagen, dass nicht nur Laub und andere verwestbare Abfälle an den Rechen anfallen, sondern alle möglichen und unmöglichen Dinge, von den Büchsen und Flaschen bis zu den kriminell interessanten Gegenständen. All dieses Material müsste sortiert werden. Man müsste auch einen Deponieplatz bereitstellen. Am meisten Geschwemmsel fällt während den Hochwasserzeiten an, das dann einfach über die Wehre fliesst. Schon deshalb wird eine Entschädigung an die Oberlieger für allfällig getane Arbeit kaum in Frage kommen.

Die Anregung scheint uns trotz dieser Begleitumstände, die bei gewissen Werken eine untergeordnete Rolle spielen können, aller Aufmerksamkeit wert. Wir wissen, dass verschiedene Werke mit Erfolg das Geschwemmsel sammeln und viel besonders heute Wertvolles daraus gewinnen. Es wäre zu begrüßen, wenn diese Beispiele viel Nachahmung fänden.

### L'électrification des chemins de fer de l'URSS

621.331 : 625.1(47)

Les premières électrifications des chemins de fer de l'URSS remontent à une quinzaine d'années. Elles débutèrent en 1926 sur quelques tronçons du réseau suburbain de Bakou qui s'étend sur la péninsule d'Apchéron, contrée bien connue par sa production pétrolière. La première tranche du programme fut achevée en 1934. Les lignes Bakou-Sabountchi et

Bakou-Sourakhan avaient été électrifiées les premières et, à la fin de 1934, le réseau électrifié totalisait 30,6 km (51,48 km de voies). La dernière section à vapeur — Sourakhan-Kala (17,7 km) — de la ligne circulaire d'Apchérion ne fut électrifiée qu'en 1939/40. En 1929 commencèrent les travaux d'électrification des lignes suburbaines de Moscou, en prévision de la création du métropolitain de la capitale, dont les travaux débutèrent en 1932. La première section électrifiée fut le tronçon Moscou (gare du nord)-Mytichi de la ligne principale vers Vologda et Archangelsk; puis celle de la section Mytichi-Bolchévo. Actuellement, la traction électrique s'étend jusqu'à Aleksandrov (au sud de Rostov, dans le gouvernement Jaroslavl au nord de Moscou), à 128,7 km de la capitale. Les trains suburbains ordinaires y circulent entre Moscou et Sagorsk (90,1 km), mais les trains suburbains rapides, à unités multiples, desservent la ligne entière Moscou-Aleksandrov. (Les trains transsibériens passent sur cette ligne entre Moscou et Danilov.) A la fin de 1936, les lignes suburbaines électrifiées de Moscou avaient une longueur totale de 180,2 km (442,47 km de voies); l'électrification fut ensuite étendue aux sections suivantes: Moscou-Obiralovka, 24,1 km de ligne (ligne Moscou-Koursk-Kharkov); Moscou-Lyoubertsi-Ramenskoïe, 32 km de ligne (ligne Moscou-Kazan), Moscou-Tsaritsino, 17,7 km de ligne (ligne Moscou-Toula); Moscou-Bikovo. Le tronçon Tsaritsino-Podolsk (sur la ligne de Koursk) se trouve en cours de transformation. Il est probable que la traction électrique ait été adoptée aussi sur les lignes Moscou-Colitsino-Svénigorod et Moscou-Krynkovo avant septembre 1939.

Entre 1933 et 1934 s'acheva l'électrification des lignes suburbaines de Leningrade (71,6 km de longueur, 168,9 km de voies), dont la principale relie la ville à Oranienbaum (distance 40,2 km) en longeant la côte méridionale du Golfe de Finlande.

Ce furent donc en premier lieu des électrifications de réseaux suburbains, mais la première «piatiletka», le premier plan quinquennal (1928—1932), envisageait déjà 3590 km de lignes principales à électrifier, dont quelques-unes dans les centres industriels de Sverdlovsk-Koussovaïa-Kizel; Magnitogorsk-Oufa, etc., dans les Ourals; Dolguintzévo-Zaporozhie-Chaplino-Débaltzévo, etc., en Ukraine orientale et quelques sections en Caucanie. Toutefois, à la fin de 1934, l'URSS ne comptait que 379 km de lignes électrifiées, dont 176 km seulement se trouvaient en dehors des zones suburbaines mentionnées; à la même date, 583 km étaient en transformation. Le deuxième plan quinquennal prévoyait 6161 km de lignes à électrifier, dont 4421 km devaient être achevés à la fin de 1937, limite du plan. Le fait est, qu'à la fin de 1938 le réseau électrifié du pays totalisait 1682,2 km; une des dernières électrifications fut celle de la section Olénia-Imandra (35,4 km) de la ligne de Mourmansk. Le troisième plan quinquennal (1938—1942), fixa la programme d'électrification à 4827 km, y compris la ligne entière Leningrade-Petrozavodsk-Kandalachka-Mourmansk (1451 km), la grande «magistrale» Moscou — bassin du Don (Donbass) (1195 km), etc. La réalisation, cette fois encore, resta beaucoup au-dessous du programme ambitieux. Seule la section septentrionale (Kandalachka-Mourmansk, 389 km) est actuellement électrifiée et, dans le Donbass, la traction électrique est adoptée seulement sur les lignes les plus importantes du point de vue du trafic minier. Selon ce qu'on peut établir à la base des derniers renseignements, — on connaît la réticence de l'URSS en matière économique et ferroviaire, — le total des lignes ferroviaires soviétiques électrifiées ne dépasse pas à l'heure actuelle 1931 km, soit environ 2,3 % de l'ensemble du réseau (84 900 km); si les programmes envisagés avaient été réalisés, cette proportion aurait été de 13...14 %.

Parmi les plus intéressants exemples d'électrification en URSS, on doit compter celles effectuées dans le Donbass, ainsi que dans la région des Ourals. Les deux groupes comprennent des sections à trafic de forte densité dans des régions très industrielles. La principale des sections électrifiées dans le Donbass part de Dolguintzévo à l'ouest (près de Krivoï Rog, en Ukraine) et s'étend vers l'est, en passant par Zaporozhie, le grand centre de l'industrie métallurgique sur le Dniepr, ainsi que par Chaplino, jusqu'à Débaltzévo, dans le Donbass, au nord du port de Taganrog, — une distance de quelque 600 km. Des embranchements électrifiés relient la ligne à Liman Osnova, à Zvérévo, etc. Un trafic très intense

se déroule entre Krivoï Rog, — centre très important de l'extraction de minerai de fer —, et le Donbass, centre sidérurgique de vieille date, basé sur les richesses houillères de la région. Dans les Ourals, la plus importante des lignes électrifiées va de Sverdlovsk vers le nord, jusqu'à Kizel, soit 386,1 km. Ligne de montagne, construite en 1874—1879, sa disposition laisse beaucoup à désirer; plus du 70 % de sa longueur entre Koussovskaïa et Kizel (112,5 km) est en courbes (rayon minimum 320 m) et le 33 % de cette section accuse des rampes de 1,5 %. D'autre part, la ligne est très importante à cause de son trafic de minerai (minerai de fer et sel gemme) qui doit alimenter les industries sidérurgiques et chimiques créées dans les Ourals dès l'époque impériale et développées considérablement ces dernières décennies. La formation orographique ne permettait pas le redoublement de la voie. On procéda donc d'abord à l'électrification de la section nord (Koussovskaïa-Kizel) en 1932/34, et ensuite on l'étendit jusqu'à Sverdlovsk (1934/35). La capacité annuelle de cette ligne bondit du maximum de 3 730 000 t auquel on pouvait toucher avec la traction à vapeur, jusqu'à 8 000 000 t.

Une autre électrification importante est celle de la ligne Zestafoni-Stalinissi (à l'ouest de Tbilissi ou Tiflis), où la ligne Bakou-Batoum franchit le défilé de Sourami. L'électrification de cette section, prolongée par la suite jusqu'à Tbilissi, facilite notablement le trafic à grande densité des trains pétroliers venant de Bakou, qui suppléent au transport d'huile brute et d'essence qui se fait entre Bakou et Batoum au moyen de deux pipe-lines.

Un groupe de lignes électrifiées existe enfin en Sibérie occidentale; il relie le bassin houiller de Kousnetzk — avec ses réserves de plus de 400 milliards de tonnes, le plus important de l'URSS — avec Stalinsk et avec Novo-Sibirsk (cette dernière place sur le transsibérien).

Les raisons qui ont empêché l'électrification ferroviaire de se développer selon les programmes envisagés sont principalement dûs à l'impossibilité de l'industrie électrique de faire face aux besoins en matériel (de traction, de superstructure, équipement des usines électriques et des sous-stations, etc.) que ces programmes comportaient. Pendant les premières années, beaucoup de matériel fut importé; ce fut d'abord l'industrie britannique (notamment la Metropolitan-Vickers Electrical Co.) qui exécuta des livraisons très importantes (équipement et locomotives); ensuite les Etats-Unis et l'Italie (Breda); dans l'électrification des lignes des Ourals et de la Sibérie occidentale, l'industrie allemande s'était assurée une place prépondérante. Parallèlement d'ailleurs, la part réservée à l'industrie soviétique — équipement et matériel de traction — prenait des proportions de plus en plus importantes, sans pourtant pouvoir satisfaire aux exigences du point de vue quantitatif. La première locomotive électrique construite en URSS sortit des établissements de Kachira (au sud de Moscou) en 1932; un des derniers types de locomotive électrique réalisé en URSS fut celui achevé vers la fin de 1938 par les établissements Dynamo de Moscou; il représente le type standard russe (Co-Co), dérivé de locomotives similaires fournies par les Etats-Unis et par l'Italie. Il développe 2200 kW et pèse 132 t.

Le système adopté en URSS pour la traction électrique est le courant continu à 3000 V pour les grandes lignes du Donbass, des Ourals, de la Caucanie, de Sibérie, ligne de Mourmansk, etc. et à 1500 V pour les lignes suburbaines, sauf celles du réseau de Bakou où la tension est de 1200 V (Quoique le «Métro» de Moscou n'entre pas en ligne de compte dans cet article, puisqu'il ne s'agit pas là de lignes électrifiées mais de lignes électriques dès le début, mentionnons simplement que le courant continu adopté pour le «Métro» est à 750 V, la prise de courant étant par «troisième rail».) La prise de courant sur toutes les lignes électrifiées, sans exception, est par caténaire. Le fil de contact se trouve normalement à 6,4 m au-dessus de la tête du rail, mais descend jusqu'à 5,2 m dans certaines galeries (de l'Oural par exemple), seulement 2 cm au-dessus du maximum du gabarit russe (5,18 m), qui est plus élevé que le gabarit normal européen (4,28 m), en raison de l'écartement russe (1524 mm).

Normalement, le courant est produit par des usines thermiques, notamment dans les régions de Moscou, de Leningrade, de Bakou, etc. Le groupe de Dolguintzévo-Débaltzévo est alimenté par la super-usine de Dnieprostroï sur le Dniepr, tandis que la section nord de la ligne de Mourmansk dépend

de l'usine hydroélectrique sur le fleuve Touloma (un affluent du Kola); pour la section sud de cette ligne une usine située sur la Néva était prévue.

Quant à la consommation d'énergie électrique pour la traction, les statistiques soviétiques indiquent un résultat effectif de 29 000 000 kWh pour la fin du premier plan quinquennal (1932), tandis que le niveau touché cinq ans plus tard atteignit 417 000 000 kWh.

E. A. (Londres)

### Das eidg. Amt für Wasserwirtschaft im Jahre 1941

Wir entnehmen dem Jahresbericht 1941 des eidg. Amtes für Wasserwirtschaft folgendes:

Um die Projekte, deren Verwirklichung im Zeitpunkt der Demobilisierung für die Arbeitsbeschaffung in Betracht kommt, so weit wie immer möglich fördern zu können, wurden alle nicht dringlichen Arbeiten zurückgelegt. Selbst die Untersuchungen über die Geschiebeführung, welche insbesondere für ganz grosse Aufgaben der Zukunft von grosser Bedeutung sind, mussten zurückgestellt werden.

Die Untersuchungen über die Speicherungsmöglichkeiten für die Erzeugung von Winterenergie, die früher als Sparmaßnahme zurückgelegt werden mussten, konnten abgeschlossen werden. — Für die Durchführung der Zürichseeregulierung ist alles bereit.

An 100 Stationen, die alle mit Limnigraphen ausgerüstet sind, wurden, auf Grund von total 444 Wassermessungen, die täglichen Abflussmengen bestimmt. Die Wasserstände wurden an 149 Stationen ermittelt.

Der Bericht bezieht sich weiter auf allgemein hydrographische Fragen und auf folgende Schifffahrtsangelegenheiten: Rheinschiffahrt unterhalb Basel, Schifffahrt am Rhône, Schifffahrtsweg Adria-Langensee, Randlinie Basel-Bodensee, interne Wasserstrassen; ferner auf die Regulierung der Seen. Der Abschnitt über die

#### Wasserkraftnutzung

lautet folgendermassen:

##### I. Ausbau des Rheinabschnittes Basel-Bodensee (Schweizerische und badisch-schweizerische Rheinstrecke)

Von den Niederdruckwerken sind diese Rheinwasserkräfte ganz besonders günstig. Diese werden somit in einem Programm für den Ausbau der Wasserkräfte eine bevorzugte Stellung einnehmen.

Mit Ausnahme der Stufe Rheinfelden ist die Art des Ausbaues nun abgeklärt. Einem neuen Vorschlag für den Ausbau der Stufe Koblenz-Kadelburg konnte keine Folge gegeben werden. Bei einzelnen Stufen (Birsfelden, Säckingen, Rheinau) sind noch Einzelheiten abzuklären.

Die Verhandlungen mit den Konzessionsbewerbern wurden weitergeführt. Für die Stufen Säckingen und Rheinau sind die Verleihungsentwürfe so gut wie bereinigt.

Für die bereits ausgebauten Stufen Augst-Wyhlen und Dogern sind Zusatzverleihungen in Bearbeitung.

Die Verhandlungen über den Abtausch des halben, Baden gehörenden Energieanteils am Kraftwerk Koblenz-Kadelburg gegen den entsprechenden Teil des schweizerischen Energieanteils am Kraftwerk Säckingen konnten noch nicht zum Abschluss gebracht werden.

Mit Vertretern Badens haben über die Projektierungsarbeiten sowie über den Abtausch Besprechungen stattgefunden am 3. März, 18. September, 27. bis 29. Oktober und 24. bis 26. November.

##### II. Der Ausbau des Doubs

Die Verhandlungen mit Frankreich ruhen.

##### III. Verfügbare Winterenergie in innerschweizerischen Hochdruckspeicherwerken

Im Anschluss an die eingangs erwähnten Untersuchungen wurden über die Wirtschaftlichkeit der verfügbaren Winterenergie in Hochdruckspeicherwerken Vergleiche angestellt. Die Untersuchungen des Amtes können als Grundlage für einen die ganze Schweiz umfassenden Ausbauplan dienen. Die Bedeutung kleinerer, sehr wirtschaftlicher Anlagen soll nicht unterschätzt werden.

Die Untersuchungen über Hochdrucklaufwerke sind weniger dringlich; die Untersuchungen stehen auf dem Programm der Arbeiten des Amtes.

### IV. Neue Kraftwerke.

Im Jahre 1941 kam das Rheinkraftwerk Rekingen in Betrieb. Das Hochdruckwerk Innertkirchen der Kraftwerke Oberhasli A.-G. und das Rhonekraftwerk Verbois werden voraussichtlich Ende 1942 fertig erstellt sein. Neu in Angriff genommen wurden im Berichtsjahr:

1. das Hochdruckwerk Fiesch-Mörel an der oberen Rhône durch die Aluminium-Industrie A.-G.,

2. das Kraftwerk Rupperswil an der Aare durch die Schweizerischen Bundesbahnen und die Nordostschweizerischen Kraftwerke,

3. die Kraftwerke Saltina-Ganterbach in Brig und Gamper in Goppenstein durch die Lonza AG.

Um den Ausbau des Lucendrowerkes zu beschleunigen, hat der Bund bei den Verhandlungen über dieses Werk vermittelt.

### Das eidg. Amt für Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1941

Der Jahresbericht 1941 des eidgenössischen Amtes für Elektrizitätswirtschaft lautet folgendermassen:

1. Elektrizitätsversorgung. In den ersten drei Quartalen konnte die Elektrizitätserzeugung, zum Teil dank der günstigen Wasserführung und zum Teil durch die vollständigere Ausnutzung der Produktionsmöglichkeit der Werke, weiterhin gesteigert werden. Das vierte Quartal wies dann aber infolge der ungünstigen Wasserverhältnisse gegenüber dem Vorjahr einen kleinen Rückgang der Erzeugung auf.

Da eine so ausserordentlich günstige Wasserführung wie im Winter 1940/41 für den Winter 1941/42 kaum mehr erwartet werden konnte, musste ab 15. November 1941 vorsichtigerweise eine 15prozentige Einschränkung des Elektrizitätsverbrauchs gegenüber der gleichen Zeit des Vorjahres verfügt werden, die sich in der Folge als durchaus notwendig erwiesen hat.

2. Ausfuhrbewilligungen. Die im Berichtsjahre erteilten drei langfristigen Ausfuhrbewilligungen für Leistungen von insgesamt nur 13 kW sind von ganz untergeordneter Bedeutung. Kurzfristige Bewilligungen wurden 15, für eine Leistung von zusammen maximal 77 000 kW im Sommer und 66 000 kW im Winter erteilt. Es handelt sich dabei ausschliesslich um die Erneuerung abgelaufener Bewilligungen.

Die folgende Aufstellung zeigt den Stand der zur Ausfuhr bewilligten Leistungen im Berichtsjahr und im Vorjahr.

	30. Juni 1941 Insgesamt zur Ausfuhr bewilligt . . . . .	31. Dezember 1940 kW 534 879	1941 kW 553 445	1940 kW 509 379	1941 kW 523 029
Davon aus bestehenden Werken . . . . .			463 839	475 405	456 339
					444 989

Die Abnahme der insgesamt zur Ausfuhr bewilligten Leistung ist darauf zurückzuführen, dass einige Bewilligungen mit geringerer Leistung als bisher erneuert wurden. Die Zunahme der aus bestehenden Werken zur Ausfuhr bewilligten Leistung per 31. Dezember 1941 erklärt sich aus der Inbetriebsetzung des Kraftwerkes Rekingen, dessen schweizerischer Kraftanteil bereits im Jahre 1929 zur Ausfuhr bewilligt worden war. Die in der Energieausfuhr tatsächlich aufgetretene Leistung blieb wie immer weit unter der bewilligten Leistung.

### Kleine Mitteilungen

**Grastrocknung während der Vegetationsperiode 1942.** Die Abteilung für Landwirtschaft des eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartementes richtete Ende Mai an die Grastrocknungsorganisationen folgendes Zirkular:

«Anlässlich einer Konferenz mit Vertretern der Elektrizitätswirtschaft wurde im Verlaufe der Aussprache darauf hingewiesen, dass die Trocknungsapparaturen gelegentlich in Betrieb genommen werden, ohne vorherige Anzeige an die Elektrizitätswerke. Da bei den meisten Grastrocknungsapparaturen ausserordentlich hohe Anschlusswerte in Frage kommen, treten für die Elektrizitätswerke durch unangemeldete Inbetriebnahme eines Trockners oft schwerwiegende Rückwirkungen ein.

(Fortsetzung auf Seite 381).

## Aus den Geschäftsberichten schweizerischer Elektrizitätswerke

(Diese Zusammenstellungen erfolgen zwanglos in Gruppen zu vieren und sollen nicht zu Vergleichen dienen)

Man kann auf Separatabzüge dieser Seite abonnieren.

	Bernische Kraftwerke A.-G., Bern		Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg A.-G., Luzern		Elektrizitätswerk der Stadt Luzern, Luzern		Gemeindewerke Uster	
	1941	1940	1941	1940	1941	1940	1941	1940
1. Energieproduktion . . . kWh	449 497 300	465 568 700	57 656 158	51 563 000	—	—	—	—
2. Energiebezug . . . . . kWh	364 899 586	326 072 266	11 539 700	5 755 000	47 030 970	38 782 700	6 419 952	6 464 584
3. Energieabgabe . . . . . kWh	814 396 886	791 640 966	69 195 858	57 318 000	42 300 000	34 900 000	6 106 705	6 223 793
4. Gegenüber Vorjahr . . . . %	+ 2,88	+ 15,81	+ 20,7	— 0,4	+ 21	+ 8	— 1,9	— 3,9
5. Davon Energie zu Abfallpreisen . . . . . kWh	?	?	25 386 470	17 912 240	9 724 000	4 965 000	0	0
11. Maximalbelastung . . . kW	176 800	172 650	12 800	11 900	9 410	7 530	1 632	1 706
12. Gesamtanschlusswert . . . kW	592 884	549 912			73 473	66 746	14 965	14 304
13. Lampen . . . . . { Zahl	1 033 494	1 022 193			321 992	317 497	42 279	41 773
	32 227	31 783			14 403	14 310	2 025	2 001
14. Kochherde . . . . . { Zahl	25 295	22 635			759	605	193	175
	131 205	116 152			5 976	4 722	1 158	1 047
15. Heisswasserspeicher . . . { Zahl	20 469	19 476	1)	1)	5 460	5 212	376	337
	19 558	18 461			7 939	7 715	515	431
16. Motoren . . . . . { Zahl	47 517	45 112			14 330	13 840	1 895	1 838
	128 150	123 448			17 363	16 761	6 506	6 382
21. Zahl der Abonnemente . . .	104 412	101 379			44 853	43 609	2 863	2 834
22. Mittl. Erlös p. kWh Rp./kWh	?	?	1,51	1,68	9,1	10,4	8,35	8,2
<i>Aus der Bilanz:</i>								
31. Aktienkapital . . . . . Fr.	56 000 000	56 000 000	2 700 000	2 700 000	—	—	—	—
32. Obligationenkapital . . . »	53 000 000	53 000 000	—	—	—	—	—	—
33. Genossenschaftsvermögen »	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Dotationskapital . . . »	—	—	—	—	?	?	?	?
35. Buchwert Anlagen, Leitg. »	120 989 291	113 492 379	3 099 700	3 112 700	1 541 733 <sup>3)</sup>	1 397 448 <sup>3)</sup>	157 381	158 511
36. Wertschriften, Beteiligung »	9 528 580	27 584 280	545 150	743 525	2 429 250	2 429 250	—	—
37. Erneuerungsfonds . . . »	8 515 302	7 965 302	?	?	738 383	718 383	32 000	27 000
<i>Aus Gewinn- und Verlustrechnung:</i>								
41. Betriebseinnahmen . . . Fr.	27 725 660	25 240 181	1 041 988	962 763	4 455 515	4 123 612	510 095	511 182
42. Ertrag Wertschriften, Beteiligung . . . »	385 541	1 272 486	19 292	16 479	138 108	138 156	—	—
43. Sonstige Einnahmen . . . »	537 977	505 967	11 795	11 141	291	281	—	—
44. Passivzinsen . . . . »	1 804 964	2 228 302	2)	2)	111 380	108 269	—	—
45. Fiskalische Lasten . . . »	2 144 934	1 851 125	166 123	127 794	29 897	34 351	—	—
46. Verwaltungsspesen . . . »	2 295 351	2 199 885	245 783	233 707	459 064	447 638	54 130	50 820
47. Betriebsspesen . . . »	5 405 922	4 998 612			1 150 887	1 051 184	18 501	26 935
48. Energieankauf . . . . »	6 894 358	6 184 228	362 323	314 430	822 265	780 171	262 825	264 054
49. Abschreibg., Rückstellungen »	7 281 085	5 600 605	138 788	157 510	143 833	154 345	36 569	16 914
50. Dividende . . . . . »	3 080 000	3 080 000	162 000	162 000	—	—	—	—
51. In % . . . . . »	5,5	5,5	6	6	—	—	—	—
52. Abgabe an öffentliche Kassen . . . . . »	?	1 050 000	—	—	1 876 273	1 685 576	147 589	144 839
<i>Uebersicht über Baukosten und Amortisationen:</i>								
61. Baukosten bis Ende Berichtsjahr . . . . . Fr.	?	?	/	/	/	/	1 568 947	1 538 509
62. Amortisationen Ende Berichtsjahr . . . . . »	?	?	/	/	/	/	1 411 566	1 379 997
63. Buchwert . . . . . »	?	?	3 099 700	3 112 700	1 541 733 <sup>3)</sup>	1 397 448 <sup>3)</sup>	157 381	158 511
64. Buchwert in % der Baukosten . . . . . »	?	?	/	/	/	/	10,03	10,3

<sup>1)</sup> Keine Detailabgabe.<sup>2)</sup> Von den Aktivzinsen in Abzug gebracht.<sup>3)</sup> Einschliesslich Zähler, Instrumente, Mobilien und Werkzeuge.

Im Interesse einer ökonomischen Verwendung der elektrischen Energie möchten wir Sie daher ersuchen, sich mit den zuständigen Elektrizitätswerken rechtzeitig über die Inbetriebnahme des Trockners nach einer kürzeren oder längeren Arbeitsruhe jeweilen zu verständigen. Bei rechtzeitiger telefonischer Mitteilung können so unliebsame Störungen vermieden werden. Nur durch eine gewissenhafte Zusammenarbeit zwischen dem Leiter des Trocknungsbetriebes und den

stromliefernden Elektrizitätswerken kann eine zuverlässige Energielieferung ermöglicht werden.»

**Grastrocknungsanlage im Zürcher Oberland.** Der zürcherische Regierungsrat sicherte am 11. 6. 1942 der landwirtschaftlichen Genossenschaft Gossau-Grüningen-Oetwil einen Staatsbeitrag von höchstens 50 000 Fr. an eine in Gossau zu erstellende Grastrocknungsanlage zu.

## Miscellanea

### In memoriam

**J. R. Hohl** †. Am 6. März 1942 starb in der Klinik Hausmann in St. Gallen Jul. Robert Hohl, bis zu seinem Rücktritt im Jahre 1936 Seniorchef der Firma Suhner & Co. in Herisau. Er erfreute sich bis 3 Wochen vor seinem Tode einer für sein Alter bemerkenswerten körperlichen und geistigen Rüstigkeit.

Der Verstorbene wurde am 18. Februar 1861 in Herisau geboren, wo er seine Jugendzeit bis zum Abschluss der Realschule verbrachte. In der «Union» St. Gallen, einem der ältesten und bedeutendsten Stickerei-Exporthäuser, absolvierte er



Julius Robert Hohl  
1861—1942

seine kaufmännische Lehrzeit, nach deren Abschluss er abwechselnd in St. Gallen und in England in der Stickereiindustrie tätig war. Nach seiner endgültigen Rückkehr ins Elternhaus Herisau verheiratete er sich im Jahre 1898 und trat als Teilhaber in das Geschäft seines Schwiegervaters ein, in dem anfänglich Spezialapparate für die Stickereiindustrie angefertigt wurden. Die starke Abhängigkeit von der Konjunktur hatte den Inhaber, G. Suhner, bewogen, das Fabrikationsprogramm auf die Herstellung von isolierten Drähten und Ka-

beln auszudehnen, und mit dem Verstorbenen als Mitarbeiter wurde der Grund gelegt zur heutigen Firma Suhner & Co.

Seine kaufmännische Tüchtigkeit, gepaart mit einem ruhigen Optimismus und einem verständnisvollen Eingehen auf Forderungen, die ihm gerecht erschienen, trugen zur Entwicklung der Firma wesentlich bei und machten ihn zu einem vorbildlichen Arbeitgeber.

Der Verstorbene war ein eifriger Sänger und hat auch im gesellschaftlichen Leben von Herisau überhaupt eine grosse Lücke hinterlassen. Seine langjährigen England-Aufenthalte mögen dazu beigetragen haben, ihn zu dem werden zu lassen, was man im guten Sinne als einen «Gentleman» bezeichnet. Als solcher wird sein Andenken in der Firma und der Öffentlichkeit in bester Erinnerung bleiben.

### Persönliches und Firmen

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

**Bernische Kraftwerke A.-G., Bern.** In den Verwaltungsrat der Bernischen Kraftwerke wurde u. a. gewählt Herr Professor F. J. Rutgers, Ingenieur, Lehrer am Technikum Burgdorf, Mitglied des SEV seit 1924.

**Sondyna A.-G., Zürich.** Herr W. Strohschneider, Mitglied des SEV seit 1931, bisher Prokurist, wurde zum technischen Leiter ernannt.

**Schweizerische Isolawerke, Breitenbach.** Der Verwaltungsrat ernannte Herrn M. Wunderlich zum Direktor. Herr Dr. G. de Senerclens wurde zum Prokuristen ernannt.

### Technicum de Genève

2 sections: Construction et Génie civil  
Mécanique et électrotechnique (2 mentions).  
Atelier de mécanique — 9 laboratoires.  
Ouverture des classes: 4 septembre 1942.  
Renseignements et inscriptions: Direction de l'Ecole, rue de Lyon 22, Genève.

## Literatur — Bibliographie

534.86

Nr. 2123

**Elektroakustisches Taschenbuch.** Von E. Rickmann und H. Heyda. 3. Auflage. 264 S. A6, 80 Fig. Verlag: VDI, Berlin NW 7. Preis: kart. Fr. 7.—

Das Taschenbuch des Elektrotechnischen Laboratoriums Neumann dient der Orientierung. Es enthält kurze Formelsammlungen und Erläuterungen der Grundbegriffe der Mechanik, Optik, Elektrizitätslehre, Akustik, Verstärker- und Uebertragertechnik nebst Zusammenstellungen der Formeln. Ergänzt wurden diese Kapitel durch Tabellen von den haupt-

sächlich interessierenden Stoffkonstanten. Von besonderem Nutzen sind die reichhaltigen Angaben von empirischen Konstanten aus dem Gebiete der angewandten Elektroakustik. Dies sind mehrheitlich aus der Erfahrung hervorgegangene Größen, die noch keinen Eingang in Hand- oder Lehrbüchern gefunden haben. Nomographische Tafeln, Umrechnungstabellen und zweckmässige Illustrationen sind weitere wertvolle Ergänzungen.

Das Taschenbuch ist ein sehr praktischer Ratgeber für Elektroakustiker sowie Ingenieure und Techniker der Rundfunk- und Fernmeldetechnik.

J. M.

## Briefe an die Redaktion — Communications à l'adresse de la rédaction

### Ueber den Stern-Dreieck-Anlauf von Kurzschlussläufermotoren

Von M. Rigganbach, Baden

Bulletin SEV 1940, Nr. 23, S. 534

Zuschrift von Herrn Dr. Ing. T. Schmitz, Dresden:

Bekanntlich ist das Drehmoment eines Drehstrommotors  $0,973 \cdot 3 \cdot I_2^2 \cdot R_2'$  mkg, wobei  $I_2'$  der auf primär reduzierte Sekundärstrom,  $R_2'$  der auf primär reduzierte Sekundärwiderstand,  $n_s$  die synchrone Drehzahl pro Minute und  $s$  der

Sekundärstrom,  $R_2'$  der auf primär reduzierte Sekundärwiderstand,  $n_s$  die synchrone Drehzahl pro Minute und  $s$  der

Schlupf sind. Das Verhältnis Anlaufmoment zu Normalmoment ist also:

$$\frac{M_a}{M_n} = \left( \frac{I_{2a}'}{I_{2n}'} \right)^2 \cdot \frac{R_{2a}'}{R_{2n}'} \cdot s_n.$$

Für den stromverdrängungsfreien Läufer ist  $R_{2a}' = R_{2n}'$ . Für

$\frac{I_{2a}'}{I_{2n}'}$  kann man angenähert das Kurzschlussverhältnis  $K = \frac{I_{1a}}{I_{1n}}$

setzen, und es ist dann:

$$\frac{M_a}{M_n} = K^2 \cdot s_n.$$

In dem von Rigganbach angeführten Beispiel eines 7-kW-Motors ist beim stromverdrängungsfreien Läufer im Fall des Dreick-Anlaufes  $K = 4,9$  und  $s_n = 0,0415$  entsprechend einer Drehzahl von 1438. Folglich ergibt sich  $\frac{M_a}{M_n}$  zu 1.

Nach Angaben Rigganbachs soll aber dieser Wert 2,1 sein. Für den Doppelnutläufer ergibt sich nach Rigganbach das gleiche Anzugsmoment. Der Normalschlupf ist nach der Figur ungefähr derselbe wie beim Einfachkäfigläufer, also = 0,0415,  $K$  ist = 4,05, so dass sich ein Widerstandsverhältnis  $\frac{R_{2a}}{R_{2n}}$  von 3,1 ergibt. Dies ist ein zwar sehr hoher, aber durchaus glaubhafter Wert, dagegen ist es höchst unwahrscheinlich, dass der stromverdrängungsfreie Läufer bei gleichem Normalschlupf das gleiche Anlaufmoment haben soll.

#### Antwort von Herrn M. Rigganbach, Baden:

Zu der von Dr. Schmitz angeführten bekannten Beziehung zur Berechnung des Anlaufdrehmomentes aus dem Quadrate des Verhältnisses von Anlaufstrom zu Nennstrom, dem Nennstrom und Nennschlupf ist theoretisch nichts einzuwenden. Leider stimmt aber die Anwendung dieser Gleichung für kleine Motoren nur sehr schlecht mit den tatsächlichen Werten überein, denn die so gerechneten Anlaufdrehmomente fallen stets kleiner, zum Teil ganz erheblich kleiner als gemessen aus. Ich wurde auch von anderer Seite auf diese Diskrepanz aufmerksam gemacht. Zum Teil lassen sich die Abweichungen dadurch erklären, dass der Rotorwiderstand im Stillstand  $R_{2a}'$  nicht gleich dem Läuferwiderstand im Lauf  $R_{2n}'$  sondern stets grösser ist. Dies ist um so eher der Fall, wenn das Anlaufdrehmoment bei voller Spannung gemessen wird, da sich die Rotorwicklung dabei ausserordentlich rasch erwärmt. Ferner treten im Rotor auch ausserhalb der Käfigwicklung noch Stromwärmeverluste auf, die drehmomentbildend sind. Diese Erscheinung tritt speziell bei Motoren niedriger Polzahl auf. Ein Versuch, bei welchem die Kurzschlussringe von den Stäben abgeschnitten werden, zeigt, dass ein solcher Rotor, trotzdem er aus lamellierten Blechen zusammengesetzt ist, noch von selbst anläuft. Im weiteren wird bei der Anwendung der genannten Beziehung die Annäherung gemacht, dass das Verhältnis der Rotorströme im Kurzschluss und Stillstand gleich dem Verhältnis der Statorströme sei. Auch hierbei wird ein Fehler gemacht, da das Verhältnis der Statorströme stets etwas kleiner ist als das Verhältnis der Rotorströme. Dieses Verhältnis tritt aber in der genannten Gleichung im Quadrate auf, wodurch der Fehler vergrössert wird. Was das in meinem Artikel angegebene Zahlenbeispiel anbetrifft, so ist zu bemerken, dass der Schlupf des Vielnutmotors im kalten Zustande der Maschine angegeben worden ist, weil für den Vergleich mit dem Doppelnutmotor ebenfalls nur dieser Wert zur Verfügung stand. Wenn man diese eben geschilderten Punkte berücksichtigt, d. h. für den Schlupf bei warmer Maschine einen Wert von ca. 5 % anstatt 4 % einsetzt und annimmt, die Rotorstäbe haben sich bei der Drehmomentmessung um 120° erwärmt, so dass  $R_{2a}' = 1,48 \cdot R_0'$  und  $R_{2n}' = 1,2 \cdot R_0'$  sei, wobei  $R_0'$  der Rotorwiderstand im kalten Zustand ist, so wird

$$M_a = 4,75 \cdot 0,05 \cdot \frac{1,48}{1,2} \cdot K^2.$$

Setzen wir ferner schätzungsweise für  $K$  ca.  $1,1 \cdot \frac{I_a}{I_n}$ , so wird schliesslich  $M_a = 8,5$  kgm. Gemessen wurden aber 10,2 kgm. Diese Abweichung liegt durchaus in der Grössenordnung von sehr vielen beobachteten Fällen.

#### Probleme der Drehstrom-Energieübertragung bei sehr grossen Leistungen und Distanzen

Von W. Wanger, Baden  
(Bulletin SEV 1942, Nr. 5, S. 115)

Herr Prof. Dr. A. Leonhard, Stuttgart, schreibt uns:

Bei der Behandlung der Stabilität der Synchronmaschine mit Leitung weist der Verfasser des oben genannten Aufsatzes auf Seite 122, links unten, darauf hin, dass die unrichtige Darstellung der Leitung einfach durch eine Reaktanz noch in «allerneuesten Veröffentlichungen, und zwar von Autoren, die auf dem Gebiet der Stabilität und der Energieübertragung einen Namen haben» auftritt und gibt dann die richtige Formel (Gl. 2), die die Kapazität der Leitung berücksichtigt, wobei noch gesagt wird, dass es natürlich ausgeschlossen sei, die Ableitung dieser Gleichung hier mitzuteilen.

Diese Gleichung (2) wie auch das anschliessend über die statische Stabilität Gesagte, geht unmittelbar aus Gl. (7), (9) und (11) und Kurve b, Abb. 4 und Abb. 6 meines Aufsatzes «Vergleiche der Stabilitätsverhältnisse von Synchronmaschinen und Asynchronmaschinen beim Arbeiten über lange Leitungen», E. u. M., 57. Jahrg., Heft 7/8, 1939, hervor. Ich habe in diesem Aufsatz meines Wissens erstmalig die exakte Theorie der Synchronmaschine mit Leitung unter Berücksichtigung der verteilt vorhandenen Kapazität angegeben.

Bei der Behandlung der Asynchronmaschine im Zusammenarbeiten mit der Leitung gibt Wanger in Bild 17 Ortskreise für die Asynchronmaschine mit Leitung. Ich möchte darauf aufmerksam machen, dass diese Kreise dem Bild 3 meines Aufsatzes über «Stabilitätsverhältnisse beim Arbeiten von Asynchronmaschinen über lange Leitungen», E. u. M., 56. Jahrg., Heft 32, 1938, entsprechen. Auch das über Betrieb mit Kompensation der Blindleistung Gesagte ist ausführlich in meinem Aufsatz behandelt, in dem ich das Verhalten der Asynchronmaschine mit Leitung meines Wissens erstmalig und meines Erachtens auch erschöpfend dargestellt habe.

#### Antwort des Herrn Dr. W. Wanger:

Wenn ich die Arbeiten von Herrn Prof. Leonhard sowie eine ganze Reihe anderer wichtiger Veröffentlichungen in meinem Vortrag nicht erwähnt habe, so nur deswegen, weil sich nach meiner Meinung ein Vortrag nicht dazu eignet, ausführliche Literaturnachweise zu geben. Ich habe aber in einem früheren Aufsatz<sup>1)</sup>, der für den Vortrag — soweit er sich mit dem Stabilitätsproblem befasst — weitgehend als Unterlage diente, auf die Untersuchungen von Prof. Leonhard hingewiesen.

Sein Verdienst um die Abklärung der Stabilitätsfrage soll voll anerkannt werden; seine Behauptung, dass er diese Probleme erstmals und auch erschöpfend behandelt habe, was wohl nichts anderes heissen kann, als dass ich seine Ergebnisse abgeschrieben hätte, muss ich jedoch entschieden zurückweisen. Eine exakte Theorie der statischen Stabilität der Synchronmaschine mit langer Leitung unter Berücksichtigung der verteilt Kapazität ist schon im Jahre 1926 aufgestellt worden<sup>2)</sup>. Leonhard behandelt das Problem auf andere Art als Clarke, und ich nochmals anders als beide. Wenn sich meine Gleichungen aus denen Leonhards ableiten lassen, so folgen auch seine Gleichungen aus denen von Edith Clarke durch rein algebraische Umformungen.

Im übrigen lässt sich meine Formel, deren Ableitung Herr Prof. Leonhard im Vortrag vermisst, ziemlich leicht aufstellen. Man schreibt zunächst die komplexen Gleichungen

<sup>1)</sup> Brown Boveri-Mitt. Okt. 1941, S. 264.

<sup>2)</sup> Vgl. Edith Clarke: «Steady-State Stability in Transmission Systems.» Trans. AIEE 1926, S. 22 oder Journal AIEE 1926, S. 365. Diese Literaturstelle ist in meinem oben erwähnten Aufsatz ebenfalls aufgeführt.

für die Ströme und Spannungen an beiden Enden des Uebertragungssystems an. Sodann multipliziert man (z. B. für das Empfangsende der Uebertragung) den Strom mit dem konjugiert komplexen Wert der Spannung, ersetzt den Strom mit Hilfe jener Gleichungen durch die Spannungen an beiden Enden und findet in bekannter Weise die Wirk- und Blindleistung. Ich verweise diesbezüglich auf den erwähnten Artikel in den Brown-Boveri-Mitteilungen (Gl. 7 und 8).

Wichtiger als die Ableitung selber scheint jedoch das, was man aus der abgeleiteten Formel herausliest. Es ist interessant, dass z. B. meines Wissens keiner der Autoren, die sich bisher mit diesem Problem befasst haben, die Existenz eines Gebietes mit «anormaler Synchronisierung» festgestellt hat. Sodann schien es mir zweckmässig, die Stabilität bei teilweiser Kompensation der Leitungsinduktivität oder -kapazität auf andere Art und ausführlicher als bisher zu behandeln. Im weitern wird es dem Leser nicht schwer fallen, in meinen Arbeiten noch allerlei anderes festzustellen, was in den Arbeiten von Prof. Leonhard nicht enthalten ist.

Was die Stabilität der asynchronen Drehstromübertragung betrifft, so wollte ich nur zeigen, dass hier noch Möglichkeiten bestehen, die es bei der synchronen Uebertragung nicht gibt. Ich war mir vollständig klar, dass von einer erschöpfenden Behandlung des Problems keine Rede sein kann, und ich habe dies im Vortrag auch ausdrücklich gesagt. Immerhin gehen meine Untersuchungen — speziell was die Asynchronmaschine mit einer dem Rotor aufgedrückten EMK von Schlußfrequenz betrifft — wesentlich weiter als diejenigen von Leonhard.

Zum Schluss sei ausdrücklich festgestellt, dass ich mit den Autoren, «die auf dem Gebiet der Stabilität und der Energieübertragung einen Namen haben» und denen trotzdem grundsätzliche Fehler unterlaufen sind, nicht Herrn Prof. Leonhard gemeint habe. Tatsächlich wird aber — um nur zwei Beispiele anzu führen — in einem Buch, das die Stabilität der Drehstromübertragung ausführlich behandelt, und einem Aufsatz, der sich mit der Leistungsübertragung auf grosse Distanzen befasst, so gerechnet, als ob nur die *Induktivität* einer langen Leitung für die Stabilität der Uebertragung massgebend wäre (Gl. 1 meines Vortrages). Das

Buch ist im Jahre 1940 in Deutschland erschienen, der Aufsatz steht in einer englischen Zeitschrift aus dem Jahre 1941, und in beiden Fällen handelt es sich um bekannte Autoren. Das dürfte genügen, um zu zeigen, dass eine allgemeine Klärung der Vorstellungen, wie sie der Vortrag vom 13. Dezember 1941 bezeichnete, durchaus nicht überflüssig war.

### Untersuchung eines tragbaren elektrischen Heizapparates mit künstlicher Luftumwälzung

Von A. Monkewitz, Winterthur  
(Bull. SEV 1942, Nr. 12, S. 349)

L'auteur de cette étude nous signale que le résumé français doit être modifié comme suit:

L'examen katathermométrique de la chaleur abandonnée par une personne dans l'ambiance d'un poêle électrique à circulation d'air forcée démontre que ce type ne présente pas d'avantages en comparaison aux poêles électriques à convection ou à radiation avec circulation d'air naturelle.

### Tramway, Trolleybus und Autobus

(Bulletin SEV 1940, Nr. 12)

Herr Professor Dr. W. Kummer schreibt uns am 16. Juni 1942:

Soeben werde ich darauf aufmerksam gemacht, dass in meinem obengenannten Aufsatz auf Seite 262, Spalte 1, ein Widerspruch zwischen den Formelwerten und Figur 1 besteht. Es muss daselbst in der Tat in den drei Formeln für die Grösse  $K$  an Stelle von  $K$  jeweils  $10 \cdot K$  heissen. Mein Schreibversehen ist entstanden, da die Rechnung mit dem zehnfachen Wert sich als die bequemste erwies, und indem dann bei der Niederschrift der Arbeit wohl eine richtige Figur 1, aber unberichtigte Formelkonstanten verwendet wurden.

## Qualitätszeichen, Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV

### I. Qualitätszeichen für Installationsmaterial



für Schalter, Steckkontakte, Schmelzsicherungen, Verbindungsboxen, Kleintransformatoren.

— — — — — für isolierte Leiter.

Mit Ausnahme der isolierten Leiter tragen diese Objekte ausser dem Qualitätszeichen eine SEV-Kontrollmarke, die auf der Verpackung oder am Objekt selbst angebracht ist (siehe Bull. SEV 1930, Nr. 1, S. 31).

Auf Grund der bestandenen Annahmeprüfung wurde das Recht zur Führung des Qualitätszeichens des SEV erteilt für:

#### Schalter

Ab 1. Juni 1942

Therma A.-G., Fabrik für elektrische Heizung, Schwanden.

Fabrikmarke:



Zweipoliger Kochherd-Drehschalter für 250/380 V 15/10 A ~.

Verwendung: zum Einbau in Koch- und Heizapparate.

Ausführung: offener Walzenschalter ohne Kappe.

Nr. 6901: zweipoliger Regulierschalter zum Parallel-, Einzel-, Serie- und Abschalten zweier Widerstände mit Ausschaltstellung und 4 Regulierstellungen.

#### Isolierte Leiter

Ab 1. Juni 1942

S. A. des Câbleries et Tréfileries, Cossigny-Gare.

Firmenkennfaden: rot, grün, schwarz verdrillt

Bleikabel mit thermoplastischer Aderisolation, Zwei- bis Fünfleiter; 2,5...16 mm<sup>2</sup> Al-Querschnitt.

Verwendung: an Stelle der genormten Gummi- und Papierbleikabel in feuchten und nassen Räumen bis zu 500 V Betriebsspannung.

Verstärkte Apparateschnur, Zwei- bis Vierleiter; 1...16 mm<sup>2</sup> Cu-Querschnitt, mit thermoplastischer Aderisolation und imprägnierter Kunstfaserumflechtung.

Verwendung: bis zu 500 V Betriebsspannung, mit Ausnahme von Anlagen im Freien.  
Fassungsader, Ein- und Zweileiter; 0,75...1,5 mm<sup>2</sup> Cu-Querschnitt, mit thermoplastischer Aderisolation.  
Verselte Schnur, Zwei- bis Vierleiter; 0,75...4 mm<sup>2</sup> Cu-Querschnitt, mit thermoplastischer Aderisolation.

#### Steckkontakte

Ab 1. Juni 1942

Appareillage Gardy S. A., Genève.

Fabrikmarke:



Steckdosen für 250 V 6 A.

Verwendung: Aufputzmontage, in trockenen Räumen.

Ausführung: Sockel aus keramischem Material, Kappe aus braunem Kunstharzpreßstoff.

Nr. 30002/03: 2 P Typ 1 a } Normblatt SNV 24505

Nr. 30003/03: 2 P Typ 1 c }

Nr. 30006/03: 2 P+E Typ 2 }

Nr. 30012/03: 2 P+E Typ 2 a }

Nr. 30013/03: 2 P+E Typ 2 c }

Verwendung: Aufputzmontage, in trockenen Räumen.

Ausführung: Sockel aus keramischem Material, Abdeckplatte aus Metall, Kunstharzpreßstoff oder Glas, mit

rundem Einsatz aus schwarzem (n), elfenbeinfarbigem (i) oder braunem (b) Kunstharpzpreßstoff.  
Nr. 34013 n, i, b: 2 P+E, Typ 2 c, Normblatt SNV 24507.

#### Steckdosen für 380 V 10 A.

Verwendung: Aufputzmontage, in trockenen Räumen.  
Ausführung: Sockel aus keramischem Material, Kappe aus schwarzem Kunstharpzpreßstoff.  
Nr. 30060/01: 3 P+E, Typ 5, Normblatt SNV 24514.

*Albert Baumann, elektrische Anlagen, Zürich.*

Fabrikmarke:



Zweipolige Mehrfachsteckdosen für 250 V 6 A.

Verwendung: in trockenen Räumen.

Ausführung: Isolierkörper aus braunem oder schwarzem Kunstharpzpreßstoff.

Nr. 926: Typ 1, Normblatt SNV 24505; für maximal drei Steckeranschlüsse.

Ab 15. Juni 1942

*Brac, Aktiengesellschaft, Breitenbach.*

Fabrikmarke:



Zweipolige Kupplungssteckdosen für 250 V 6 A.

Verwendung: in trockenen Räumen.

Ausführung: Kontaktbüchsen aus blankem Messing. Isolierkörper aus braunem Kunstharpzpreßstoff.

Zweipolige Kupplungssteckdosen, Typ 1, Normblatt SNV 24505.

#### Apparatesteckdosen

Ab 1. Juni 1942

*Adolf Feller A.-G., Fabrik elektrischer Apparate, Horgen.*

Fabrikmarke:



A. F. H.

Zweipolige Apparatesteckdosen für 250 V 6 A.

Verwendung: in trockenen Räumen.

Ausführung: Isolierkörper aus schwarzem Kunstharpzpreßstoff.

Nr. 8442: Apparatesteckdose nach Normblatt SNV 24549 U, ohne Schalter.

#### Verzicht auf das Recht zur Führung des Radioschutzzeichens

Die Firma

*Volta A.-G., Fabrik elektr. Heiz- und Kochapparate,  
Aarburg,*

hat ihre Heizkissen zur vertraglich festgelegten Nachprüfung nicht mehr vorgelegt. Der Nachweis, dass die Heizkissen den Vorschriften entsprechen, ist deshalb nicht mehr erbracht. Das Recht zur Führung des Radioschutzzeichens wird hiermit für die Heizkissen der Volta A.-G., Aarburg, gelöscht und folglich ist diese Firma ab 1. Juni 1942 nicht mehr berechtigt, ihre Heizkissen mit dem Radioschutzzeichen des SEV in den Handel zu bringen.

#### Vereinsnachrichten

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, offizielle Mitteilungen der Organe des SEV und VSE

#### Vorstand des SEV

Der Vorstand des SEV hielt am 25. Juni 1942 unter dem Vorsitz von Herrn Präsident Prof. Dr. P. Joye in Zürich seine 80. Sitzung ab.

Dem vorläufigen Programm der Tagung über elektrische Nachrichtentechnik, die gemeinsam mit der Vereinigung «Pro

#### IV. Prüfberichte

(Siehe Bull. SEV 1938, Nr. 16, S. 449.)

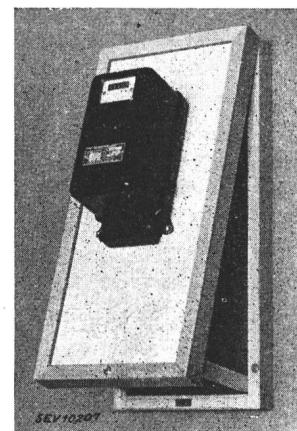
#### P. Nr. 239.

Gegenstand: **Zähler- und Sicherungstafel**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 17191 vom 29. Mai 1942.

Auftraggeber: *Otto Fischer A.-G., Zürich.*

**Bezeichnung:** Zähler- und Sicherungstafel «Tablonorm».



**Beschreibung:** Aufklappbare Zähler- und Sicherungstafel gemäss Abbildung, bestehend aus einem zweiteiligen Holzrahmen mit einer 8 mm dicken Eternitplatte. Nach dem Lösen einer Verschlußschraube kann der vordere Rahmenteil mit der Eternittafel aufgeklappt oder ganz abgehoben werden. Holzrahmen innen mit Feuerschutzfarbe gestrichen. Aussenabmessungen des Rahmens 290 × 590 × 85 mm.

Die Zähler- und Sicherungstafel entspricht in sicherheitstechnischer Hinsicht den Vorschriften. Verwendung: in trockenen Räumen. Werden solche Tafeln auf Holzwerk anbracht, so ist dieses durch unverbrennbare Platten zu verkleiden.

#### P. Nr. 240.

Gegenstand: **Nulleiter-Abtrennvorrichtungen**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 17174/II vom 23. Mai 1942.

Auftraggeber: *Appareillage Gardy S. A., Genève.*

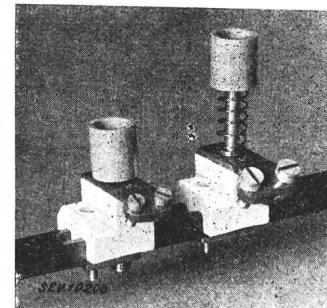
#### Aufschriften:

25 A bzw. 60 A 500 V

#### Ausführungen:

Nr. 02511: für 25 A 500 V

Nr. 02611: für 60 A 500 V



**Beschreibung:** Nulleiter-Abtrennvorrichtungen für Kontaktschienenaufbau gemäss Abbildung. Kontaktmaterial aus vernickeltem Messing. Sockel aus Porzellan. Kopf der Abtrennschraube mit Mantel aus gelbem Isolierstoff versehen.

Die Nulleiter-Abtrennvorrichtungen entsprechen den Sicherungsnormen (Publ. Nr. 153).

Telephon» am 17. Oktober dieses Jahres in Olten durchgeführt wird, wurde zugestimmt.

Der Jahresbericht 1941 des CES wurde genehmigt. Der vom CES vorgelegte, vom FK 20 aufgestellte Entwurf zu einer Kabelfehlerstatistik wurde, da es sich auch um eine betriebstechnische Frage der Elektrizitätswerke handelt, an

die Verwaltungskommission weitergegeben mit dem Antrag, die Statistik durch die Gemeinsame Geschäftsstelle durchführen zu lassen. Der Entwurf der Leitsätze für Hochspannungskabel gilt als vom Vorstand des SEV auf Grund der ihm von der 55. Generalversammlung erteilten Vollmacht in Kraft gesetzt, falls die Einsprachefrist unbenutzt abläuft.

Der Entwurf der Kondensatorennormalien, veröffentlicht im Bulletin SEV 1942, Nr. 11, S. 328, wurde genehmigt und deren Inkraftsetzung auf die Traktandenliste der nächsten Generalversammlung gesetzt.

Der Vorstand nahm Kenntnis von den Bemerkungen, die zum Entwurf «Anforderungen an Apparate und Geräte für Elektroschall, Elektrobild, Nachrichten- und Fernmeldetechnik», veröffentlicht im Bulletin SEV 1942, Nr. 9, S. 266, eingegangen waren. Er beschloss, das CES (FK 12) zu beauftragen, die Angelegenheit unter Beziehung sämtlicher Mitglieder, die sich geäußert haben, materiell zu behandeln und einen Antrag zu stellen.

Der Entwurf von Richtlinien zuhanden aller Organe und Institutionen des SEV für die Aufstellung und Inkraftsetzung von Vorschriften, Regeln, Leitsätzen und dergleichen wurde weiter diskutiert. Nach Bereinigung wird er der Verwaltungskommission unterbreitet, um deren Stellungnahme kennen zu lernen.

Es wurde beschlossen, der nächsten Generalversammlung zu beantragen, einen Vertreter der eigentlichen Schwachstromindustrie in den Vorstand des SEV zu wählen.

28 Einzelmitglieder, 1 Jungmitglied und 7 Kollektivmitglieder wurden aufgenommen.

Herr E. Trechsel, gewesener Stellvertreter des Chefs der Telegraphen- und Telephonabteilung der PTT, Mitglied des SEV seit 1907, wird aus Anlass seines Uebertrittes in den Ruhestand in Würdigung seiner hervorragenden beruflichen Tätigkeit zum Freimitglied ernannt.

Die Verwaltung des Vereinsgebäudes (Gemeinsame Geschäftsstelle) erhält einen Kredit von 5500 Fr. für die behördlich verlangte Erstellung eines Luftschutzkellers.

Verschiedene Veranstaltungen des SEV wurden vorbereitet. Insbesondere kann hier mitgeteilt werden, dass die Generalversammlung im Oktober in Basel stattfinden wird.

### Kurzvorträgeveranstaltung des SEV

Im Monat September findet die nächste Kurzvorträgeveranstaltung statt. Das Sekretariat des SEV nimmt schon jetzt Anmeldungen für Referate über freigewählte Themen entgegen. Wir werden in der nächsten Nummer die Tagung etwas näher umschreiben.

### Schweizerisches Elektrotechnisches Komitee (CES)

Das CES hielt am 19. Juni 1942 in Zürich unter dem Vorsitz von Herrn Prof. E. Dünner, Vizepräsident des CES, seine 31. Sitzung ab. Der Entwurf des Jahresberichtes 1941 wurde genehmigt. Die Tätigkeit aller Fachkollegien wurde überprüft. Der Stand der Verwendung des Aluminiums in Haushaltungen war Gegenstand einer kurzen Diskussion. Die Revision des Reglementes und der Geschäftsordnung des CES wurde zuhanden des Vorstandes des SEV in Angriff genommen. Der vom Fachkollegium 20 aufgestellte Entwurf der Leitsätze für Hochspannungskabel wurde für die Veröffent-

lichung freigegeben. Die ebenfalls vom FK 20 aufgestellte Vorlage für die Durchführung einer Hochspannungskabel-Fehlerstatistik wurde zur Weitergabe an den Vorstand des SEV genehmigt.

### Aluminiumanschlüsse für Maschinen und Apparate

Aus Kreisen der Fabrikationsindustrie und der Elektrizitätswerke wurde gegenüber dem SEV der Wunsch geäußert, die Frage der Anschlüsse von Leitungen aus Aluminium und dessen Legierungen an die elektrischen Maschinen und Apparate zu studieren. Da die Angelegenheit in den Arbeitsbereich der Schweizerischen Normenvereinigung fällt, wurde unter Beteiligung des SEV eine SNV-Kommission für Aluminiumanschlüsse gebildet, um das weitschichtige Material zu behandeln. Vorsitzender dieser Kommission ist Herr S. Bitterli vom Elektrizitätswerk Wynau, Langenthal.

Ausgehend von den Belastungssangaben für Rundprofile, Rohre und Flachschienen wurden äussere lösbare Anschlüsse von Flach- und Rundaluminium zur Normung empfohlen.

Die Entwürfe für die ersten Normblätter wurden in der Schweizerischen Technischen Zeitschrift 1942, Nr. 21, 22 und 23/24 veröffentlicht. Es handelt sich um folgende Blätter:

Gleich- und Wechselstrom-Dauerbelastung für Rohre aus Al 99,5  
Rundprofile aus Al 99,5

Uebersicht der Flachaluminiumanschlüsse  
Flachaluminiumanschlüsse für Gleichstrom (Dauerbelastung).  
Flachaluminiumanschlüsse für Wechselstrom (Dauerbelastung)  
Flachaluminiumanschlüsse (Beispiele)  
Aluminiumanschlüsse an Rundbolzen.

Wir laden unsere Mitglieder ein, diese Normblattentwürfe zu prüfen und uns ihre Bemerkungen bis zum 10. Juli 1942 bekanntzugeben. Die Entwürfe sind bei der SNV, General-Wille-Strasse 4, Zürich, erhältlich.

### Anmeldungen zur Mitgliedschaft des SEV

Seit 12. Juni 1942 gingen beim Sekretariat des SEV folgende Anmeldungen ein:

a) als Kollektivmitglied:

Patocchi F., installations électriques, Bellinzona.  
Kriegstechnische Abteilung des eidg. Militärdepartementes,  
administrativer Dienst, Hallwylstr. 4, Bern 6.

b) als Einzelmitglied:

Schilling K., Heizungstechniker, Zieglerstr. 7, St. Gallen.  
Spychiger A., Weyermattstr. 44, Nidau.  
Heeley P., ingénieur, directeur à la Cie des Compteurs Mont-  
rouge, 60, rue Domer, Lyon.  
Bovet O., ingénieur-électricien, 17, Schartenrainstr., Wettingen.  
Steiner Ed., Ingenieur, Tellstr. 1, Winterthur.

Abschluss der Liste: 26. Juni 1942.

### Vorort des Schweiz. Handels- und Industrievereins

Unsern Mitgliedern stehen folgende Mitteilungen und Berichte des Schweiz. Handels- und Industrievereins zur Einsichtnahme zur Verfügung:

Abkommen mit den Angestelltenverbänden betr. Teuerungs-  
zulagen der Angestellten.  
Warenverkehr mit Frankreich.

### Leitsätze für Hochspannungskabel

389.6(494) : 621.315.21

CES veröffentlicht hiermit den Schlusseentwurf und ersucht die Mitglieder des SEV, Bemerkungen dazu dem Sekretariat des CES, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, bis zum 22. Juli bekannt zu geben. Gehen keine Bemerkungen ein, so wird die Vorlage dem Vorstand des SEV übermittelt, der die Leitsätze auf Grund der ihm hiezu von der 55. Generalversammlung erteilten Vollmacht in Kraft setzen wird.

Im Bulletin SEV 1940, Nr. 20, S. 481, liess das Schweizerische Elektrotechnische Komitee (CES) einen von dessen Fachkollegium 20 aufgestellten Entwurf zu Leitsätzen für Hochspannungskabel veröffentlichen. Inzwischen wurden die eingegangenen Bemerkungen behandelt, die Definitionen nach den Regeln des SEV für genormte Werte (Publikation 159) berücksichtigt und der Entwurf bereinigt. Das

Entwurf**Leitsätze für Hochspannungskabel****Inhalt:****Vorwort.**

- I. Geltungsbereich.
  - II. Ausführungsarten und Dimensionen.
  - III. Definitionen.
  - IV. Anforderungen und Prüfungen.
  - V. Belastbarkeit.
- Anhang: Berechnung des maximalen Spannungsgradienten.

**Vorwort.**

Die vorliegende Veröffentlichung «Leitsätze für Hochspannungskabel» wurde vom Fachkollegium 20 des Schweizerischen Elektrotechnischen Komitees (CES) auf Grund der Empfehlungen der Commission Electrotechnique Internationale (CEI), die in deren Publikation 55 enthalten sind, aufgestellt. Ein wesentlicher Unterschied gegenüber den Regeln der CEI besteht darin, dass in diesen Regeln des SEV die Prüfspannung für die Dauerprüfung auf Durchschlagsicherheit und die Verlustfaktormessung vom maximalen Spannungsgradienten abgeleitet ist, während sie in den Regeln der CEI auf die Nennspannung abstellt.

Diese Leitsätze enthalten verschiedene Lücken, die Gegenstand der weiteren Arbeit des Fachkollegiums 20 des CES bilden.

**I. Geltungsbereich.****1.**

Diese Leitsätze gelten für Papierbleikabel für Anlagen von über 1000 V und Industriefrequenz. Für Spezialausführungen, z. B. Oekabel und Druckkabel, gelten sie sinngemäß.

**II. Ausführungsarten und Dimensionen.****2. Klassifizierung.**

Die Kabel werden entsprechend ihrer dielektrischen Beanspruchung in zwei Hauptgruppen eingeteilt:

- a) Kabel mit radialem oder praktisch radialem elektrischer Beanspruchung.
- b) Kabel mit nicht ausschliesslich radialem elektrischer Beanspruchung (Gürtelkabel).

**3. Aufbau und Dimensionen.**

Es sind noch keine Festlegungen getroffen.

**III. Definitionen.****4. Nennspannung.**

Die **Nennspannung eines Kabels** ( $U_n$ ) ist die Spannung, nach der die Isolation zwischen den Leitern bemessen ist. Ein Kabel kann im Sinne dieser Leitsätze auch aus mehreren Einleiterkabeln bestehen.

Die **Nennspannung eines Kabelleiters** ( $U_0$ ) ist die Spannung, nach der die Isolation zwischen dem Leiter und dem Bleimantel bemessen ist.

Wenn nichts anderes vereinbart ist, gelten die Garantien sinngemäss für die beiden Nennspannungen, die vom Fabrikanten angegeben werden.

Genormte Nennspannungen  $U_n$  siehe «Genormte Werte der Spannungen, Frequenzen und Ströme für elektrische Anlagen, Regeln des SEV», Publikation Nr. 159.

**5. Bezeichnungen.****A. Spannung.**

Die Kabel werden durch ihre Nennspannung und die Nennspannung der Kabelleiter bezeichnet, beide ausgedrückt in kV und durch Schrägstrich getrennt.

**Beispiel 1:** Dreiphasen-Kabelanlage, bestehend aus drei Einleiterkabeln. Nennspannung des Kabels: 45 kV; Nennspannung der Kabelleiter:  $\frac{45}{\sqrt{3}} = 26$  kV. Das Kabel wird durch 45/26 kV bezeichnet.

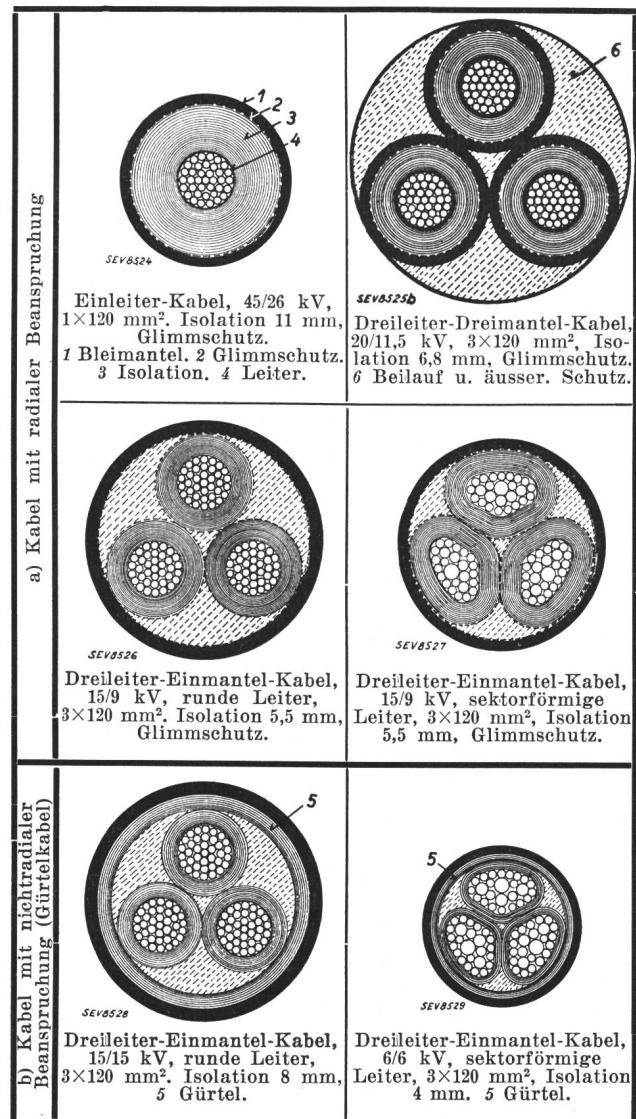


Fig. 1.  
Erläuterung der Klassifizierung von Kabeln.  
Beispiele: Drehstromkabel, Maßstab 1 : 2.

**Beispiel 2:** Dreiphasen-Kabelanlage, bestehend aus einem Drehstromgürtelkabel. Nennspannung des Kabels: 15 kV; Nennspannung der Kabelleiter: 15 kV. Das Kabel wird durch 15/15 kV bezeichnet.

**Beispiel 3:** Einphasen-Kabelanlage, bestehend aus zwei Einleiterkabeln. Nennspannung des Kabels: 60 kV; Nennspannung der Kabelleiter: 30 kV; das Kabel wird durch 60/30 kV bezeichnet.

**Beispiel 4:** Dreiphasen-Kabelanlage, bestehend aus einem Dreileiter-Dreimantel-Kabel mit Glimmschutz. Nennspannung des Kabels: 20 kV; Nennspannung der Kabelleiter  $\frac{20}{\sqrt{3}} = 11,5$  kV; das Kabel wird durch 20/11,5 kV bezeichnet.

**B. Querschnitt und Leiterzahl.**

Die Leiterzahl wird der Querschnittsbezeichnung vorausgestellt und durch das Multiplikationszeichen getrennt. Der Leiterquerschnitt ist in  $\text{mm}^2$  anzugeben.

**Beispiel:** Dreileiterkabel, Querschnitt der Leiter  $240 \text{ mm}^2$ . Das Kabel wird durch  $3 \times 240 \text{ mm}^2$  bezeichnet.

**6. Betrieb.**

Die Betriebsspannung zwischen den Leitern an einem bestimmten Ort darf die Nennspannung des Kabels ( $U_n$ ) dauernd um nicht mehr als 10 % überschreiten.

Die nach diesen Leitsätzen gebauten Drehstromkabel dürfen ohne Unterschied in Netzen mit und ohne Sternpunkt-

erdung verwendet werden, vorausgesetzt, dass ein Betrieb bei Erdschluss einer Phase nicht länger als 4 Stunden dauert.

### 7. Leitermaterial.

Geglütes *Elektrolytkupfer* ist das in den VSM-Normen Nr. 10827 umschriebene Material; sein spezifischer Widerstand beträgt bei 20° C 0,01724 Ohm·mm<sup>2</sup>/m. Der spezifische Widerstand des halbhartens, für Kabel verwendeten *Aluminums* beträgt 0,0282 Ohm·mm<sup>2</sup>/m; siehe Publikation Nr. 157 des SEV, «Regeln für Aluminium».

Der Temperatur-Koeffizient des spezifischen Widerstandes beträgt bei 20° C:

0,00393 für Kupfer,  
0,00400 für Aluminium.

### 8. Raumtemperatur.

Die Raumtemperatur im Sinne der Leitsätze ist eine Temperatur zwischen 15 und 25° C.

## IV. Anforderungen und Prüfungen.

### 9. Widerstand der Leiter.

Der mit Gleichstrom gemessene Widerstand jedes Leiters eines fertig fabrizierten Kabels, bezogen auf eine Temperatur von 20° C, darf nicht mehr als 4 % höher sein als der Wert, den ein massiver Leiter gleichen Materials, gleicher Länge und gleichen Nennquerschnittes wie der Leiter des fertigen Kabels aufweist.

Die Messung des Widerstandes erfolgt an allen Leitern einer Lieferung.

### 10. Spannungsprüfungen.

#### A. Prüfungen in der Fabrik.

##### a) Spannungsprüfungen an allen Längen.

An allen Längen ist beim Fabrikanten eine Prüfung mit dem 2,5fachen Werte der Leiternennspannung  $U_0$  bei 40...60 Hz auszuführen.

Die Spannung wird bei Kabeln mit radialem Feld zwischen Leiter und Bleimantel gelegt. Die Prüfdauer beträgt 20 Minuten.

Bei Kabeln mit nicht ausschliesslich radialem Feld (Gürtelkabel) wird ein Leiter an Spannung und die übrigen werden mit dem Bleimantel gemeinsam an Erde gelegt. Die Prüfdauer beträgt für jeden Leiter 15 Minuten.

Bei dieser Prüfung darf kein Durchschlag erfolgen.

##### b) Dauerprüfung auf Durchschlagssicherheit.

Bei grösseren Aufträgen, besonders bei Nennspannungen von 45/26 kV und mehr, wird eine Durchschlagsprüfung ausgeführt, wenn eine solche zwischen Besteller und Fabrikant vereinbart ist. Das Prüfmuster, ein Kabelabschnitt von ca. 10 m Länge, muss bei Raumtemperatur und einer Frequenz von 40...60 Hz eine Spannung entsprechend einem ermittelten maximalen Spannungsgradienten (siehe Anhang) von

14 kV/mm bei einem Kabel mit radialem Feld, und von 12 kV/mm bei einem Kabel mit nichtradialem Feld aushalten. Die Prüfdauer beträgt 4 Stunden.

Bei dieser Prüfung darf kein Durchschlag erfolgen.

##### c) Prüfung auf Durchschlagssicherheit nach dem Biegen.

(Siehe Ziffer 12.)

Nach erfolgter Biegeprüfung muss das Kabel die in Ziffer 10 Ab vorgesehene Prüfspannung während 10 Minuten aushalten, ohne dass ein Durchschlag erfolgt.

### B. Spannungsprüfung nach Verlegung.

Nach erfolgter Verlegung und Montage werden die Kabel von Nennspannungen von 6/3,5 kV und darüber und einer Länge von mindestens 500 m einer Spannungsprüfung mit Wechsel- oder Gleichspannung unterzogen. Die Prüfspannung bei Wechselstrom von Nennfrequenz beträgt das 1,73-fache, jene bei Gleichstrom das 4fache der Leiternennspannung  $U_0$ . Die Prüfdauer beträgt pro Leiter 60 Minuten.

Die Prüfung mit Gleichstrom ist der mit Wechselstrom vorzuziehen.

### 11. Messung der dielektrischen Verluste (Fabrikprüfung).

Die dielektrischen Verluste eines Kabels werden in der Regel charakterisiert durch den Verlustfaktor  $\tg \delta$ , definiert durch

$$\tg \delta = \frac{\text{gemessene Verluste}}{\text{vom Kabel aufgenommene Blindleistung}}$$

Die Messung des  $\tg \delta$  wird im allgemeinen mit einer Brücke, z. B. der Scheringbrücke, ausgeführt.

#### A. Versuche bei Raumtemperatur.

Der Besteller kann die Messung der dielektrischen Verluste an allen Kabeln, deren Nennspannung 15 kV oder mehr beträgt, verlangen.

Die Messungen werden bei Raumtemperatur und einem errechneten maximalen Spannungsgradienten  $E_{\max}$  von 3 kV/mm, 5 kV/mm und 8 kV/mm bei Kabeln mit radialem Beanspruchung, oder von 2 kV/mm, 4 kV/mm und 6 kV/mm bei Kabeln mit nicht radialem Beanspruchung ausgeführt. Die Frequenz der angelegten Spannung soll zwischen 40 und 60 Hz liegen.

Die den verschiedenen maximalen Spannungsgradienten entsprechenden Prüfspannungen sind den im Anhang gegebenen Kurven zu entnehmen.

Die Prüfung erfolgt einphasig. Bei Gürtelkabeln wird die Spannung zwischen einem Leiter und den übrigen Leitern, die mit dem Bleimantel verbunden werden, angelegt.

Bei diesen Messungen darf der ermittelte Verlustfaktor bei einem Spannungsgradienten von 2, bzw. 3 kV/mm nicht mehr als 0,01 betragen.

Die Zunahme des Verlustfaktors in Funktion der Spannung darf von

	radiales Feld höchstens	nicht radiales Feld höchstens
3 auf 5 kV/mm	0,001	
5 auf 8 kV/mm	0,003	
2 auf 4 kV/mm		0,003
4 auf 6 kV/mm		0,006

betragen.

#### B. Stabilitätsprüfung.

Bei grösseren Lieferungen wird eine Stabilitätsprüfung ausgeführt, wenn eine solche zwischen Fabrikant und Besteller vereinbart ist. Bei dieser Prüfung soll festgestellt werden, ob sich der Verlustfaktor unter dem Einfluss der betriebsmässigen Temperaturschwankungen ändert. Es werden an dem auf eine Trommel aufgewickelten Prüfstück die dielektrischen Verluste gemessen.

1. bei Raumtemperatur (15 bis 25° C),
2. nach Erwärmung der Leiter auf 40° C,
3. nach Abkühlung der Leiter auf 10 bis 18° C,

bei gleichen Messbedingungen wie bei Ziffer 11 A, Versuch bei Raumtemperatur. Das Kabel ist durch Strom in den Leitern oder durch eine andere geeignete Massnahme in ungefähr 4 h auf 40° C zu erwärmen; die Abkühlung ist so rasch als möglich durchzuführen. Als Kabeltemperatur gilt der aus der Widerstands zunahme der Leiter ermittelte Wert.

Der Verlustfaktor darf nach erfolgter Abkühlung bei einem Gradienten von 2, bzw. 3 kV/mm nicht grösser sein als

- 0,01 bei Kabeln mit radialem Feld,
- 0,012 » » nicht radialem Feld.

Der Anstieg der Verlustfaktorkurve darf die in Ziffer 11 A angegebenen Werte nicht überschreiten.

### 12. Biegeprüfung (Fabrikprüfung).

Ein Kabelabschnitt von mindestens 5 m Länge wird bei Raumtemperatur der Biegeprüfung nach folgendem Verfahren unterworfen: Der Abschnitt wird von der Armierung befreit, wenn eine solche vorhanden ist, und über einen Kern vom Durchmesser  $D$  aufgewickelt. Hierauf wird abgewickelt und gerade gerichtet, dann in entgegengesetzter Richtung wieder

aufgewickelt und gerade gerichtet. Dieses Verfahren wird dreimal wiederholt und anschliessend das Probestück der Spannungsprüfung gemäss Ziffer 10 Ac unterworfen.

Dabei darf kein Durchschlag erfolgen.

Der Kerndurchmesser  $D$  beträgt für Einleiterkabel das 25fache, für Mehrleiterkabel das 15fache des Kabeldurchmessers über Blei gemessen.

### 13. Prüfung der Korrosionsfestigkeit.

Es sind noch keine Festlegungen getroffen.

### 14. Kontrolle der Dimensionen.

Die Kontrolle der Dimensionen hat an mehreren Stellen des Kabels, die mindestens 30 cm vom Ende entfernt sind, zu erfolgen. Die Mittelwerte der Messungen der Dimensionen der Isolation, des Bleimantels und der Armierung müssen den in der Bestellung vereinbarten Werten genügen.

Die grössten örtlichen Abweichungen dürfen für die Dicke des Bleimantels und der Armierung nicht mehr als 10 %, für die Stärke der Isolation nicht mehr als 5 % mit einem Minimum von 0,2 mm, für die Jute oder andere Schutzschichten nicht mehr als 20 % des Wertes, der in der Bestellung vereinbart wurde, betragen.

### 15. Spezialprüfungen.

Spezialprüfungen sind zwischen Besteller und Fabrikant besonders zu vereinbaren.

## V. Belastbarkeit bei verschiedenen Verlegungsarten.

Es sind noch keine Festlegungen getroffen.

## A n h a n g zu den Leitsätzen für Hochspannungskabel

### Berechnung

#### des maximalen Spannungsgradienten; Berechnung der Prüfspannung für einen gegebenen maximalen Spannungsgradienten.

### A I. Berechnung des max. Spannungsgradienten.

#### 1. Definition.

Der maximale Spannungsgradient ist die Feldstärke an der Leiteroberfläche, ausgedrückt in kV/mm. Es wird ein homogenes Dielektrikum vorausgesetzt.

#### 2. Kabel mit radialer Beanspruchung.

Der maximale Spannungsgradient  $E_{\max}$  wird für Kabel mit radialer Beanspruchung nach der O'Gormanschen Formel berechnet:

$$E_{\max} = \frac{U}{r \cdot \ln \frac{R}{r}} \text{ kV/mm}.$$

$U$  Spannung zwischen Leiter und Bleimantel, oder zwischen Leiter und Glimmschutz in kV,

$r$  Radius des Leiters in mm,

$R$  Radius des Leiters ( $r$ ) plus Isolationsdicke ( $b$ ) in mm.

#### 3. Kabel mit nichtradialer Beanspruchung.

Für Kabel mit nicht ausschliesslich radialer Beanspruchung wird der maximale Spannungsgradient grundsätzlich nach derselben Formel unter Berücksichtigung geometrischer Verschiedenheiten berechnet. Sektorkabel werden geprüft wie Rundkabel gleicher Nennquerschnitte.

### A II. Bestimmung der Prüfspannung bei gegebenem max. Spannungsgradienten.

Sind beispielsweise nach Ziffer 11 die zu den gegebenen

max. Spannungsgradienten gehörigen Prüfspannungen zu bestimmen, so können zur Ersparung umständlicher Rechnungen die Kurven in Fig. 2 und 3 benutzt werden. Dabei werden

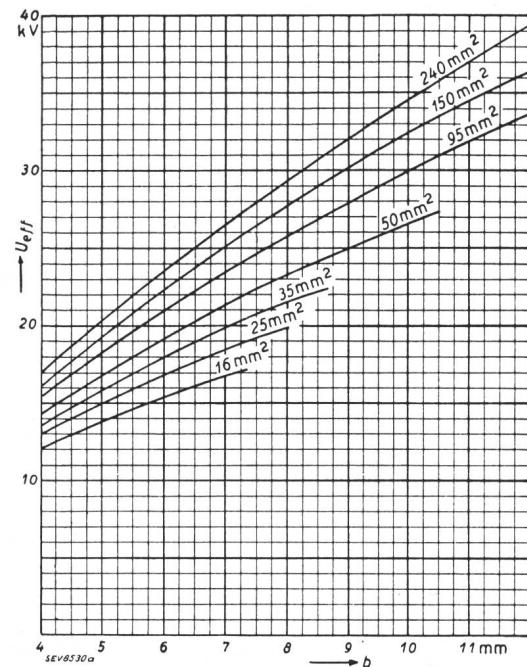


Fig. 2.

Prüfspannung ( $U_{\text{eff}}$ ) von Kabeln mit **radialer Beanspruchung** bei einem maximalen Spannungsgradienten von 5 kV/mm in Funktion des Querschnittes und der Isolationsdicke ( $b$ ).

die Werte von Isolationsdicke und Querschnitt der Kabelspezifikation entnommen. Die Kurven gelten für 5 kV/mm (Fig. 2) bzw. 4 kV/mm (Fig. 3). Die anderen Spannungsgradienten entsprechenden Prüfspannungen sind proportional.

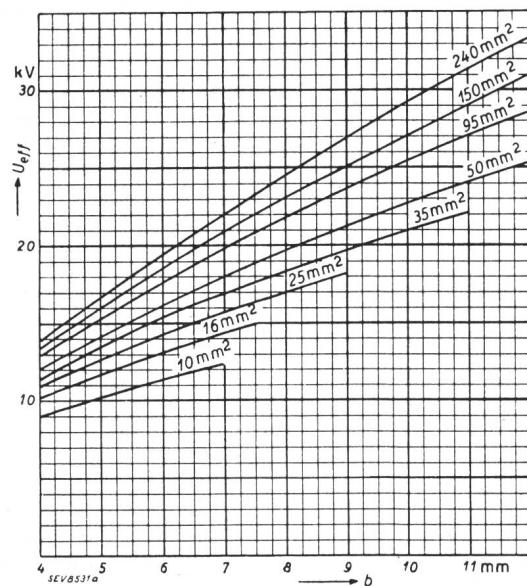


Fig. 3.

Prüfspannung ( $U_{\text{eff}}$ ) von Kabeln mit **nicht ausschliesslich radialer Beanspruchung** (Gürtelkabel) bei einem maximalen Spannungsgradienten von 4 kV/mm in Funktion des Querschnittes und der Isolationsdicke ( $b$ ).

**Beispiel:** Es sei die Prüfspannung nach Ziffer 11 A für die Prüfung bei einem maximalen Spannungsgradienten von 8 kV/mm zu bestimmen; das Kabel habe radiale Beanspruchung, einen Querschnitt von 150 mm<sup>2</sup> und eine Isolationsdicke von 7 mm. Für 5 kV/mm entnimmt man Fig. 2 eine Prüfspannung von 25,1 kV. Bei 8 kV/mm beträgt die Prüfspannung  $\frac{25,1 \cdot 8}{5} = 40,2$  kV.