

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 32 (1941)  
**Heft:** 14  
  
**Rubrik:** Mitteilungen SEV

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 03.04.2025

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

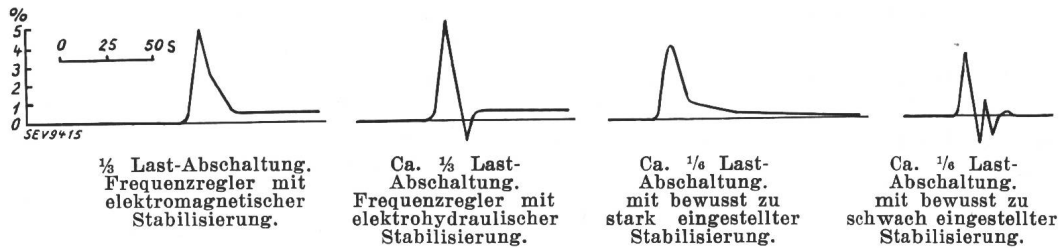


Fig. 12a.

**Tachogramme,**

(Drehzahlabweichung in % der Nennzahl)  
 aufgenommen mit einem Dr. Horn-Tachographen an einer Turbine im Kraftwerk Felsenau des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern. Horizontale Francis-Doppelturbine mit automat. Leitradregulierung.  
 $H = 12,5...14,3$  m  $P = 1700...1950$  kW  $Q = 16$  m<sup>3</sup>/s  $n = 214$  U/min

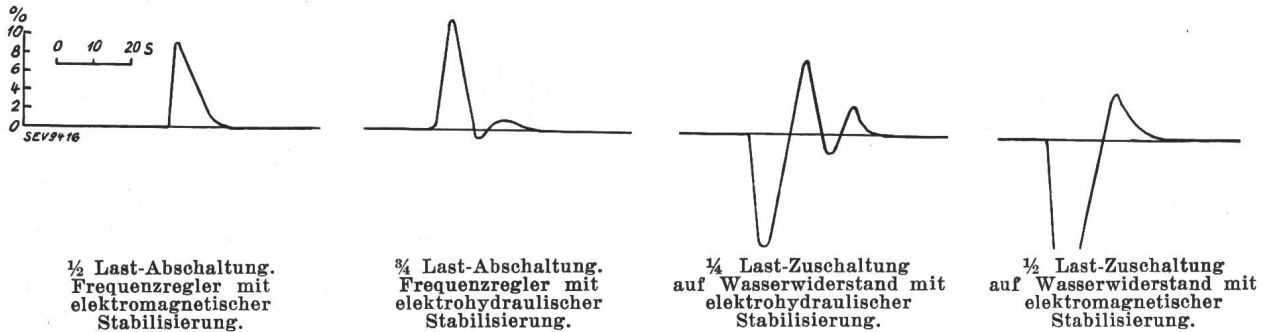


Fig. 12b.

**Tachogramme,**

(Drehzahlabweichung in % der Nennzahl)  
 aufgenommen an einer Turbine im Kraftwerk Dietikon der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich. Kaplanturbine mit regulierbarem Leit- und Laufgrad.  
 $H = 3,75...4,2$  m  $P = 1250$  kW  $Q = 34,5...40$  m<sup>3</sup>/s  $n = 93,8$  U/min

mit sofortiger nachfolgender Belastung auf Wasserwiderstand und umgekehrt (Fig. 12b).

Die Resultate waren trotz der ungünstigen Verhältnisse gut. Auch hier konnte der Drehzahlverlauf dank der leichten Einstellbarkeit der Stabilisierungseinrichtung auf die zweckmässigste Form gebracht werden.

Der elektrische Frequenzregler Bauart Oerlikon-Escher Wyss hat in praktischen Betriebsversuchen bewiesen, dass er eine erstklassige Lösung der elektrischen Steuerung von Regulierorganen von Kraftmaschinen darstellt. Den Betriebsmann interessiert besonders die verblüffende Anpassungsfähigkeit an die Turbinenverhältnisse. Dank der guten Zugänglichkeit der massgebenden Teile und der Einfachheit des Aufbaues kann bei der Inbetriebsetzung jede Turbine innert kürzester Zeit zu stabilem Lauf bei kleinster Regulierzeit gebracht werden.

**9. Technische Daten und Vorteile.**

1. Kleinste Ansprechempfindlichkeit, kleiner als 0,3 %.
2. Kürzeste Regulierzeit und grösste Stabilität dank neuartiger Rückführ- und Dämpfungseinrichtung.
3. Statikeinstellung beliebig zwischen 0 und 6 %.
4. Arbeitsfähigkeit des Reglers bis zu Spannungen von ca. 10 % der Nennspannung.
5. Automatische Schliessung der Turbine auf Leerlaufdrehzahl bei Spannungslosigkeit des Meßsystems.
6. Automatische Anpassung der Rückführ- und Dämpfungskräfte an das vom Meßsystem erzeugte Drehmoment.
7. Unabhängigkeit der Rückführ- und Dämpfungseinrichtung von der Druckölsteuerung bzw. Raumtemperatur.
8. Kleiner Eigenverbrauch des Meßsystems, ca. 70 VA.
9. Anwärme- und Temperaturfehler des Meßsystems vernachlässigbar klein.
10. Spannungsunabhängigkeit des Meßsystems.
11. Unabhängigkeit des Meßsystems von der Kurvenform der Spannung.
12. Einfacher Aufbau bei Frequenz-Leistungsregulierung.
13. Einfache Anbaumöglichkeit an andere Primärmaschinen, z. B. Dampfturbinen.

**Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications**

**Messungen an Dipolen im Dezimeterwellengebiet.**  
 (Nach P. Lange, Telefunken-Mitteilungen Bd. 21, Mai 1940, Nr. 83, S. 72.) 621.396.67.029.6

Für viele Zwecke ist die Kenntnis des Widerstandes eines im Strombauch erregten horizontalen Dipols wichtig, und zwar in Abhängigkeit von seinen Abmessungen und seiner Entfernung vom leitenden Boden. Die Theorie solcher Dipole im freien Raum oder mit reflektierender, unendlich ausgedehnter Ebene ist bekannt. Es wird dabei angenommen, dass der Dipol unendlich dünn sei. Die Anwendung von

Dezimeterwellen gestattet, die Theorie durch Versuche im kleinen Maßstab nachzuprüfen.

Die Widerstandsmessungen werden mit einer Lecherleitung durchgeführt, die auf der einen Seite mit dem unbekanntem Widerstand  $\Re$  abgeschlossen und auf der Gegenseite mit einem Meßsender erregt wird. Dann wird nach der Telegraphengleichung

$$\frac{\Re}{Z} = \frac{n(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha x)}{n^2 + \operatorname{tg}^2 \alpha x} + j \cdot \frac{(1 - n^2) \operatorname{tg}^2 \alpha x}{n^2 + \operatorname{tg}^2 \alpha x}$$

wo  $Z$  den Wellenwiderstand der Lecherleitung bedeutet und  $\alpha = 2\pi/\lambda$  gesetzt ist;  $n$  ist das Verhältnis der maximalen zur minimalen Amplitude der auf der Lecherleitung sich ausbildenden stehenden Welle;  $x$  bedeutet den Abstand des ersten Spannungsminimums vom Leitungsende bzw. vom Abschlusswiderstand  $\mathfrak{R}$ .

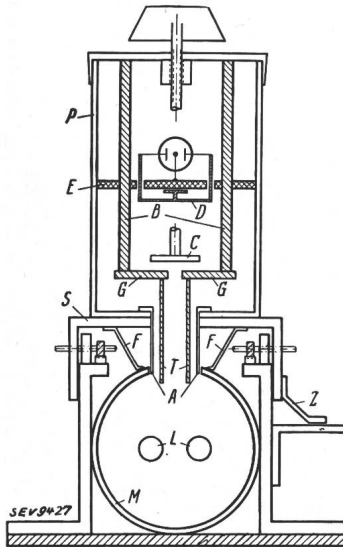


Fig. 1.  
Das Tastorgan mit Messleitung im Schnitt.

Als Sender wurde ein Vierschlitzmagnetron verwendet. Die Lecherleitung musste abgeschirmt und äusserst stabil gebaut werden. Zur Erläuterung der Konstruktion dient die Querschnittszeichnung Fig. 1. Die eigentliche Messleitung besteht aus zwei 10 mm dicken und 1 m langen Messingstangen, die einen Mittelpunktsabstand von 20 mm besitzen, die Abschirmung aus einem an der Oberseite geschlitzten Messingrohr von 66 mm Innendurchmesser, das in einer stabilen Winkelkonstruktion gelagert ist. Die Messleitung wird nahe den Enden durch eingeschraubte Trolitulstützen fest gelagert. Die störende Kapazität der Trolitulstütze, die eine zur Leitung parallel liegende Kapazität darstellt, wurde auf folgende Weise bestimmt (Fig. 2): In einem Punkte  $A$  vor

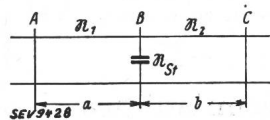


Fig. 2.  
Bestimmung der Stützenkapazität.

der Stütze, die sich 5,5 cm vor dem Leiterende befand, wird der Leiter kurzgeschlossen.  $B$  bedeutet den Ort der Stütze und  $C$  die Lage des ersten Spannungsminimums. Die Widerstände der in der Figur mit  $a$  und  $b$  bezeichneten Leiterstücke seien  $\mathfrak{R}_1$  und  $\mathfrak{R}_2$ . Dann ist

$$\mathfrak{R}_1 = j \cdot Z \cdot \operatorname{tg}(\alpha a) \quad \mathfrak{R}_2 = j \cdot Z \cdot \operatorname{tg}(\alpha b)$$

Bei  $B$  liegen die Widerstände  $\mathfrak{R}_1$  und  $\mathfrak{R}_2$  sowie der Stützwiderstand  $\mathfrak{R}_{st}$  parallel. Da das Leiterstück  $A-C$  einen auf die Senderfrequenz abgestimmten Schwingkreis darstellt, gilt

$$\frac{1}{\mathfrak{R}_1} + \frac{1}{\mathfrak{R}_2} + \frac{1}{\mathfrak{R}_{st}} = 0$$

Aus mehreren Messungen ergab sich daraus  $\mathfrak{R}_{st} = -j \cdot 305$  Ohm.

Der Wellenwiderstand der als verlustlos angenommenen Lecherleitung,  $z = \sqrt{\frac{LH/m}{CF/m}}$ , berechnet sich aus den geometrischen Abmessungen nach folgender Formel

$$Z = 276 \cdot \log \left[ \frac{a}{d} \frac{D^2 - (a^2 - d^2)}{D^2 + (a^2 - d^2)} + \sqrt{\left(\frac{a}{d}\right)^2 \cdot \frac{(D^2 - (a^2 - d^2))^2}{(D^2 + (a^2 - d^2))^2} - 1} \right]$$

wo  $a$  den Mittelpunktsabstand der Leitungen,  $d$  den Drahtdurchmesser und  $D$  den Innendurchmesser des Rohres bedeuten. Mit den oben angegebenen Werten erhält man  $Z = 138,3$  Ohm. Nach einer andern Methode ergab sich  $Z = 139,5$  Ohm. Man kann deshalb rund 140 Ohm annehmen.

Zur Messung der Spannungsverteilung längs der Leitung dient ein spezielles Tastorgan, das auf einem mit der erwähnten Winkelkonstruktion fest verbundenen Schlitten verschiebbar angeordnet ist. Auf der Fig. 1 ist das Tastorgan im Querschnitt mitgezeichnet. Es besteht im Prinzip aus einem schwach gedämpften Schwingkreis mit hohem Eingangswiderstand. Der  $\frac{\lambda}{4}$ -Schwingkreis wird von  $T$ ,  $G$ ,  $B$  und der Kurzschlussplatte  $E$  gebildet. Die Fühler  $T$  bewirken die im übrigen sehr lose Koppelung an die Lecherleitung. Als Indikator dient die Diode  $D$ , die mit dem Schwingkreis

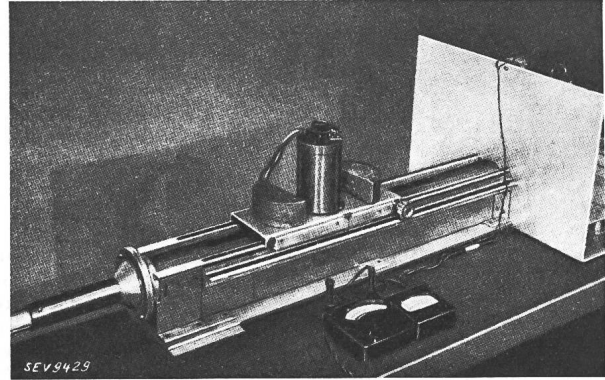


Fig. 3.  
Messleitung.

durch eine in der Figur ebenfalls gezeichnete Koppelungsschleife verbunden ist.  $C$  ist der Abstimmkondensator des  $\lambda/4$ -Kreises. Wegen der linearen Charakteristik kann der Diodenstrom direkt als Mass der Hochfrequenzspannung benutzt werden. Eine Gesamtansicht der Apparatur mit dem Tastorgan zeigt Fig. 3. Die halbkreisförmigen Klötze sind lediglich Gewichte zur Beschwerung des Schlittens, der das Tastorgan trägt. Links ist das Abschirmrohr der Speiseleitung für den Dipol mit Flansch sichtbar. Hinter der Platte rechts steht der Sender. Zur Prüfung der Messleitung wird diese am Ende kurzgeschlossen. Bei genauer Ausführung müssen dann die Spannungsamplituden alle gleich hoch liegen, was auch der Fall ist, wie Fig. 4 zeigt.

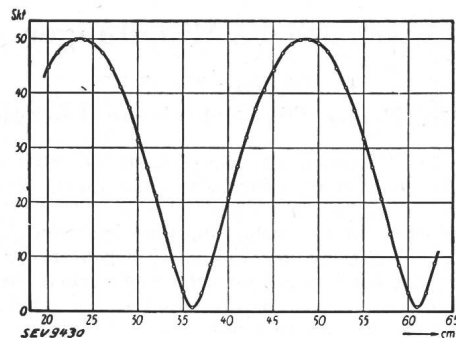


Fig. 4.  
Spannungsverteilung auf der unbeschwerten Messleitung.

Für genaues Arbeiten ist es erforderlich, die zu untersuchenden Dipole von der Messleitung abzuschirmen. Würde man nun den Dipol direkt an die Lecherleitung anschliessen, so könnte man, da der Dipol ja einen gewissen Abstand von der gleichzeitig als reflektierende Ebene dienenden Abschirmung haben muss, nicht mehr im Strombauch erregen; es wird deshalb zwischen Dipol und Messleitung eine Speiseleitung eingeschaltet, deren Länge ein Vielfaches von  $\frac{\lambda}{2}$  betragen muss, damit am Ende der Messleitung wieder der gleiche Widerstand erscheint. Der durch die Streuung an der Stoßstelle auftretende Blindwiderstand wird in gleicher Weise wie vorher der Blindwiderstand der Trolitulstützen bestimmt.

Die Speiseleitung wird ebenfalls durch zwei Stützen so gehalten, dass sich ihre Einflüsse gegenseitig kompensieren. Die entsprechende Stellung der Stützen kann mit Hilfe einer graphischen Methode gefunden werden. Einen Querschnitt

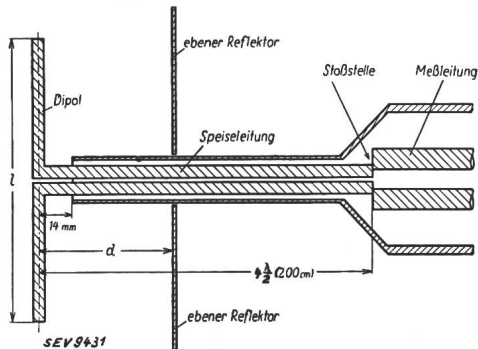


Fig. 5.

Schematische Darstellung des Dipols vor dem ebenen Reflektor.

durch die Speiseleitung zeigt Fig. 5. Der richtige Abstand der Abschirmung der Speiseleitung vom Dipol wurde bestimmt, indem an Stelle des Dipols ein Carbowiderstand eingesetzt wurde. Das Abschirmrohr wird dann soweit vom Dipol zurückgezogen, als der gemessene Realteil des Widerstandes noch konstant blieb.

Die Resultate für ebenen Reflektor sind in Fig. 6 und Fig. 7 dargestellt. Fig. 6 zeigt die Wirk- und Blindkompo-

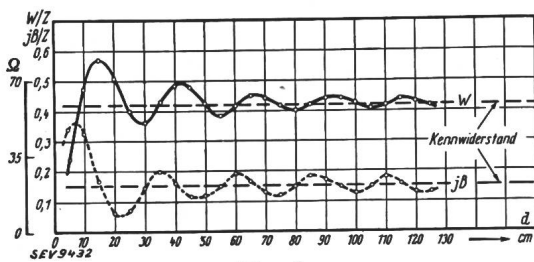


Fig. 6.

Widerstand in Abhängigkeit vom Abstand (ebener Reflektor)  $l = 25 \text{ cm } (\lambda/2)$ .

nente des Widerstandes eines Dipols, dessen Länge (25 cm) genau der halben Wellenlänge entspricht, in Abhängigkeit des Abstandes vom Reflektor. Die Widerstände nähern sich mit wachsendem Abstand einem Grenzwert, vom Verfasser Kernwiderstand genannt. Fig. 7 zeigt ähnliche Kurven für verschiedene Dipollängen, aber mit derselben Wellenlänge von 50 cm gemessen; man ersieht daraus, dass die Resonanzlänge des Dipols (Blindkomponente = 0) etwas kürzer ist als die halbe Wellenlänge. Die Erscheinung ist theoretisch von Ruprecht für Strahler im freien Raum ebenfalls gefunden worden.

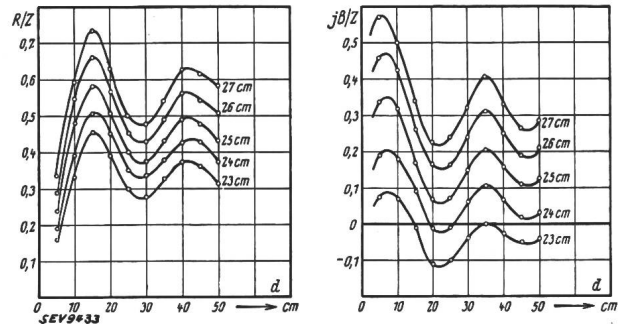


Fig. 7.

Widerstand in Abhängigkeit vom Abstand (ebener Reflektor) bei verschiedenen Dipollängen).

Weitere Messungen wurden sowohl an zylindrischen als auch an Rotationsparabolspiegeln durchgeführt. Sie ergaben die eigentümliche Tatsache, dass der Widerstand von der Öffnung der Spiegel fast gar nicht, dagegen das Strahlungsdiagramm sehr stark davon abhängt. Umgekehrt wird das Strahlungsdiagramm sehr wenig von Abstand und Länge des Dipols beeinflusst. Man kann demnach den Widerstand eines Strahlers bei Beibehaltung des Strahlungsdiagramms in gewissem Bereich verändern, was praktisch wertvoll ist.

Der Wert der vorliegenden Untersuchungen liegt in der Möglichkeit, die Speiseleitungen an die Dipole anzupassen, wozu die Dipolwiderstände bekannt sein müssen. Drückt man alle Längen als relative Längen  $\frac{\text{Dipollänge}}{\text{Wellenlänge}}$  aus, so sind die Resultate für alle Wellenlängen zu gebrauchen. Hdg.

## Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

### Verfügung Nr. 537 betr. Preise für elektrische Energie.

Die eidg. Preiskontrollstelle erlässt, gestützt auf Verfügung 1 des eidg. Volkswirtschaftsdepartements vom 2. September 1939 sowie auf Verfügung 7 vom 1. Mai 1941 betreffend die Kosten der Lebenshaltung und den Schutz der regulären Marktversorgung, im Einvernehmen mit der Sektion für Elektrizität des Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amtes und mit Genehmigung des Generalsekretariates des eidg. Volkswirtschaftsdepartements folgende

#### Verfügung:

##### A. Grundsätzliches.

##### 1. Energielieferungsverträge mit Energiekonsumenten (letzten Verbrauchern).

a) Jede Erhöhung der mit Energiekonsumenten (d.h. letzten Verbrauchern) in Verträgen vereinbarten oder in Tarifen festgelegten Preise für elektrische Energie über den Stand vom 31. August 1939 hinaus ist ohne schriftliche Bewilligung der eidg. Preiskontrollstelle untersagt.

b) Insbesondere ist die *Erneuerung* seit dem 1. September 1939 *abgelaufener Verträge* mit Energiekonsumenten (letzten Verbrauchern) nur auf der Basis der vor dem 1. September 1939 vereinbart gewesen oder effektiv bezahlten Preise gestattet; jede Erhöhung bedarf der schriftlichen Genehmigung der eidg. Preiskontrollstelle.

c) Seit dem 1. September 1939 mit Energiekonsumenten (d.h. letzten Verbrauchern) *neu abgeschlossene oder inskünftig neu abzuschliessende Energielieferungsverträge* haben sich ebenfalls im Rahmen der vor dem 31. August 1939 gültigen oder usanzgemässen Preise zu bewegen.

d) Auch die Anwendung von *Paritätsklauseln* (auf Basis der Kohlen-, Rohöl- oder anderer Relationen) bedarf unter Vorbehalt von Ziffer 3 dieser Verfügung in jedem einzelnen Falle der Genehmigung der eidg. Preiskontrollstelle.

##### 2. Energielieferungsverträge zwischen den Werken selbst oder zwischen Vorlieferanten und Wiederverkäufern.

a) Soweit Verträge zwischen Elektrizitätswerken unter sich oder mit Wiederverkäufern abgeschlossen werden, sind sie nicht genehmigungspflichtig. Dabei ist aber unter Beobachtung der bisherigen Verhältnisse und Usancen sowie unter Berücksichtigung der durch die allgemeine Wirtschaftslage gebotenen Anforderungen eine gleichmässige Energieversorgung zu angemessenen Preisen anzustreben. Allfällige noch zu erlassende Verteilungsvorschriften des Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amtes bleiben vorbehalten.

b) Die eidg. Preiskontrollstelle behält sich vor, gegebenenfalls auf Anruf einer Partei, insbesondere in Einzelfällen, auch für diese Verträge die Genehmigungspflicht auszusprechen.

##### B. Elektrokesselverträge.

3. Die Anwendung der *Paritätsklauseln in Elektrokesselverträgen* (ohne Lieferpflicht des Werkes) ist ohne besondere (Fortsetzung auf Seite 328.)



## 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.

	St.-Gallisch-Appenzellische Kraftwerke A.-G., St. Gallen		Elektrizitätswerk der Stadt Aarau, Aarau		Städtische Werke Baden		Elektrizitätswerk Grenchen	
	1939/40	1938/39	1940	1939	1940	1939	1940	1939
1. Energieproduktion . . . kWh	46 306 200	49 514 950	69 265 900	60 940 150	30 283 200	27 797 300	—	—
2. Energiebezug . . . kWh	54 799 460	49 557 487	32 700	174 350	3 969 800	2 776 100	6 952 770	6 490 919
3. Energieabgabe . . . kWh	101 105 660	99 072 437	69 298 600	61 114 500	28 931 366	26 135 110	6 119 770	5 841 828
4. Gegenüber Vorjahr . . %	+ 2,052	+ 7,537	+ 13,0	+ 16,9	+ 10,70	+ 11,42	+ 4,76	— 4,7
5. Davon Energie zu Abfallpreisen . . . kWh	—	—	/	?	2 506 100	2 399 600	0	0
11. Maximalbelastung . . kW	26 000	23 500	11 500	10 800	6 930	6 100	2 030	1 777
12. Gesamtanschlusswert . kW	179 844	169 048	72 734	66 533	43 851	40 269	11 552	11 044
13. Lampen . . . . . {	Zahl 327 225	324 878	133 950	130 496	72 374	71 428	42 819	42 598
	kW 9 382	9 317	5 398	5 217	4 260	4 217	2 089	2 081
14. Kochherde . . . . . {	Zahl 2 970	2 794	2 925	2 559	80	74	285	275
	kW 15 371	14 323	17 203	14 805	569	544	1 755	1 701
15. Heisswasserspeicher . {	Zahl 2 906	2 785	3 055	2 837	1 734	1 704	1 589	1 561
	kW 2 571	2 402	10 462	9 213	2 620	2 572	992	962
16. Motoren . . . . . {	Zahl 8 357	7 932	6 855	6 379	5 014	4 849	1 899	1 747
	kW 15 851	14 993	14 240	13 749	22 816	22 266	3 649	3 508
21. Zahl der Abonnemente . . .	?	?	19 834	19 393	4 269	4 245	6 105	6 093
22. Mittl. Erlös p. kWh Rp./kWh	6,255	6,172	3,40	3,46	5,37	5,53	9,2	9,7
<i>Aus der Bilanz:</i>								
31. Aktienkapital . . . . . Fr.	8 500 000	8 500 000	—	—	—	—	—	—
32. Obligationenkapital . . . »	6 800 000	6 800 000	—	—	—	—	—	—
33. Genossenschaftsvermögen . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Dotationskapital . . . . . »	—	—	4 063 000	4 063 000	2 791 000 <sup>3)</sup>	3 125 000 <sup>3)</sup>	865 000	880 000
35. Buchwert Anlagen, Leitg. . . »	13 763 627	14 512 002	7 433 155	7 870 188	2 986 002	3 290 002	761 770	792 190
36. Wertschriften, Beteiligung . . »	16 160 093	14 238 378	3 965 000	3 690 000	—	—	—	—
37. Erneuerungsfonds . . . . . »	6 602 788	6 312 045	?	?	364 000	?	77 804	?
<i>Aus Gewinn- und Verlustrechnung:</i>								
41. Betriebseinnahmen . . . . . Fr.	5 861 444	5 721 995	2 398 590	2 117 560	1 553 987	1 445 940	678 583	666 806
42. Ertrag Wertschriften, Beteiligung . . . »	647 047	573 124	?	?	—	—	—	—
43. Sonstige Einnahmen . . . . . »	—	—	28 379	32 084	67 915	68 760	10 485	4 627
44. Passivzinsen . . . . . »	/	/	210 849	204 913	120 390	119 112	33 650	34 287
45. Fiskalische Lasten . . . . . »	638 211	347 477	108 320	107 241	34 343	34 343	—	—
46. Verwaltungsspesen . . . . . »	/	/	278 446	281 657	141 062	140 531	100 241	101 052
47. Betriebsspesen . . . . . »	/	/	399 605	326 409	429 244	387 620	109 317	92 245
48. Energieankauf . . . . . »	/	/	?	?	226 254	175 351	364 934	334 671
49. Abschreibg., Rückstellungen . . »	/	/	1 100 000	880 000	488 874	420 488	30 420	36 540
50. Dividende . . . . . »	510 000	510 000	—	—	—	—	—	—
51. In % . . . . . »	6	6	—	—	—	—	—	—
52. Abgabe an öffentliche Kassen . . . . . »	104 797	101 651	340 000	380 000	216 000	166 000	50 000	62 500
53. Pachtzinse . . . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Uebersicht über Baukosten und Amortisationen:</i>								
61. Baukosten bis Ende Berichts-jahr . . . . . Fr.	41 150 000	41 055 000	17 253 527	16 433 688	9 960 952	9 859 385	1 151 630	1 151 630
62. Amortisationen Ende Berichts-jahr . . . . . »	27 386 000 <sup>2)</sup>	26 543 000	9 413 500	8 563 500	6 974 952	6 569 384	389 859	359 439
63. Buchwert . . . . . »	13 764 000	14 512 000	7 433 155	7 870 188	2 986 001	3 290 001	761 771	792 190
64. Buchwert in % der Baukosten . . . . . »	33,448	35 348	55,8	47,9	29,95	33,37	66	69

<sup>1)</sup> bezieht sich nur auf die direkt versorgten Sekundärnetze.<sup>2)</sup> exkl. Amortisationsfonds von Fr. 7 886 346.—.<sup>3)</sup> feste Anleihen von Versicherungsgesellschaft und von Bank.

Genehmigung zulässig, soweit sich die Preisbewegungen in folgenden Grenzen halten:

Auf Grund der vertraglichen Paritätsklausel im August 1939 effektiv bezahlter oder errechneter Preis pro kWh	Höchstzulässiger Preis, bis zu dem die vertraglichen Paritätsklauseln ohne spezielle Bewilligung angewandt werden dürfen pro kWh
bis 0,8 Rappen	1,6 Rappen
0,8 bis 1,0 Rp.	1,7 Rappen
1,0 bis 1,2 Rp.	1,8 Rappen
über 1,2 Rp.	50 % Zuschlag auf dem Vorkriegspreis, im Maximum 2,5 Rappen.

4. Die vorstehenden Bestimmungen betreffend Elektrokesselverträge treten rückwirkend auf den 1. April 1941 in Kraft.

#### C. Einholung der Bewilligung.

5. Wo bewilligungspflichtige Preiserhöhungen bereits ohne Bewilligung vorgenommen wurden, ist dafür nachträglich und längstens bis 31. August 1941 die Genehmigung der eidg. Preiskontrollstelle einzuholen.

6. Entsprechende Begehren sind zusammen mit den für die Beurteilung der Sachlage notwendigen Unterlagen schriftlich einzureichen (4 Ausfertigungen sind erwünscht).

7. Die der eidg. Preiskontrollstelle bereits vorgelegten Gesuche gelten im Sinne dieser Verfügung als eingereicht. Eine neue Eingabe ist in diesen Fällen nicht erforderlich.

#### D. Strafbestimmungen.

8. Widerhandlungen gegen diese Verfügung werden nach den Strafbestimmungen der Art. 3—6 des Bundesratsbeschlusses vom 1. September 1939 betreffend die Kosten der Lebenshaltung und den Schutz der regulären Marktversorgung bestraft.

9. Ferner wird auf den Bundesratsbeschluss vom 1. September 1939 betreffend strafrechtliche Kommissionen verwiesen und ausdrücklich auf Verfügung Nr. 5 des eidg. Volkswirtschaftsdepartements vom 14. November 1940 aufmerksam gemacht, wonach bei Widerhandlungen nicht nur der Verkäufer, sondern auch der Käufer, bzw. der nach Tarif Verpflichtete strafbar ist.

10. Diese Verfügung tritt am 1. Juli 1941 in Kraft.

Eidg. Volkswirtschaftsdepartement:  
Der Chef der Preiskontrollstelle.

### Die Befristung der Entschädigungsforderungen im Enteignungsrecht.

351.712.5

Das Enteignungsverfahren für elektrische Starkstromanlagen (ohne die elektrischen Bahnen) ist eröffnet, wenn das Enteignungsgesuch und die Enteignungsvorlagen dem Starkstrominspektorat und dem Präsidenten der zuständigen eidg. Schätzungskommission eingereicht sind. Darnach werden die Pläne den Enteigneten zur Einsicht aufgelegt, und zwar im ordentlichen Verfahren durch den Gemeinderat der Gemeinde, deren Gebiet durch die zu erstellende elektrische Anlage berührt wird, im sogenannten abgekürzten Verfahren hingegen durch den Enteigner. Die Einsprachen gegen die Enteignung und die Entschädigungsforderungen sind im ordentlichen wie im abgekürzten Verfahren dem Gemeinderat innert 30 Tagen anzumelden. Die Frist beginnt mit der ersten öffentlichen Bekanntmachung in den Amtsblättern oder (im abgekürzten Verfahren) mit der Zustellung der persönlichen Anzeige. Der Tag, an dem die Frist zu laufen beginnt, wird nicht mitgerechnet. Die Eingabefrist läuft am letzten Tage um 18 Uhr ab; sie gilt als eingehalten, wenn die schriftliche Mitteilung an diesem Tage vor 18 Uhr bei einer schweizerischen Poststelle aufgegeben worden ist. Wird diese Frist überschritten, so gelten die Entschädigungsforderungen als *verwirkt*. Nur diejenigen zu enteignenden Rechte, die sich aus der Grunderwerbstabelle ergeben oder offenkundig sind, hat der Präsident der Schätzungskommission (auch wenn sie nicht angemeldet wurden) von Amtes wegen zu berücksichtigen.

Wenn gewisse Voraussetzungen erfüllt sind, so können Entschädigungsforderungen auch *nach Ablauf der Eingabefrist*, und sogar nachdem das Schätzungsverfahren durchgeführt ist, noch geltend gemacht werden. Der Gesetzgeber hat diese Bedingungen in Art. 41 des eidg. Enteignungsgesetzes abschliessend geregelt. Darnach können Entschädigungsforderungen beim Präsidenten der Schätzungskommission nachträglich nur noch eingereicht werden,

a) wenn ein Berechtigter den Nachweis leistet, dass es ihm oder seinem Vertreter wegen unverschuldeter Hindernisse unmöglich war, die Ansprüche geltend zu machen;

b) wenn der Berechtigte beweist, dass er den Bestand eines Rechtes erst später erfahren hat oder wenn der Enteigner ein Recht entgegen den aufgelegten Plänen und Verzeichnissen beansprucht oder schmälert;

c) wenn beim Bau, nach der Erstellung oder durch den Gebrauch des Werkes eine Schädigung des Enteigneten eintritt, die zur Zeit der Planaufgabe nicht oder nicht in ihrem Umfange voraussehbar war.

Auch diese nachträglich zugelassenen Entschädigungsforderungen sind innert 30 Tagen beim Präsidenten der Schätzungskommission anzumelden. Die Frist läuft vom Tage an, wo der Forderungsberechtigte vom Bestande, von der Schädigung oder von der Beanspruchung seines Rechtes durch den Enteigner Wissen erlangt hat.

Das Bundesgericht hat auf Grund des Art. 41, Buchstabe c, des Enteignungsgesetzes folgenden Streit über die Zulassung einer *nachträglichen* Forderungseingabe entschieden (BGE 62, I, 266 ff.).

Um die Wende des 19. Jahrhunderts hatten die SBB zur Vergrößerung des Bahnhofes in St. Gallen einen Teil der Liegenschaft des F. enteignet. In den Jahren 1927/28 wurde in jener Gegend der elektrische Bahnbetrieb eingeführt. Im Frühjahr 1936 reichte der Grundeigentümer F. beim Präsidenten der zuständigen Schätzungskommission eine auf das Enteignungsrecht gestützte nachträgliche Entschädigungsforderung ein. Er begründete diese damit, dass sein Haus in einem früher nicht voraussehbaren Masse gefährdet sei durch die vom Bahnhofe ausgehenden Erschütterungen, die wegen der schweren Maschinen und der grösseren Fahrgeschwindigkeit bedeutend zugenommen hätten.

Der Präsident der Schätzungskommission erklärte hiezu, dass Art. 41, Buchstabe c, des Enteignungsgesetzes ein durchgeführtes Verfahren voraussetze, und riet dem Gesuchsteller, sich an die Bundesbahnen zu wenden, da nur diese (als Enteigner) das Verfahren vor der Schätzungskommission einleiten könnten.

Gegen diese Verfügung erhob der Grundeigentümer F. beim Bundesgericht Beschwerde und beantragte, die Schätzungskommission sei anzuweisen, das Schätzungsverfahren durchzuführen. In der Beschwerdeantwort vertrat der Präsident der Schätzungskommission die Auffassung, Art. 41, Buchstabe c, des Enteignungsgesetzes lasse nachträgliche Entschädigungsforderungen nur zu, wenn und soweit der später eingetretene Schaden die Folge der von Anfang an geplanten Betriebsweise sei; an diesem Erfordernis fehle es aber hier, da bei der früheren Enteignung noch nicht vom elektrischen Betriebe die Rede gewesen sei. Andererseits sei auch unklar, ob die Bestimmungen des Enteignungsgesetzes vom 20. Juni 1930 in diesem Falle anwendbar seien, da Art. 122, Absatz 2, dieses Bundesgesetzes deren Anwendung auf die nach dem früheren Enteignungsgesetz vom Jahre 1850 erledigten Enteignungen nicht allgemein vorschreibe, sondern nur soweit dies möglich sei.

Das Bundesgericht hat die Beschwerde aus folgenden Gründen *grundsätzlich* gutgeheissen.

Ersatzforderungen, die jemand wegen schädigender Eingriffe in das Privateigentum oder in andere dingliche Rechte gegen eine Unternehmung erhebt, die das Enteignungsrecht nach Bundesrecht besitzt, gehören zu den Ansprüchen aus *Enteignung*; sie fallen grundsätzlich in die Zuständigkeit der eidgenössischen Enteignungsbehörden (Schätzungskommission und Bundesgericht), wenn der Eingriff eine nicht oder nicht leicht vermeidbare Folge aus dem *bestimmungsgemässen Bau und Betrieb* des Werkes ist. In diesem Sinne hatte das Bundesgericht schon unter der Herrschaft des (heute ausser Kraft stehenden) Enteignungsgesetzes vom 1. Mai 1850 in ständiger Praxis entschieden. Durch das Enteignungsgesetz vom 20. Juni 1930 ist an diesem Grundsatz nichts geändert worden.

Im vorliegenden Falle ist nicht streitig, dass die vom Beschwerdeführer behaupteten Erschütterungen (wenn sie tatsächlich bestehen) eine notwendige oder doch nicht leicht vermeidbare Folge des konzessionierten Bahnbetriebes sind. Auch stützt sich die Entschädigungsforderung auf einen angeblichen Eingriff in das Privateigentum des Beschwerdeführers, nämlich in den Anspruch auf Unterlassung, der ihm nach privatem Nachbarrecht gegenüber solchen Störungen zustehen würde. Infolgedessen ist die geltend gemachte Entschädigungsforderung *enteignungsrechtlicher* Natur.

Der Umstand, dass vor etwa dreissig Jahren enteignet wurde, schliesst die Geltendmachung weiterer Forderungen an sich nicht aus. Schon zur Zeit des alten Enteignungsgesetzes hätte der Enteignete oder sein Rechtsnachfolger nach der Praxis des Bundesgerichtes nachträglich ein ergänzendes Schätzungsverfahren einleiten können, wenn der Bahnbetrieb später weitere, seinerzeit nicht zu erwartende Schädigungen in ihrem Privateigentum verursachte. Dieselbe Möglichkeit ist heute um so mehr gegeben, als das neue Enteignungsgesetz über die Frage der nachträglichen Forderungseingaben nicht mehr schweigt, sondern in Art. 41, Buchstabe c, eine Vorschrift enthält, die solche Fälle ohne weiteres deckt; ausserdem sieht ja Art. 66, Buchstabe b, des Enteignungsgesetzes

ausdrücklich vor, dass das Verfahren vor der Schätzungskommission auch auf Verlangen des Enteigneten zu eröffnen ist für Ansprüche und Begehren, die nicht im Hauptschätzungsverfahren erledigt wurden. Es ist nicht einzusehen, warum Art. 41, Buchstabe c, sich nur auf Schädigungen beziehen sollte, welche die von Anfang an geplante Betriebsweise mit sich bringt, nicht aber nachteilige Wirkungen aus *verändertem Betrieb* (die Botschaft des Bundesrates für das neue Enteignungsgesetz nennt als Beispiel gerade jene Schädigungen, die entstehen, wenn der Betrieb nachträglich anders gestaltet wird als bei der Planaufgabe vorausgesehen werden konnte). Auch für die *Uebergangszeit* ist aus Art. 122 des Enteignungsgesetzes nicht etwas anderes abzuleiten.

Das Bundesgericht hat diese Beschwerdesache trotz grundsätzlicher Gutheissung an den Präsidenten der Schätzungskommission zurückgewiesen, damit er noch über eine Einrede der SBB entscheide. Die SBB hatten nämlich geltend gemacht, dass der Beschwerdeführer sein Recht zur nachträglichen Eingabe einer Forderung verwirkt habe, weil er die in Art. 41, Abs. 2, des Enteignungsgesetzes vorgesehene 30tägige Frist seit Kenntnis von der Schädigung nicht gewahrt habe. Das weitere Schicksal dieser Einrede kennen wir nicht; sie ist übrigens in diesem Zusammenhang ohne Bedeutung. *Pfister.*

## Miscellanea.

621.364.2 : 633.2

**Grastrocknungsanlagen in Norwegen.** In einer norwegischen Zeitung weist W. I. Pettersson in einem längeren Aufsatz darauf hin, dass das norwegische Landwirtschaftsministerium die Bereitstellung bedeutender Geldmittel zur Förderung der Wirtschaftlichkeit der künstlichen Grastrocknung beschlossen hat. Wenn man, so führt Pettersson u. a. aus, etwa 10 % der rd. 10 Mrd. kWh betragenden Elektrizitätserzeugung Norwegens für Trocknungsanlagen verwenden würde, so könnten etwa 900 Trocknungswerke mit elektrischer Energie beliefert werden, die jährlich etwa 0,3 Mill. t auf elektrischem Wege getrocknetes Gras liefern würden. — (Elektrizitätswirtschaft 1941, Nr. 16.)

**Gründung der Kraftwerk Ruppertswil A.-G.** Am 30. Juni wurde zwischen den Schweizerischen Bundesbahnen und den Nordostschweizerischen Kraftwerken die Kraftwerk Ruppertswil A.-G. mit einem Aktienkapital von 12 Millionen Fr. ge-

gründet. Als Präsident wurde alt Bundesrat Baumann, als Vizepräsident Regierungsrat Studler, Baudirektor des Kantons Aargau, und als Bauleiter Oberingenieur Krause, der den Bau des Etzelwerkes leitete, gewählt<sup>1)</sup>.

**Der längste Trolleybus der Welt in Rom.** Vor kurzem wurden in Rom Proben mit einem Trolleybus vorgenommen, der, wie behauptet wird, der längste seiner Art in der Welt sein soll. Er ist 18,50 m lang und kann über 200 Personen aufnehmen. Ein einziger Eingang befindet sich am rückwärtigen Ende des Wagens, dagegen sind zwei Ausgänge vorhanden, einer in der Mitte des Wagens und einer vorn. Beim mittleren Ausgang ist es dem Fahrgast überlassen, die Türe durch Niederdrücken eines Pedales zu öffnen, das einen elektrisch betriebenen Mechanismus auslöst. Dies ist jedoch nur dann möglich, wenn der Wagen nicht in Fahrt ist. Während der Fahrt ist der Mechanismus gesperrt.

<sup>1)</sup> Siehe Bulletin SEV 1941, Nr. 13.

## Literatur. — Bibliographie.

**Anarkali, Wege in Indien.** Von *Werner Reist*, Grindelwald. 307 S. Verlag: Rascher & Cie., Zürich. 1941. Preis Fr. 9.— geb., Fr. 7.— kart.

Wenn ein Leser unserer Zeitschrift in der glücklichen Lage ist, jetzt Ferien zu machen, dann soll er seinem Reisegepäck dieses neue, prächtige Buch unseres Mitgliedes Werner Reist, Direktor des Elektrizitätswerkes Grindelwald, beifügen. Und wer zu Hause bleiben muss, der soll es erst recht lesen: Es regt seine Phantasie an und trägt ihn von der grauen, drückenden Atmosphäre der Gegenwart hinaus in die Weiten des Märchenlandes Indien, das der Autor mit empfänglichem Gemüt und hellem Geist kreuz und quer durchzogen hat. Die Schönheiten Indiens, die Gegensätze, die das Land in ständiger Bewegung halten, alles hat diesem Weltreisenden das Herz gefüllt und er musste für uns das Buch schreiben.

389.6 : 621 (494)

Nr. 2063

**Normblatt-Verzeichnis 1941** über die Normen des Vereins Schweizerischer Maschinenindustrieller. Deutsch/französisch. 74 S., A<sub>5</sub>. Herausgegeben vom Verein Schweizerischer Maschinenindustrieller, General-Wille-Strasse 4, Zürich 2. Preis: Fr. 1.80.

Das Normblattverzeichnis enthält die Nummern und Inhaltsangaben sämtlicher Normblätter, ergänzt auf den heutigen Stand der Normen; die früheren Ausgaben der Normblattverzeichnisse sind dadurch überholt. Ausser diesen An-

gaben und Ergänzungen gibt das Verzeichnis eine kurze Orientierung über das Normalienbureau, die Entwicklung eines VSM-Normblattes, Gruppeneinteilung der Normen u. a. m. Es sind angegeben Bezugsbedingungen und Preise der Normblätter für Einzelbezügler und für Abonnenten.

Diese Ankündigung soll dazu dienen, die Industrie zu veranlassen, den Stand ihrer Normblätter anhand des neuen Verzeichnisses zu revidieren, damit bei Bestellung nach VSM-Normen Fehler und Missverständnisse durch Anwendung überholter Normblätter vermieden werden.

## Verschiedenes.

**Industrie-Schaltapparate für Nieder- und Hochspannung von Brown, Boveri.** Die A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, hat soeben die Preisliste M 2 s über Industrie-Schaltapparate für Nieder- und Hochspannung herausgegeben. Die sehr übersichtliche Broschüre umfasst 220 Seiten. Sie behandelt Motorschutzschalter und Schütze mit Kontakten in Luft und in Öl; Stern-Dreieck-Motorschutzschalter mit Kontakten in Öl; Schaltkasten ohne und mit Sicherungen, Kontakte in Luft; Steuerapparate für Niederspannungs-Schaltanlagen; Ersatzteile zu Motorschutzschaltern, Widerstände; Hochspannungsschaltanlagen; Schaltbilder, Massbilder (70 Seiten). Jedem Abschnitt geht die Beschreibung der Kon-

struktion und der Funktionen der behandelten Gegenstände voraus. Der Katalog ist reich illustriert. Mit Befriedigung vermerken wir die korrekte Darstellung der Schaltschemata unter Verwendung der genormten graphischen Symbole, was das Verständnis der Funktionen stark erleichtert. Ueberhaupt ist die formale Darstellung mustergültig; nur möchten wir einmal die Gelegenheit benützen, um anzuregen, das Wort «die Type» möge aus den deutschsprachigen Katalogen unserer Firmen verschwinden und durch das richtige Wort «der Typ» ersetzt werden.

Wer irgendwie mit Installationen zu tun hat, wird diesen Katalog mit Nutzen zu Rate ziehen.

**Bulletin der Ateliers mécaniques de Vevey S. A.** Die Ateliers mécaniques de Vevey S. A., eine der ältesten industriellen Unternehmungen des Kantons Waadt, hat im Juni 1941 die erste Nummer ihres von nun an periodisch er-

scheinenden Bulletin herausgegeben. Sein Zweck besteht darin, die Tätigkeit, die Entwicklungsarbeit und die Vielseitigkeit der Produktion der Firma einem grössern Kreis bekanntzumachen. Die erste, in gefälliger Ausstattung erschienene Nummer enthält einen Rückblick auf die Entwicklung des Unternehmens und einige technische Aufsätze über neuere Konstruktionen.

**Vivavox-Anlagen.** Eine instruktive Broschüre über die Vivavox-Anlagen gab die Autophon A.-G., Solothurn, heraus. Es handelt sich um eine Lautsprecherverbindung, die zwischen den verschiedenen Abteilungen eines Betriebes eingesetzt wird. Sie funktioniert so, dass bei eingeschalteter Verbindung von irgendeiner Stelle des Raumes aus gesprochen werden kann, ohne dass ein Apparat in die Hand genommen werden muss, und die Wiedergabe erfolgt im abgeschlossenen Raum durch Lautsprecher.

## Qualitätszeichen, Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV.


### I. Qualitätszeichen für Installationsmaterial.

#### Löschung des Vertrages.

Der Vertrag betreffend das Recht zur Führung des SEV-Qualitätszeichens für Verbindungsdosen der Firma

*J. Frey-Frey, Schlieren,*

ist gelöscht worden.

Verbindungsdosen mit der Fabrikmarke  dürfen daher ab 30. Juni 1941 nicht mehr mit dem SEV-Qualitätszeichen geliefert werden.

### IV. Prüfberichte.

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

P. Nr. 196.

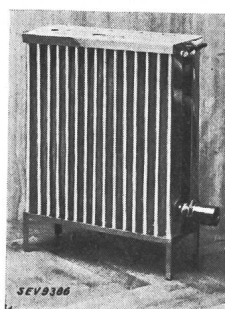
Gegenstand: **Elektrischer Heizofen.**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 16571 vom 17. Juni 1941.

Auftraggeber: *Albert Bühler, Luzern.*

Aufschriften:

LUZERN A R I A S A N A LUZERN  
GESUNDHEITS- UND HYGIENISCHE  
WARMWASSER-HEIZUNG  
FABR. No. 105 JAHR 1941  
VOLT 145 WATT 600



**Beschreibung:** Elektrischer Heizofen gemäss Abbildung. Wasserbehälter aus Kupferblech, mit eingebautem Heizelement. Rippen aus Aluminiumblech zur Vergrösserung der Heizfläche. Apparatestecker für den Anschluss der Zuleitung.

Der Heizofen hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden.

P. Nr. 197.

Gegenstand: **Elektrischer Heizofen.**

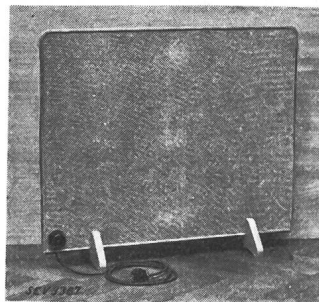
SEV-Prüfbericht: A. Nr. 16570 vom 17. Juni 1941.

Auftraggeber: *Autofrigor A.-G., Zürich.*

Aufschriften:

Autofrigor A.-G.  
ZÜRICH  
W 940 V 220

**Strawa**



**Beschreibung:** Elektrischer Heizofen gemäss Abbildung. Heizwiderstände aus Aluminiumfolie zwischen zwei Eternitplatten. Heizung einer Eternitplatte ausschaltbar. Wärmeisolation zwischen den Eternitplatten durch Glaswolle. Netzanschluss mit dreidriger, mit Stecker versehener Rundschneur.

Der Ofen hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in trockenen Räumen.

## Vereinsnachrichten.

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

### Totenliste.

Am 3. Juli 1941 starb in Zürich im Alter von 62 Jahren Herr *Fritz Zimmerli*, alt technischer Beamter der SBB, Mitglied des SEV seit 1922. Wir sprechen der Trauerfamilie unser herzlichstes Beileid aus.

Am 9. Juli 1941 starb im Alter von 62 Jahren in La Sarraz Herr *Frédéric Huguenin*, Ingenieur, Sekretär des Verwaltungsrates und alt Direktor der Société Suisse de Clématite

S. A., Vallorbe, Kollektivmitglied des SEV. Wir sprechen der Firma unser herzlichstes Beileid aus.

### Vorstand des SEV.

Der Vorstand des SEV hielt am 10. Juli 1941 unter dem Vorsitz von Herrn Präsident Dr. h. c. M. Schiesser seine 75. Sitzung ab. Er behandelte die Entwürfe zum neuen Vertragswerk zwischen dem SEV und dem VSE und einen Entwurf



zu neuen Statuten des SEV. Der Vorstand nahm die Rechnung des SEV, des Vereinsgebäudes, des Studienkommissionsfonds und des Denzlerfonds für das Jahr 1940 ab, genehmigte die Bilanzen, behandelte die Budgets für 1942 und fasste über den Jahresbericht 1940 Beschluss.

Der vom CES vorgelegte Entwurf «Genormte Werte der Spannungen, Frequenzen und Ströme für elektrische Anlagen» wurde mit sofortiger Wirkung in Kraft gesetzt (siehe Seite 333). Die «Leitsätze für den kriegsbedingten Ersatz von Kupfer im Blitzableiterbau» (siehe Seite 334) wurden genehmigt. Verschiedene kleinere Geschäfte fanden ihre glatte Erledigung.

Es wurde in Aussicht genommen, im nächsten Herbst eine Diskussionsversammlung zu veranstalten mit dem Thema «Grossleistungsübertragung über weite Distanzen». Ferner soll im Laufe des Herbstes wieder eine Hochfrequenztagung stattfinden.

### Kommission des SEV für Gebäudeblitzschutz.

In ihrer 25. Sitzung am 1. Juli 1941 beschäftigte sich die Kommission des SEV mit dem kriegsbedingten Ersatz von Kupfer im Blitzableiterbau. Es wurden Leitsätze aufgestellt, die von der Sektion für Metalle des Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amtes als für die Kriegsdauer verbindlich erklärt wurden (siehe Seite 334). Sie besprach ferner verschiedene Fragen des praktischen Blitzschutzes und der vom SEV in ihrem Auftrage geführten statistischen Untersuchungen.

### Fachkollegium 20 des CES: Hochspannungskabel.

Das Fachkollegium 20 hielt am 24. Juni 1941 in Zürich seine 7. Sitzung ab. Als Nachfolger des am 31. August 1940 verstorbenen Herrn P. E. Schneeberger wurde Herr R. Wild, Cossonay, zum Vorsitzenden gewählt. Der Entwurf der Leitsätze für Hochspannungskabel, siehe Bull. SEV 1940, Nr. 20, wurde bereinigt. Der Begriff «Arbeitsspannung» wurde dabei ausgemerzt. Der neue Entwurf kann nun an das CES und von dort zur Inkraftsetzung an den Vorstand des SEV weitergeleitet werden. Es wurde ferner ein Fragebogen für eine schweizerische Kabelfehlerstatistik aufgestellt. Nähere Mitteilungen hierüber folgen. Die Frage des Ersatzes in der Hochspannungskabeltechnik und der Erwärmungsversuche an verlegten Hochspannungskabeln wurde für die nächste Sitzung zurückgestellt.

### Fachkollegium 28 des CES: Koordination der Isolationen.

Der Arbeitsausschuss hat entsprechend den vom FK 28 aufgestellten Richtlinien in 3 Sitzungen die zu behandelnde Materie gründlich diskutiert. Einige Punkte müssen nun noch eingehender studiert werden; erwähnt seien z. B. die Höhe der im Betrieb vorkommenden Ueberspannungen nicht atmosphärischer Art, die Stossfestigkeit ausgeführter Freileitungen in Abhängigkeit von der Betriebsspannung, die Entwicklung einer möglichst polaritätsunabhängigen Funkenstrecke, die Isolationsfestigkeit von offenen Unterbrechungsstellen in Leistungsschaltern und Trennern, die Anforderungen an Erdungen, die Nahzonenerdseile von Freileitungen, der Grobschutz beim Stationseingang, der Uebergang von Freileitungen auf Kabel, und dann vor allem die Anwendung der vom Arbeitsausschuss aufgestellten allgemeinen Richtlinien auf die verschiedenen Arten des Hochspannungsmaterials. Die Mitglieder des Arbeitsausschusses haben diese Detailarbeit unter sich verteilt und werden sie bis Ende September durchführen. Soweit nötig werden auch noch Rundfragen bei den schweizerischen Elektrizitätswerken vorgenommen. Ferner werden demnächst den Laboratorien, die ihre Mitarbeit grundsätzlich zugesagt haben, die Angaben über «normale» Stabfunkenstrecken zugestellt mit dem Ersuchen, solche Funkenstrecken, die als Element der Koordination vorgesehen sind, anzufertigen und daran gewisse Messungen durchzuführen. Der Arbeitsausschuss beabsichtigt, im Oktober wieder zusammenzutreten, um die Resultate die-

ser Detailuntersuchungen zu verarbeiten und hierauf dem Gesamtkomitee vorzulegen.

Der Arbeitsausschuss nimmt in Aussicht, eine Subkommission für die Koordination der Freileitungen einzusetzen.

### Vorort

#### des Schweiz. Handels- und Industrievereins.

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

Verrechnungsabkommen mit Deutschland. Verlängerung bis 19. Juli 1941.

Volksabstimmung über die neuen Wirtschaftsartikel der Bundesverfassung.

Wiederbesetzung des Konsulates in Saigon.

### Windkraftanlagen.

Wir verweisen auf die Mitteilung im Bulletin SEV 1941, Nr. 6, S. 120, wonach Windkraftanlagen mit Kleinspannung in Verbindung mit Akkumulatorenbatterien gleich wie die übrigen Hausinstallationen nach den Hausinstallationsvorschriften des SEV zu erstellen sind. Mit Rücksicht auf Materialeinsparung hat die Hausinstallationskommission in ihrer Sitzung vom 18. Juni 1941 bei solchen Anlagen nachfolgende Ausnahmen zu Vorschriftenbestimmungen gutgeheissen.

#### 1. Hausanschlüsse.

Die zwei Drähte zwischen Hausanschluss und Hauptsicherung dürfen in ein gemeinsames Rohr eingezogen werden (Ausnahme von § 147 HV). Wird jedoch dieses in Rohr verlegte Leitungsstück mehr als 3 m lang und wird es in seinem Verlauf auf Holz montiert, so ist die Leitung in der Nähe des Hausanschlusses (Abspannisolatoren, Dachständer) durch eine Sicherung zu schützen.

Bei Dachständereinführungen darf an Stelle von Starkgummischlauchleiter (GSV) auch Gummischlauchleiter (GS) verwendet werden (Ausnahme von § 150 HV).

#### 2. Sicherungen.

Die Hauptsicherung darf bei Anlagen, bei denen ein Pol betriebsmässig an Erde liegt, gleich wie die Gruppensicherungen, einpolig sein (Ausnahme von § 58 HV).

#### 3. Verschiedenes.

Die Kontrolle einer Anzahl im Laufe dieses Jahres erstellter Anlagen hat ergeben, dass die Vorschriften in verschiedenen Punkten nicht eingehalten worden sind. Es wird daher nochmals besonders auf die Einhaltung nachfolgender Bestimmungen der Hausinstallationsvorschriften aufmerksam gemacht:

a) Holzwerk unter Schalt- und Sicherungstafeln ist mit einer unverbrennbaren und fugelosen Platte zu verkleiden, welche die Schalttafel oben um mindestens 10 cm, auf beiden Seiten und unten um mindestens 5 cm überragt. Die Rohre der ankommenden und abgehenden Leitungen sind auf die Verkleidung hinaufzuführen (§ 31 HV).

b) Die Leitungsquerschnitte sind entsprechend den vorgeschalteten Sicherungen zu bemessen (§ 129 HV), nämlich für Kupferleiter 16 mm<sup>2</sup> bei 50 A, 10 mm<sup>2</sup> bei 40 A, 6 mm<sup>2</sup> bei 25 A, 2,5 mm<sup>2</sup> bei 15 A und 1 mm<sup>2</sup> bei 6 A (für Aluminiumleiter siehe Bulletin SEV 1941, Nr. 14, S. 332). Handlampenschnüre von 1 mm<sup>2</sup> Querschnitt sind nur zulässig im Anschluss an Steckdosen mit vorgeschalteten oder eingebauten Sicherungen von höchstens 6 A.

c) Die Rohre für sichtbare oder unsichtbare Verlegung sind nach der Tabelle von § 166 HV zu bemessen.

d) Das Drahtmaterial muss den SEV-Normalien für isolierte Leiter entsprechen; es darf kein Signal- oder Sonneriedraht verwendet werden (§ 6 HV).

e) In Ställen sind ausser Bleikabeln nur korrosionsfeste Gummiadernschnüre (GDe) auf Doppelbriden oder korrosionsfeste Gummischlauchdrähte (GS<sub>c</sub>, GS<sub>Vc</sub>) auf Porzellanlocken oder Porzellanrollen zulässig (§ 247 HV).

f) Schalter, Sicherungen und Abzweigdosen sind möglichst



ausserhalb der Ställe anzubringen (§ 250 HV), offene Verbindungsklemmen sind in Ställen nicht zulässig. Durchführungen sind nach § 207 HV zu erstellen.

g) In Heu- und Strohbüden dürfen nur die zu den dort befindlichen Lampen führenden Leitungen angebracht werden; das Durchführen von Leitungen durch Heu- und Strohbüden nach andern Räumen ist nicht zulässig (§ 253 HV). Da Scheunen als feuergefährliche Räume zu betrachten sind, müssen die Glühlampen in Schutzgläser eingeschlossen werden (§ 237 HV).

h) Im Raum, in welchem sich die Batterie befindet, müssen die Glühlampen in Schutzgläser eingeschlossen sein. Das Betreten dieser Räume mit offenen Flammen und das Rauchen in denselben sind durch eine angeschlagene Verbotstafel zu untersagen (§ 123 HV). Anlage- und Gebäudeteile, auf welche die Batteriesäure oder die entstehenden Gase zerstörende Wirkung ausüben, sind durch Anstrich zu schützen (§ 124 HV).

## Kriegsbedingte Änderungen von Vorschriften und Normalien des SEV.

Veröffentlichung Nr. 10.

Bisherige Veröffentlichungen: 1940, Nr. 19, S. 436; 1940, Nr. 24, S. 575; 1940, Nr. 26, S. 606; 1941, Nr. 2, S. 40; 1941, Nr. 4, S. 72; 1941, Nr. 9, S. 216; 1941, Nr. 10, S. 235; 1941, Nr. 12, S. 284; 1941, Nr. 13, S. 304.

### Hausinstallationsvorschriften.

#### Isolierte Leitungen mit Aluminiumleiter,

am 1. Juli 1941 genehmigt und in Kraft gesetzt von der Verwaltungskommission des SEV und VSE.

An Stelle von Kupferleitern sind auch Aluminiumleiter für feste Verlegung in Form von massiven Drähten, steifen Seilen und Kabeln in Hausinstallationen zulässig. Die Leiter müssen aus hartgezogenem Aluminium-Draht mit einem Reinheitsgrad von 99,3...99,5 %, einem mittleren elektrischen Widerstand von  $0,03 \frac{\text{Ohm} \times \text{mm}^2}{\text{m}}$  und einer Bruchfestigkeit von

13...17 kg/mm<sup>2</sup> bestehen. Der Mindestquerschnitt für Aluminium-Leiter beträgt 2,5 mm<sup>2</sup> (für Leitungen mit kleineren Querschnitten als 2,5 mm<sup>2</sup> sind also weiterhin Kupferleiter zu benutzen). Mit Gummi oder thermoplastischen Massen isolierte Aluminiumleiter können in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen ohne besondere Vorkehrungen, gleich wie Kupferleiter verwendet werden. Gummiisolierte Aluminiumleiter nach Bauart GS, GSc, GSV und GSVc sowie Gummi- und Papierbleikabel mit Aluminiumleitern sind in feuchten, nassen und durchtränkten Räumen nur zulässig, wenn die Anschlussobjekte und weiterer Zubehör, wie Verbindungsdosen usw., derart beschaffen sind, dass die Klemmstellen und Leiter gegen Korrosion wirksam geschützt sind. Rohrleiter (GMn) sind bei Verlegung Auf- und Unterputz nur in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen zulässig.

*Erläuterung:* Beim Abmanteln der Leiter ist ganz besonders darauf zu achten, dass keine Einschnitte oder Kerbungen an der Aluminiumseele entstehen und zu starke Beanspruchung des Leiters durch das Abziehen der Isolation vermieden wird. Zur Entfernung der als Isolation wirkenden Aluminiumoxydschicht sollen die Adern vor Einführung in die Klemme geschabt werden. Bei Installationen in feuchten und nassen Räumen empfiehlt sich ein sofortiges Fetten mit neutraler Vasoline als Schutzmassnahme gegen das Oxydieren unter der Einwirkung von Feuchtigkeit. Drahtösen sind zu vermeiden, andernfalls soll bei Kopfkontaktschrauben ein kräftiger Federring oder eine Unterlagsscheibe verwendet werden. Zahlreiche der heute angewendeten Klemmen eignen sich auch ohne besondere federnde Beilagen, wie Federscheiben, Stahlfederbügel u. dgl. für den Anschluss von massiven Aluminiumleitern. Besonders günstig sind solche Klemmen, die zufolge ihrer Bauart eine gewisse Eigenfederung aufweisen.

Durchtränkte Räume, wie Ställe u. dgl. sollen, solange Bleikabel mit Kupferleitern noch erhältlich sind, mit solchen installiert werden, oder es sollen, wenn immer möglich, mindestens für die Zuleitungen zu den Verbrauchern im Innern solcher Räume Kupferleiter verwendet werden, während Verteil- und Zuleitungen ausserhalb dieser Räume aus Aluminium-Leitern bestehen können. Wo in nassen

Räumen auf Stahlpanzerrohr-Montage übergegangen werden muss, sind besonders die in § 217 HV aufgeführten Bestimmungen über die Rohrverlegung zu beachten. Für dauernd nasse Räume sind ausgiessbare Armaturen, Verbindungsdosen usw. zu bevorzugen. Installationsgeräte aus Preßstoff sollen möglichst dickwandig sein und aus Material bestehen, das gegen Feuchtigkeit besonders widerstandsfähig ist; Stopfbüchsenabdichtungen ist grösste Aufmerksamkeit zu schenken. Es sollen möglichst wasser- und gasdichte Installationsgeräte verwendet werden.

Da über Installationen mit Aluminium-Leitern noch wenig Erfahrungen vorliegen, wird empfohlen, solche Installationen in gewissen Zeitabständen zu kontrollieren und hauptsächlich nachzusehen, ob die Klemmschrauben sich gelockert haben und erneut angezogen werden müssen.

Die Leitertabelle in § 129 HV wird wie folgt erweitert.

Belastungstabelle für Al-Leitungen für feste Verlegung.

Leiterquerschnitt mm <sup>2</sup>	Nennstromstärke der Schmelzeinsätze od. Einstellstromstärke d. Ueberstromschalter	
	Mittelstufige Reihe A	Feinstufige Reihe A
2,5	6	6
	10	8
		10
4	15	12
		15
6		20
10	25	25
16	40	30
		40
25	60	50
		60
35		80
50	100	100
70		125
95	150	150
120		200
150		(225) <sup>1</sup>
185	250	250
240		300
300		(350) <sup>1</sup>
400		(430) <sup>1</sup>
500	500	500

<sup>1)</sup> Vom SEV nicht genormte Werte.

### Leiternormalien.

#### Leitfähigkeit von Kupferleitern.

Nach § 2 der Leiternormalien darf der wirksame Querschnitt der Seele von Kupferleitern höchstens 5 % kleiner sein als der Nennquerschnitt des zu prüfenden Leiters. Für seine Berechnung ist eine bestimmte Leitfähigkeit  $k$  ( $\frac{\text{m}}{\text{Ohm mm}^2}$ ) bei 20° C zugrunde gelegt.

Zur Zeit kann für isolierte Leiter nicht ausschliesslich Elektrolytkupfer verwendet werden, sondern es muss auch Altkupfer verarbeitet werden, dessen Leitfähigkeit von der Reinheit des Kupfers abhängig ist, und zwar kann die Leitfähigkeit von solchem Kupfer zwischen den Werten 30 und 55 ( $\frac{\text{m}}{\text{Ohm mm}^2}$ ) schwanken, im Mittel also 25 % kleiner sein.

Dies bedingt, dass eine grössere Abweichung des wirklichen Querschnittes vom Nennquerschnitt zugelassen werden muss. Der erste Satz von § 2<sup>c</sup> der Leiternormalien (Publ. Nr. 147) wird vorübergehend wie folgt geändert:

«c) der wirksame Querschnitt der Seele darf höchstens 25 % kleiner als ihre Nennquerschnittbezeichnung (§ 8c) sein.»

## Genormte Werte der Spannungen, Frequenzen und Ströme für elektrische Anlagen. Regeln des SEV.

Das Schweizerische Elektrotechnische Komitee (CES) veröffentlichte im Bulletin SEV 1941, Nr. 6, S. 122, zum zweitenmal einen Entwurf: «Genormte Werte der Spannungen, Frequenzen und Ströme für elektrische Anlagen, Regeln des SEV». Zu dieser Veröffentlichung gingen einige Einsprachen ein, die vom FK 8 unter Mitwirkung der Mitglieder des SEV, die Einsprachen erhoben hatten, am 6. Juni 1941 behandelt wurden. Aus der Diskussion folgten einige geringfügige Aenderungen des im Bulletin SEV Nr. 6 veröffentlichten Entwurfes, die dem CES vorgelegt wurden. Dieses beantragte dem Vorstand des SEV, den in Nr. 6 veröffentlichten Entwurf mit den erwähnten Aenderungen in Kraft zu setzen.

Der Vorstand des SEV setzte den Entwurf am 10. Juli 1941 auf Grund des Beschlusses der 55. Generalversammlung des SEV vom 26. Oktober 1940 in Luzern (siehe Bull. SEV 1940, Nr. 26, S. 612) mit sofortiger Wirkung in Kraft.

Die in Kraft gesetzten Regeln lauten nun:<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Der vollständige Text ist in Form des üblichen Sonderdruckes im Format des Vorschriftenbuches beim Generalsekretariat des SEV und VSE erhältlich.

## Genormte Werte der Spannungen, Frequenzen und Ströme für elektrische Anlagen. Regeln des SEV.

Ziff. 1 bis 5: unverändert<sup>2)</sup>.

6. Niederspannungen sind Spannungen über 50 bis und mit 1000 V.

Ziff. 7 und 8: unverändert.

9. Die Spannung zwischen den Polleitern eines Drehstromsystems heisst **verkettete Spannung**, oder auch kurz **Spannung des Systems**, die Spannung zwischen Polleitern und Sternpunkt **Sternspannung**.

Ziff. 10 bis 14: unverändert.

15. Der Begriff **Verbraucher** umfasst das Material eines Stromkreises, das diesem elektrische Energie entnimmt. Die Primärwicklungen von Transformatoren und Magnetspulen aller Art sind demnach als Verbraucher zu betrachten.

16. Der **Betriebswert** einer Grösse ist ihr im Betrieb auftretender, durch Messung feststellbarer Wert.

Ziff. 17 bis 26: unverändert.

In Ziff. 27 wurden in der Kolonne der maximal zulässigen Betriebsspannungen die Werte

(6,9) auf (7)

(17,3) auf (17,5) und

51,8 auf 52

geändert.

Ziff. 28 und 29: unverändert.

In Ziff. 30 wurde als Gleichstrom-Spannung (für Fahrleitungsanlagen) der Wert 600 V angefügt mit der Bemerkung, dass diese Nennspannung für besondere Fälle gilt, wenn die ändern genormten Werte erhebliche Nachteile hätten.

Ziff. 31 bis 34: unverändert.

<sup>2)</sup> «unverändert» heisst: es gilt der im Bull. SEV 1941, Nr. 6, S. 122, veröffentlichte Text.

## Entwurf zu einer Verfügung des eidgenössischen Post- und Eisenbahndepartementes für die Begrenzung der Störfähigkeit elektrischer Apparate kleiner Leistung.

Die Radiostörschutzkommission des SEV und VSE hat den im Bulletin 1940, Nr. 5, S. 132, veröffentlichten Entwurf «Leitsätze für die Begrenzung der Störfähigkeit elektrischer Apparate kleiner Leistung» auf Grund der eingereichten Bemerkungen und nach einer Aussprache der Subkommission I (Apparate) mit den Vertretern des Fachkollegiums 2 des CES, elektrische Maschinen, den Fabrikanten, welche das Recht zur Führung des Radioschutzzeichens besitzen, und der Pro Radio in neuer Fassung als Entwurf zu einer «Verfügung des eidgenössischen Post- und Eisenbahndepartementes für die Begrenzung der Störfähigkeit elektrischer Apparate kleiner Leistung» genehmigt.

Bevor dieser Entwurf der Verwaltungskommission des SEV und VSE unterbreitet und hierauf an das eidgenössische Post- und Eisenbahndepartement zur Genehmigung und Inkraftsetzung weitergeleitet wird, veröffentlichen wir ihn im folgenden, und ersuchen die Mitglieder des SEV, ihre allfälligen Bemerkungen dazu dem Generalsekretariat des SEV und VSE, Seefeldstrasse 301, Zürich 3, schriftlich im Doppel bis spätestens 20. August 1941 einzureichen.

### Entwurf.

## Verfügung des eidgenössischen Post- und Eisenbahndepartementes für die Begrenzung der Störfähigkeit elektrischer Apparate kleiner Leistung.

### Einleitung.

Die eidgenössische Verfügung vom 29. Januar 1935 für den Schutz der Radioempfangsanlagen gegen radioelektrische Störungen verlangt, falls Störungen behoben werden müssen, deren Beseitigung oder Verminderung durch ausreichende Durchführung in der Verfügung beschriebener sachgemässer Entstörungsmassnahmen. Dabei sind diejenigen Lösungen vorzuziehen, die mit einem Minimum an Kosten möglichst viele Empfangsanlagen entstören.

Die Praxis hat gezeigt, dass die Unterdrückung der Störungen an der Störquelle selbst zwar an sich diese Forderung gut zu erfüllen vermag, jedoch der Bedingung eines minimalen Kostenaufwandes nur entspricht, wenn der Maximalwert der an den Apparatklemmen zulässigen restlichen Störspannung nicht zu tief vorgeschrieben wird. Sollen nämlich solche Störspannungen an der Störquelle über eine gewisse Grenze hinaus vermindert werden, so entspricht die erzielte entstörende Wirkung dem nötigen Kostenaufwand nicht mehr.

Dieser wirtschaftlich optimale Grenzwert beträgt rund 1 mV.

Andererseits hat die Erfahrung ergeben, dass die elektrischen Apparate kleiner Leistung, bei welchen die Störspan-

nung an den Klemmen etwa 1 mV nicht überschreitet, im allgemeinen keine unzulässigen Störungen im Sinne von Art. 7 der eidgenössischen Verfügung vom 29. Januar 1935 in Radioempfangsanlagen hervorrufen, sofern die Radioempfangsanlagen eine sachgemässe Antenne aufweisen.

Durch die Vorschrift, die Störspannung an den Klemmen der störfähigen elektrischen Apparate kleiner Leistung auf 1 mV zu begrenzen, wird somit in den meisten Fällen die von der erwähnten Verfügung geforderte Beseitigung oder Verminderung der Störungen des Radioempfangs erzielt.

In gewissen ungünstigen Fällen können jedoch Radioempfangsanlagen noch durch Apparate, welche der vorliegenden Verfügung entsprechen, gestört werden. Gemäss der eidgenössischen Verfügung vom 29. Januar 1935 ist dann die Empfindlichkeit der Radioempfangsanlagen gegen Radiostörungen herabzusetzen, indem die Massnahmen angewendet werden, die im Kapitel II der Verfügung beschrieben sind.

**Art. 1.**

Diese Verfügung bestimmt in Ergänzung der Verfügung des eidgenössischen Post- und Eisenbahndepartementes vom 29. Januar 1935 für den Schutz der Radioempfangsanlagen gegen radioelektrische Störungen und unter Berücksichtigung des seit 1935 eingetretenen technischen Fortschrittes für eine Gruppe störfähiger elektrischer Apparate die Anforderungen an die Wirksamkeit des Stör schutzes.

**Art. 2.**

Diese Verfügung gilt für:

- a) elektrische Haushaltungsapparate;
- b) elektrische Apparate für Gewerbe und Industrie sowie für Gemeinschafts- und Einzelanlagen von Liegenschaften aller Art, deren Leistung 1 kWh oder 1 kVA nicht überschreitet, einschliesslich die rotierenden elektrischen Maschinen;
- c) Schwachstromapparate;
- d) Radiosende- und Radioempfangsapparate.

Die elektromedizinischen Hochfrequenzapparate sind von dieser Verfügung ausgenommen.

**Art. 3.**

Die Wirksamkeit des Stör schutzes wird durch die restlichen Störspannungen gemessen, welche an den Klemmen des störfähigen Apparates auftreten.

Die Bestimmung dieser Störspannungen erfolgt gemäss den Empfehlungen des Comité International Spécial des Perturbations Radiophoniques (CISPR) mit dem Standard-Störmessplatz Typ CISPR.

Für die Schweiz sind die Standard-Messplätze der Generaldirektion der Post-, Telegraphen- und Telephonverwaltung (PTT) und des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) massgebend. Messungen, die mit den beiden Messplätzen am gleichen Objekt ausgeführt werden, können voneinander um 2 db abweichen.

**Art. 4.**

Im Sinne der eidgenössischen Verfügung vom 29. Januar 1935 gilt ein Apparat für radiostörfrei, wenn seine symmetrischen und unsymmetrischen Störspannungen, gemessen nach Art. 3, im Frequenzbereich 150 kHz bis 1500 kHz den Wert 1 Millivolt mit einer Messunsicherheit von  $\pm 1$  db nicht überschreiten. Dieser Grenzwert gilt auch als Grundlage für das «Reglement zur Erteilung des Rechts zur Führung des Radioschutzzeichens des SEV».

Bei Schwachstromapparaten, die an erdsymmetrischen elektrischen Netzen angeschlossen sind, darf die symmetrische Komponente der Störspannung grösser sein als 1 Millivolt. Die zulässige höhere Störspannungsgrenze wird in jedem Einzelfall durch die Generaldirektion der PTT im Einvernehmen mit der Kommission des SEV und VSE für das Studium der Störungen von Radioempfangsanlagen durch Stark- und Schwachstrom festgesetzt.

**Art. 5.**

Die Grenze von 1 Millivolt gilt sowohl für Apparate, die während der Fabrikation entstört werden als auch für solche, die nach dem Verlassen der Fabrik entstört werden.

**Art. 6.**

Die Verfügung tritt am \_\_\_\_\_ in Kraft.

**Leitsätze für den kriegsbedingten Ersatz von Kupfer im Blitzableiterbau.\*)**

Aufgestellt von der Kommission des SEV für Gebäudeblitzschutz.

Diese Leitsätze werden mit sofortiger Wirkung für die Dauer des Krieges von der Sektion für Metalle des Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amtes für die ganze Schweiz als verbindlich erklärt.

**1. Einleitung.**

Mit Rücksicht auf die herrschende grosse Materialknappheit musste durch die Verordnung Nr. 1 M des Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amtes, vom 14. Mai 1941, die Verwendung von Kupfer für verschiedene Zwecke verboten werden<sup>1)</sup>. Unter den gesperrten Anwendungsgebieten des Kupfers fällt auch der Blitzableiterbau. Dieses Material muss also durch andere ersetzt werden. Hierfür eignen sich für oberirdische Anlagen sowohl Aluminium als auch verzinktes oder verbleites Eisen. Im Boden dagegen darf nur verzinktes oder verbleites Eisen verwendet werden.

**2. Material und Mindestdimensionen.**

**A. Aluminium**

(nur für oberirdische Anlagen).

Material	Gewöhnliche Gebäude	Türme und Hochkamine
a) Draht: Durchmesser	mm 9	11
b) Band: Querschnitt	mm <sup>2</sup> 75	100
Dicke	mm 3	4
c) Seil: Querschnitt	mm <sup>2</sup> 70	95
Einzeldrahtstärke	mm 2,2	2,5

<sup>1)</sup> Bulletin SEV 1941, Nr. 11, S. 251.

\* Diese Leitsätze sind in Form des üblichen Sonderdruckes im Format des Vorschriftenbuches beim Generalsekretariat des SEV und VSE erhältlich.

Die Armaturen, nämlich Leitungsträger, Mauerhaken, Verbindungsklemmen usw., müssen aus dem gleichen Metall oder aber aus verzinktem Eisen sein. Jede Berührung mit Kupfer ist zu vermeiden, denn sobald Feuchtigkeit zur Berührungsstelle hinzukommt, wird das Aluminium durch elektrolytische Korrosion zerstört. Geeignete Klemmen und Verbindungsvorrichtungen sind im Handel erhältlich.

**B. Verzinktes oder verbleites Eisen oder Stahl.**

Material	Gewöhnliche Gebäude	Türme und Hochkamine
<b>1. Oberirdische Leitungen.</b>		
a) Draht: Durchmesser	mm 6	9
b) Band: Querschnitt	mm <sup>2</sup> 40	75
Dicke	mm 2	3
c) Seil: Querschnitt	mm <sup>2</sup> 35	80
Einzeldrahtstärke	mm 3	3
<b>2. Unterirdische Verbindungen.</b>		
a) Draht: Durchmesser	mm 6	9
b) Band: Querschnitt	mm <sup>2</sup> 45	75
Dicke	mm 3	3
<b>3. Elektroden.</b>		
a) Draht: Durchmesser	mm 6	9
b) Band: Querschnitt	mm <sup>2</sup> 45	75
Dicke	mm 3	3
c) Platten: Länge	mm 1000	1000
Breite	mm 500	500
Dicke	mm 2	3
d) Rohre: Länge	m 2,5	2,5
Durchmesser	Zoll 1	2

Rohrelektroden (Gasrohre) sind senkrecht in den Boden so tief einzutreiben, dass das obere Rohrende mindestens 50 cm unterhalb der Erdoberfläche zu liegen kommt. Wo zur Herabsetzung des Erdungswiderstandes mehrere Rohre nötig sind, sollen sie mindestens 5 m Abstand voneinander aufweisen.

### 3. Weitere Sparmassnahmen.

A. Die in den Tabellen angegebenen Dimensionen sind die kleinsten, die heute auf Grund der wissenschaftlichen Forschung noch verantwortet werden können. Es ist also nicht zulässig, diese zu unterschreiten. Dies bedingt insbesondere beim verzinkten oder verbleiten Eisen eine vermehrte und sorgfältigere Kontrolle, hauptsächlich der im Boden verlegten Teile. Es ist nicht ausgeschlossen, dass in stark saurem Boden die Elektroden in einigen Jahren ausgetauscht werden müssen.

B. Um weiter Material einzusparen, sind alle Metallteile am Gebäude als Bestandteile des Blitzableiters heranzuziehen. Künstliche Leitungen dürfen nur dort verlegt werden, wo solche Metallteile fehlen. Insbesondere sind alle Regenabfallrohre als Ableitungen zu verwenden und dementsprechend sorgfältig instandzustellen. Wo metallene, elektrisch nicht unterbrochene Wasserleitungen vorhanden sind, sollen sie unbedingt als Erdungen verwendet werden. Künstliche Erdungen (Elektroden) sind nur dort zulässig, wo Wasserleitungen gänzlich fehlen oder nur mit unverhältnismässig hohen Kosten erreichbar sind. (Siehe die *Leitsätze des SEV für Gebäudeblitzschutz*.)

C. Um Lötzinn einzusparen, sind womöglich Schraub- oder Klemmverbindungen vorzusehen. Geeignete Modelle von Klemmverbindungen sind im Handel erhältlich.

## Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen atmosphärische Ueberspannungen.

Die Forschungskommission für Hochspannungs-Fragen (FKH) hat einen Entwurf zu «Leitsätzen für den Schutz elektrischer Anlagen gegen atmosphärische Ueberspannungen» aufgestellt und beschlossen, diesen Entwurf dem Generalsekretariat des SEV und VSE zur Veröffentlichung im Bulletin des SEV zu übergeben.

Wir veröffentlichen im folgenden diesen Entwurf und laden unsere Mitglieder ein, bis zum 20. August 1941 Stellung zu nehmen. Die Stellungnahmen sind dem Generalsekretariat des SEV und VSE, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, im Doppel innerhalb der genannten Frist einzureichen.

### Entwurf.

## Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen atmosphärische Ueberspannungen.

### I. Einleitung.

(Folgt später.)

### II. Geltungsbereich.

Diese Leitsätze gelten einerseits für die Prüfung und Bewertung von Ueberspannungsableitern, von Schutzkapazitäten in Form von Kondensatoren oder Kabeln, von Röhren-Ableitern und von Grobschutz-Funkenstrecken; andererseits sollen sie den Betriebsleuten Anhaltspunkte geben für die richtige Wahl und für den Einbau solcher Schutzeinrichtungen in elektrische Anlagen sowie für die Verwendung von Erdseilen für den Nahzonenschutz.

### III. Begriffsbestimmungen für Stoßspannungen und Stoßströme.

#### a) Für Stoßspannungen <sup>1)</sup>.

1. Die **Stoßspannung** ist eine Spannung einheitlicher Polarität, die ohne wesentliche Schwingungen rasch zu einem Höchstwert ansteigt und hernach auf Null absinkt. Ihr Höchstwert, Scheitelwert genannt, dient als Mass für die Stoßspannung. Geringe Schwingungen, deren Amplitude innerhalb 5% des Scheitelwertes bleibt, sind zulässig. In diesem Falle wird für Messzwecke die mittlere Kurve der Spannung-Zeit-Charakteristik zugrunde gelegt (Fig. 1).

<sup>1)</sup> Die Begriffe 1 bis 13 sind aus den «Regeln für Spannungsprüfungen» des SEV wörtlich übernommen worden (noch nicht veröffentlicht).

Führt eine Stoßspannung weder zu Ueberschlag noch zu Durchschlag, so spricht man von einer **vollständigen Stoßspannung**; tritt ein Ueberschlag oder ein Durchschlag mit plötzlichem Zusammenbrechen der Spannung auf, so spricht man von einer **abgeschnittenen Stoßspannung**.

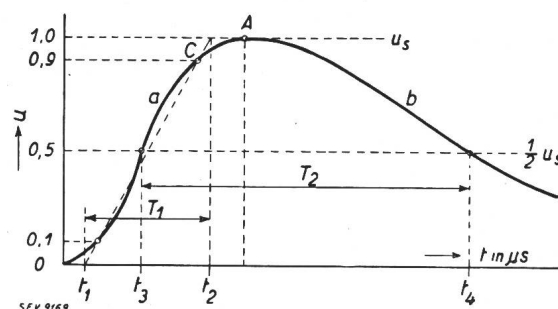


Fig. 1.

Die charakteristischen Grössen der Stoßspannung.  $T_1$  Frontdauer.  $T_2$  Halbwertdauer.  $u_s$  Scheitelwert.

Die vollständige Stoßspannung ist gekennzeichnet durch zwei Zeitabschnitte  $T_1/T_2$  gemäss Ziff. 3 und 6. Bei Prüfungen mit abgeschnittenen Stoßspannungen bezieht sich die Bezeichnung  $T_1/T_2$  auf vollständige Stoßspannungen mit der gleichen Spannung-Zeit-Charakteristik, die die abgeschnittene Stoßspannung bis zum Zusammenbrechen der Spannung aufweist.

2. Die **Front** ist der ansteigende Teil der Spannung-Zeit-Charakteristik der Stoßspannung.

3. Die **totale Frontdauer** ist die Zeit, die eine Stoßspannung benötigt, um von Null auf den Scheitelwert anzusteigen. Ohne besondern Hinweis wird als **Frontdauer** die Zeitdauer  $T_1 (= t_2 - t_1)$  des Anstieges der Spannung von Null bis  $u_s$ , auf der Verbindungsgeraden der Kurvenpunkte  $0,1 u_s$  und  $0,9 u_s$  bezeichnet.

4. Die **Frontsteilheit** ( $u_s/T_1$ ) ist die Neigung der Verbindungsgeraden der Kurvenpunkte  $0,1 u_s$  und  $0,9 u_s$  der Spannung-Zeit-Charakteristik gegen die Zeitaxe. Sie wird ausgedrückt in  $kV/\mu s$ .

5. Der **Rücken** ist der abfallende Teil der Spannung-Zeit-Charakteristik der Stoßspannung.

6. Die **Halbwertdauer**  $T_2 (= t_4 - t_3)$  ist die Zeit in  $\mu s$ , während der der Momentanwert der Stoßspannung gleich oder grösser als der halbe Wert der Scheitelspannung ist.

7. Die **Ueberschlag-Stoßspannung** ist der grösste, vor dem Ueberschlag erreichte Wert der Spannung. Für den Ueberschlag in der Front der Stoßspannung gilt der Momentanwert der Spannung im Augenblick des Ueberschlags, für den Ueberschlag im Rücken der Scheitelwert. Die Ueberschlag-Stoßspannung hängt ab von der Polarität, dem Schei-



telwert, der Frontdauer und der Halbwertdauer der Stoss-  
spannung (Fig. 2).

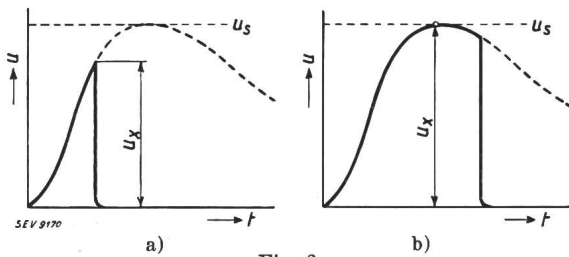


Fig. 2.

**Stossüberschlag.**

- a) Ueberschlag in der Front des Stosses.
- b) Ueberschlag im Rücken des Stosses.
- $u_x$  massgebender Wert der Ueberschlag-Stoßspannung.

8. Die 50 %-Ueberschlag-Stoßspannung (früher Minimal-Ueberschlagsspannung genannt) eines Prüfobjektes ist der Scheitelwert jener Stoßspannung, deren Anwendung ungefähr für die Hälfte der Fälle zum Ueberschlag des Prüfobjektes führt. Der Ueberschlag erfolgt hierbei im Rücken der Stoßspannung. Die 50 %-Ueberschlag-Stoßspannung hängt ab von der Polarität und der Halbwertdauer der Stoßspannung.

9. Die Durchschlag-Stoßspannung ist der grösste vor dem Durchschlag erreichte Wert der Spannung. Für den Durchschlag in der Front der Stoßspannung gilt der Momentanwert der Spannung im Augenblick des Durchschlags, für den Durchschlag im Rücken der Scheitelwert. Die Durchschlag-Stoßspannung hängt ab von der Polarität, dem Scheitelwert, der Frontdauer und der Halbwertdauer der Stoßspannung.

10. Der Stossfaktor für Ueberschlag ist das Verhältnis zwischen der Ueberschlag-Stoßspannung und dem Scheitelwert der Ueberschlagsspannung bei Industriefrequenz. (Für eine gegebene Stoßspannung ist der kleinste Stossfaktor durch die 50 %-Ueberschlag-Stoßspannung gegeben.) Der Stossfaktor hängt ab von der Polarität, dem Scheitelwert, der Frontdauer und der Halbwertdauer der Stoßspannung.

11. Der Stossfaktor für Durchschlag ist das Verhältnis zwischen der Durchschlag-Stoßspannung und dem Scheitelwert der Durchschlagsspannung bei Industriefrequenz. Der Stossfaktor hängt ab von der Polarität, dem Scheitelwert, der Frontdauer und der Halbwertdauer der Stoßspannung.

12. Die Zeit bis zum Ueberschlag ist die Zeit, während der die Spannung am Prüfobjekt lag bis zum Zusammenbruch durch Ueberschlag. Ohne besondere Hinweise wird diese Zeit vom Fusspunkt  $t_1$  der in Ziff. 3 definierten Geraden aus gerechnet.

13. Die Zeit bis zum Durchschlag ist die Zeit, während der die Spannung am Prüfobjekt lag bis zum Zusammenbruch durch Durchschlag. Ohne besondere Hinweise wird diese Zeit vom Fusspunkt  $t_1$  der in Ziff. 3 definierten Geraden aus gerechnet.

14. Die normale Stoßspannung ist eine Stoßspannung mit  $1 \mu s$  Frontdauer ( $T_1$ ) und  $50 \mu s$  Halbwertdauer ( $T_2$ ) (Bezeichnung: Stoßspannung  $1/50$ ).

15. Die Ueberschlagcharakteristik eines Prüfobjektes ist die Kurve, in der für verschieden hohe Stoßspannungen gleicher Polarität, gleicher Frontdauer und gleicher Halbwertdauer als Abszisse die Zeit bis zum Ueberschlag nach Ziff. 12 und als Ordinate die zugehörige Ueberschlag-Stoßspannung nach Ziff. 7 aufgetragen sind.

16. Die Durchschlagcharakteristik eines Prüfobjektes ist die Kurve, in der für verschieden hohe Stoßspannungen gleicher Polarität, gleicher Frontdauer und gleicher Halbwertdauer als Abszisse die Zeit bis zum Durchschlag nach Ziff. 13 und als Ordinate die zugehörige Durchschlag-Stoßspannung nach Ziff. 9 aufgetragen sind.

**b) Für Stoßströme.**

17. Der Stoßstrom ist im Sinn des Begriffs «Stoßspannung» (Ziff. 1) ein kurz dauernder Strom einheitlicher Polarität. Für Front, Frontdauer, Frontteilheit, Rücken und Halbwertdauer gelten sinnemäss die gleichen Begriffe wie für die Stoßspannung (Ziff. 2 bis 6).

18. Der normale Stoßstrom ist ein Stoßstrom mit  $1 \mu s$  Frontdauer und  $25...30 \mu s$  Halbwertdauer.

**IV. Bestimmungen für Ueberspannungsableiter und deren Ansprechregistrierapparate.**

**1. Begriffsbestimmungen.**

1. Der Ableiter <sup>2)</sup> ist eine Schutzeinrichtung, die erlaubt, gefährliche Spannungen atmosphärischen Ursprungs zwischen Leitern und Erde dadurch zu verhindern, dass sie den diese Spannungen erzeugenden Ladungen einen Ausgleich über eine dauernde oder vorübergehende leitende Verbindung ermöglicht. Diese Schutzeinrichtung soll so beschaffen sein, dass sie jeden möglichen nachfolgenden Netzstrom (Ziff. IV 1. 4) entweder ohne Schaden dauernd aushält oder in einer solchen Zeit unterbricht, dass ihre Eigenschaften keine wesentlichen bleibenden Veränderungen erfahren.

2. Die Nennspannung ( $U_n$ ) ist die Spannung, nach der der Ableiter bemessen und benannt ist.

3. Die Löschkprüfspannung ( $U_1$ ) ist die Spannung (der Effektivwert der Wechsellspannung oder die Gleichspannung), die bei der Prüfung auf Löschfähigkeit (Ziff. IV 8) an die Klemmen des Ableiters angelegt wird und bei der der Ableiter den nachfolgenden Netzstrom (Ziff. IV 1. 4) im Sinne von Ziff. IV 1. 1, entweder auf solche Werte begrenzt, dass der Ableiter diesen Strom dauernd aushält oder ihn in einer solchen Zeit unterbricht, dass die Eigenschaften des Ableiters keine nachteiligen und bleibenden Veränderungen erfahren.

4. Der nachfolgende Netzstrom ( $i_n$ ) ist der nach Aufhören des Stoßstromes durch den Ableiter fließende, von den Speisestellen des Netzes gelieferte Gleich- oder Wechselstrom.

5. Die Ansprechspannung für Gleich- oder Wechselspannung ( $u_{a-}$  oder  $u_{a\sim}$ ) ist jene, der Stromart des Ablei-

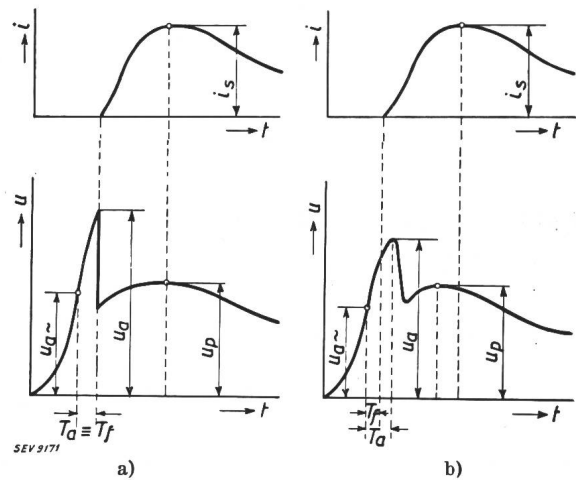


Fig. 3.

**Beispiel für Oszillogramme der Ableiterklemmenspannung.**

- a) Ableiter mit ausgeprägter Ansprechspannung u. trägheitsfreiem Widerstand.
- b) Ableiter mit ausgeprägter Ansprechspannung und trägem Widerstand.
- c) Ableiter ohne ausgeprägte Ansprechspannung.

$u_{a\sim}$  Ansprechspannung bei Wechsellspannung.

$u_a$  Ansprechspannung bei Stoßspannung.

$u_p$  Restspannung des Ableiters.

$T_a$  Ansprechverzug des Ableiters.

$T_1$  Ansprechverzug der Funkenstrecke des Ableiters.

<sup>2)</sup> Röhren-Ableiter und Grobschutz-Funkenstrecken sind in Abschnitt VIII und IX dieser Leitsätze behandelt.



ters entsprechende Gleich- oder Wechselspannung (Scheitelwert), bei der der Stromdurchgang im Ableiter einsetzt.

6. Die **Ansprechspannung für Stoss** ( $u_s$ ) ist die während des Entstehens des Stoßstromes im Ableiter auftretende, kurzzeitige Spitze der Ableiterklemmenspannung, die durch die Funkenstrecke und den Widerstand des Ableiters bedingt ist. Sie hängt ab von der Frontdauer und der Frontsteilheit der Stoßspannung und des Stoßstromes. Bei trägeheitsfreiem Widerstandsmaterial ist sie lediglich durch die Funkenstrecke des Ableiters bestimmt; bei trägem Widerstandsmaterial ist sie, besonders bei steilen Stoßströmen, in erster Linie durch den Widerstand des Ableiters bestimmt.

7. Die **50 %-Ansprechspannung** ( $u_{s,50}$ ) ist entsprechend Ziff. III 8 der Scheitelwert jener normalen Stoßspannung, deren Anwendung ungefähr für die Hälfte der Fälle zum Stromdurchgang im Ableiter führt.

8. Der **Ansprechverzög** ( $T_s$ ) ist die Zeit, die verstreicht vom Moment, wo die Stoßspannung den Wert der Ansprechspannung für Gleich- oder Wechselspannung ( $f = 15...60$  Hz) erreicht hat, bis zum Moment, wo der Wert der Ansprechspannung für Stoss erreicht ist. Der Ansprechverzög hängt ab von der Steilheit und der Halbwertdauer der Stoßspannung und des Stoßstromes.

9. Die **Restspannung** ( $u_p$ ) ist der durch den Widerstand des Ableiters bedingte Scheitelwert der Ableiterklemmenspannung beim Durchgang eines Stoßstromes durch den Ableiter. Sie hängt ab von der Frontdauer, der Frontsteilheit und der Halbwertdauer des Stoßstromes (Fig. 3).

*Erläuterung:* In Fig. 3 sind drei typische Fälle des Verlaufs der Ableiterklemmenspannung für verschiedene Ableiter und Stoßströme dargestellt. Wie Oszillogramm c) zeigt, braucht die Ableiterklemmenspannung nicht immer eine Spitze aufzuweisen. In einem solchen Falle kann von einer Ansprechspannung für Stoss nicht mehr gesprochen werden, sondern lediglich von einer Restspannung.

Überschläge an Isolatoren und Ableitern können verhindert werden, wenn der gesamte Verlauf der Ableiterklemmenspannung während des Stoßstromes in jedem Zeitpunkt unterhalb der Überschlag-Charakteristik der Isolatoren liegt. Der Ansprechspannung für Stoss kommt deshalb nur dann Bedeutung zu, wenn sie über die Überschlag-Charakteristik der zu schützenden Isolatoren emporschießt.

10. Die **Klemmenspannung-Strom-Charakteristik** ist die graphische Darstellung des Verlaufs der Ableiterklemmenspannung (als Ordinate) über dem Stoßstrom (als Abszisse) (Fig. 4).

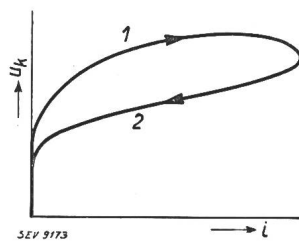


Fig. 4.  
Klemmenspannung-Strom-Charakteristik.  
1 Stossanstieg. 2 Stossrückgang.

*Erläuterung:* Diese Charakteristik kann entweder direkt mit dem Oszillographen aufgenommen oder aus den gleichzeitig über, der gleichen Zeitaxe aufgenommenen Oszillogrammen der Ableiterklemmenspannung und des durch den Ableiter fließenden Stoßstromes konstruiert werden.

11. Die **Restspannung-Strom-Charakteristik** ist die graphische Darstellung der Höhe der Restspannung (als Ordinate) für verschiedene Stoßströme (als Abszisse) gleicher Frontdauer und Halbwertdauer (Fig. 5).

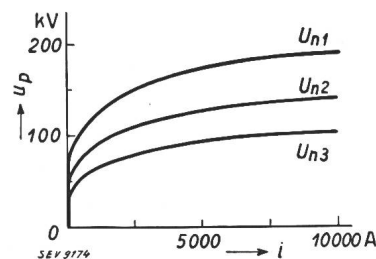


Fig. 5.  
Restspannung-Strom-Charakteristik.  
 $U_{n1} \dots U_{n3}$  Nennspannung des Ableiters.  
 $i$  Stoßstrom.  
 $u_p$  Restspannung.

*Erläuterung:* Diese Charakteristik wird aus den unter Ziff. IV 1.10 erwähnten, gleichzeitig und über der gleichen

Zeitaxe aufgenommenen Oszillogrammen der Ableiterklemmenspannung und des durch den Ableiter fließenden Stoßstromes konstruiert.

12. Das **Ableitvermögen** ist die Fähigkeit des Ableiters, kurzzeitig eine grosse Ladung abzuleiten. Mathematisch lässt es sich darstellen als das Integral  $\int i dt$ , das über die gesamte Dauer des Stoßstromes zu erstrecken ist.

13. Das **Nennableitvermögen** ist dasjenige Ableitvermögen, für das der Ableiter bemessen und benannt ist. Das Nennableitvermögen wird ausgedrückt durch den Scheitelwert jenes Stoßstromes  $I_p$  von 25...30  $\mu s$  Halbwertdauer, der vom Ableiter gemäss den in Ziff. IV 7 erwähnten Prüfbedingungen abgeleitet werden kann, ohne dass dabei die Eigenschaften des Ableiters nachteilige bleibende Veränderungen erfahren und die Restspannung die in Tabelle I angeführten Werte überschreitet.

Grenzwerte der Restspannung.

Tabelle I.

Nennspannung des Ableiters $U_n$	Maximal zulässige Restspannung $u_p$
bis 1 kV	$2 \cdot \sqrt{2}$ kV
> 1 ... 45 kV	$(2,8 \cdot U_n + 10) \cdot \sqrt{2}$ kV
> 45 kV	$3 \cdot U_n \cdot \sqrt{2}$ kV

*Genormte Nennableitvermögen* sind: 1500 A, 2500 A, 4000 A und 10 000 A für Stoßströme mit 25...30  $\mu s$  Halbwertdauer. Der Wert 1500 A ist nur für Nennspannungen bis und mit 45 kV zulässig.

14. Das **Grenzableitvermögen** ist diejenige grösste Ladung, die der Ableiterwiderstand kurzzeitig ableiten kann. Das Grenzableitvermögen wird ausgedrückt durch den Scheitelwert jenes Stoßstromes ( $I_p$ ) mit der auf dem Leistungsschild aufgeführten kurzen Halbwertdauer (mindestens 5  $\mu s$ ), der durch den Ableiterwiderstand gemäss den in Ziff. IV 10 erwähnten Prüfbedingungen geschickt werden darf, ohne dass dabei die Eigenschaften des Ableiterwiderstandes nachteilige bleibende Veränderungen erfahren.

Im allgemeinen ist das Grenzableitvermögen (in A) etwa umgekehrt proportional der Halbwertdauer (in  $\mu s$ ) des Stoßstromes.

*Erläuterung:* Da der Versuch ohne Funkenstrecke durchgeführt wird, gibt das Grenzableitvermögen lediglich Aufschluss über das Verhalten des Widerstandes, nicht aber auch einer allfälligen ebenfalls zum Ableiter gehörenden Funkenstrecke beim kurzzeitigen Ableiten einer grossen Ladung oder eines grossen Stromes. Für die Restspannung sind beim Grenzableitvermögen keine bestimmten Grenzwerte vorgeschrieben.

2. Angaben auf dem Leistungsschild.

Folgende Angaben sollen auf dem Leistungsschild stehen:

- a) Herstellerfirma.
- b) Typenbezeichnung, Fabrikationsnummer und evtl. Baujahr. Bei Ableitern für Niederspannung ist an Stelle der Fabrikationsnummer und des Baujahres auch ein anderes eindeutiges Kennzeichen für die Bauart zulässig.
- c) Stromsystem und Frequenz; z. B.: 3 ~ 50 (Dreiphasen-Wechselstrom, 50 Hz).
- d) Nennspannung.
- e) Nennableitvermögen ... A ...  $\mu s$ .
- f) Fakultativ: Grenzableitvermögen ... A ...  $\mu s$ .
- g) Fakultativ: maximal zulässige Höhe über Meer.

3. Art und Umfang der Prüfungen.

Die im folgenden für Ableiter angegebenen Prüfungen sind

Typen-Prüfungen.

Die Prüfungen sollen grundsätzlich an fertigen und vollständig betriebsgemäss ausgerüsteten Ableitern durchgeführt werden. Soweit vorläufig zur bessern Ausnützung der Prüfanlagen Ausnahmen zulässig sind, ist dies bei den betreffenden Prüfungen jeweils besonders erwähnt. Wenn eine Prüfung nicht an einem vollständigen Ableiter durchgeführt wird, ist dies bei der betreffenden Prüfung ausdrücklich zu erwähnen.

Durch die Prüfung soll festgestellt werden:

- die Ansprechspannung für Gleich- oder Wechselspannung (Ziff. IV 4).
- die Ansprechspannung für Stoßspannungen und der Ansprechverzögerung (Ziff. IV 5).
- die Restspannung bei verschiedenen Stoßströmen (Ziff. IV 6).
- das Nennableitvermögen (Ziff. IV 7).
- die Löschfähigkeit (Ziff. IV 8).
- das unveränderliche Verhalten während den Prüfungen (Ziff. IV 9).
- das Grenzableitvermögen des Ableiterwiderstandes (Ziff. IV 10).

Die Prüfungen werden in der Regel in der hier genannten Reihenfolge ausgeführt.

#### 4. Ansprechspannung für Gleich- oder Wechselspannung.

Die Ansprechspannung wird entsprechend dem auf dem Apparateschild angegebenen Stromsystem mit Gleich- oder mit Wechselspannung der Frequenz 50 Hz bestimmt. Wenn die Frequenz 50 Hz nicht verfügbar ist, darf auch mit anderen Frequenzen zwischen 15 und 60 Hz gemessen werden.

Die Prüfung geschieht in analoger Weise wie die Bestimmung der Ueberschlagspannung eines Isolators nach den «Regeln für die Prüfung von Porzellan-Isolatoren, bestimmt zur Verwendung an Hochspannungsfreileitungen» bzw. nach den «Regeln für Spannungsprüfungen» des SEV.

Die Ansprechspannung für Gleich- oder Wechselspannung soll höher liegen als der zweifache Wert der Nennspannung des Ableiters.

#### 5. Ansprechspannung für Stoßspannungen und Ansprechverzögerung.

Ermittelt wird für jede Polarität der Stoßspannung:

- die 50 %-Ansprechspannung,
- die Ansprechspannung für Stoßspannung vom 5fachen Scheitelwert der Ableiter-Nennspannung,
- sofern bei der Ermittlung der Restspannung nach Ziff. IV 6 eine Ansprechspannung in Erscheinung tritt, deren Höhe die jeweilige Restspannung übertrifft, ist auch diese Ansprechspannung hier anzugeben.

Die Messung der Ansprechspannung für Stoßspannung und der zugehörigen Werte für den Ansprechverzögerung nach A und B ist mit normalen Stoßspannungen vorzunehmen.

##### A. Ermittlung der 50 %-Ansprechspannung.

Die 50 %-Ansprechspannung kann entweder mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen oder mit der Messkugelfunkenstrecke ermittelt werden. Die erste Methode verdient wegen ihrer grösseren Genauigkeit den Vorzug.

Bei der Messung mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen wird unter Beobachtung der Oszillogramme die Stossspannung solange variiert, bis in ca. 50 % der Fälle ein Ansprechen des Ableiters erfolgt. Für die so eingestellte Stoßspannung wird dann aus mindestens 5 Oszillogrammen mit ersichtlichem Ansprechen des Ableiters und aus mindestens 5 weiteren Oszillogrammen ohne Ansprechen des Ableiters ihr Mittelwert ermittelt. Dieser Mittelwert ist die 50 %-Ansprechspannung. Die zur Bestimmung des Mittelwertes gemessenen Einzelwerte sind im Prüfbericht anzugeben.

Die Ermittlung der 50 %-Ansprechspannung mit Hilfe der Messkugelfunkenstrecke erfolgt durch Eingabelung, indem nach den «Regeln für Spannungsprüfungen» des SEV zunächst eine Stoßspannung, bei der der Ableiter z. B. in nur 10 % der Fälle anspricht, und hierauf eine Stoßspannung, bei der der Ableiter in 90 % der Fälle anspricht, erzeugt wird. Der Mittelwert der auf diese Weise ermittelten beiden Stoßspannungen ist dann die 50 %-Ansprechspannung.

Die 50 %-Ansprechspannung für Stoßspannung soll tiefer liegen als die in Ziff. IV 1. 13, Tabelle I, für die Restspannung angegebenen Grenzwerte; sie soll andererseits höher liegen als der zweifache Scheitelwert der Ableiter-Nennspannung. Trifft dies nicht zu, so muss der Ableiter ein entsprechend häufigeres Ansprechen oder den dauernd durch ihn fließenden Strom (bei Ableitern ohne Funkenstrecke) ohne Schaden aushalten können.

#### B. Ermittlung der Ansprechspannung für Stoßspannung vom 5fachen Scheitelwert der Ableiter-Nennspannung.

Die Ermittlung dieser Ansprechspannung erfolgt mit Hilfe des Kathodenstrahl-Oszillographen. Als Ansprechspannung gilt der Mittelwert aus mindestens 5 Oszillogrammen. Die gemessenen Einzelwerte sind im Prüfbericht anzugeben.

Zur Begrenzung des bei den Prüfungen A und B im Ableiter fließenden Stromes wird in der Regel ein ohmscher Widerstand von 500 Ohm zwischen Stossgenerator und Ableiter geschaltet. An dessen Stelle kann auch ein Freileitungsdraht von mindestens 1 km Länge und ca. 500 Ohm Wellenwiderstand treten.

*Erläuterung:* Würde die 50 %-Ansprechspannung höher liegen als die in Ziff. IV 1. 13, Tabelle I, genannten Grenzwerte der Restspannung, so würde der Schutz des Ableiters bei den üblichen Isolationswerten nicht mehr wirksam sein. Die untere Grenze der 50 %-Ansprechspannung eines Ableiters ist dadurch bestimmt, dass übliche Ableiter bei allzu häufigem Ansprechen, was durch Erdschluss- und Schaltüberspannungen veranlasst werden kann, Schaden leiden. Um dies zu verhindern, soll die 50 %-Ansprechspannung im allgemeinen höher liegen als die 2fache Ableiter-Nennspannung, oder es muss der Ableiter so gebaut sein, dass er ein häufigeres Ansprechen oder den eventuell dauernd durch ihn fließenden Strom aushält, ohne Schaden zu nehmen.

#### 6. Restspannung bei verschiedenen Stoßströmen.

Sofern der Energieinhalt der Stossprüfanlage nicht zur Prüfung des vollständigen Ableiters ausreicht, ist vorläufig die Prüfung an einem Ableiterelement zulässig, das aus dem gleichen und möglichst grossen Bruchteil des Ableiterwiderstandes und der Ableiterfunkenstrecken bestehen muss (d. h. wenn  $1/n$  des Ableiterwiderstandes der Prüfung unterzogen werden soll, dann müssen in Verbindung mit diesem Teilstück des Widerstandes auch  $1/n$  der Funkenstrecken des Ableiters geprüft werden). Bei Ableitern mit einer einzigen Funkenstrecke ist deren Gleich- oder Wechselstrom-Ansprechspannung auf den  $n$ ten Teil zu reduzieren.

Der Energieinhalt der Stossprüfanlage soll mindestens 20 kW betragen.

Die Restspannung wird mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen registriert, indem der vollständige Ableiter oder Ableiterelemente positiven oder negativen Stoßströmen von 25...30  $\mu$ s Halbwertdauer und der in Tabelle II angegebenen Höhe unterworfen werden.

Prüfströme für Ableiter.

Tabelle II.

Nennableitvermögen A	Prüfströme A
1 500	1 500, 750
2 500	2 500, 1 500, 750
4 000	4 000, 2 500, 1 500
10 000	10 000, 4 000, 1 500

Ableiter mit einem Nennableitvermögen bis 2500 A sollen möglichst mit Stoßströmen von einer Frontdauer von 1  $\mu$ s geprüft werden. Für grössere Nennableitvermögen soll die Steilheit des Stromanstieges noch mindestens 2500 A/ $\mu$ s betragen.

Der Ableiter soll bei jeder Stosshöhe eine Reihe von 10 Stössen im Abstand von je  $1/2$  Minute aushalten, ohne dadurch eine bleibende nachteilige Veränderung zu erfahren oder ganz oder teilweise Kurzschluss zu erleiden. Diese Feststellung erfolgt durch Aufnahme von Oszillogrammen von Strom und Spannung während dieser Prüfung.

Allfällige, bei diesen Prüfungen aus den Oszillogrammen ersichtliche Ansprechspannungen, deren Höhe die jeweilige Restspannung übertrifft, sind gemäss Ziff. IV, 4 anzugeben. Ihre Bedeutung wird dann durch folgende Prüfung festgestellt:

Dem Ableiter wird eine Stabfunkenstrecke parallel geschaltet, deren 50 %-Ueberschlag-Stoßspannung dem Werte der Restspannung des Ableiters entspricht. Die Stabfunkenstrecke besteht aus zwei runden, senkrecht zur Axe abgesechnittenen Metallstäbchen von 8 bis 12 mm Durchmesser. Beim Aufdrücken von Strömen mit Steilheiten bis 2500 A/ $\mu$ s auf den Ableiter soll die Stabfunkenstrecke nicht zum Ueberschlag kommen.

Im Prüfbericht ist für jeden Prüfstrom als Restspannung bzw. Ansprechspannung der Mittelwert der bei diesen 10 Stössen gemessenen Spannungen anzugeben.

### 7. Nennableitvermögen.

Die Kontrolle des Nennableitvermögens erfolgt im Zusammenhang mit der Messung der Restspannung nach Ziff. IV, 6. Die Restspannung darf beim Nennableitvermögen die in Ziff. IV, 1 angegebenen Werte nicht überschreiten.

### 8. Löschfähigkeit.

Sofern der Energieinhalt der Stoßprüfanlage sowie die Leistung oder die Spannung der Gleich- oder Wechselstromprüfanlage nicht zur Prüfung des vollständigen Ableiters ausreichen, ist bei Ableitern mit einem grössern Nennableitvermögen als 2500 A und Nennspannungen über 45 kV vorläufig die Prüfung an Ableiterelementen (Ziff. IV, 6) zulässig. Der Energieinhalt der Stossprüfanlage soll mindestens 20 kW betragen. Die Leistung der Gleich- oder Wechselstromprüfanlage soll grundsätzlich möglichst gross, mindestens aber derart sein, dass die angelegte Spannung infolge des nachfolgenden Netzstromes im Ableiter nicht unter 90 % des Sollwertes sinkt.

Die Prüfung auf Löschfähigkeit erfolgt mit den aus Tabelle III hervorgehenden Löschprüfspannungen und Stossströmen.

*Löschprüfspannungen und Stoßströme für die Prüfung auf Löschfähigkeit.*

Tabelle III.

Löschprüfspannungen	Stoßströme für Ableiter mit einem Nennableitvermögen von	
	1500 A	2500 A u. mehr
Nennspannung des Ableiters	1500	2500
1,3 mal Nennspannung des Ableiters	1500	2500

Bei Ableitern mit einem grössern Nennableitvermögen als 2500 A erfolgt ausserdem eine Prüfung an einem Ableiterelement (Ziff. IV, 6) mit einem Prüfstrom gleich dem Nennableitvermögen des Ableiters. Als solche Prüfung gilt insbesondere jene an einem unter Verwendung gleicher Bestandteile aufgebauten Ableiter kleinerer Nennspannung.

Bei jeder vorgeschriebenen Löschprüfspannung wird der Ableiter oder das Ableiterelement in Zeitabständen von je ca.  $\frac{1}{2}$  Minute mit den in Betracht kommenden Stoßströmen zehnmal zum Ansprechen gebracht. Der Ableiter oder das Ableiterelement darf bei diesen Prüfungen keine nachteiligen bleibenden Veränderungen seiner Eigenschaften erfahren, was durch oszillographische Aufnahme der Ableiterklemmenspannung und des durch den Ableiter fliessenden Stromes und durch Vergleich der verschiedenen Oszillogramme festgestellt wird.

Das aus dem *n*ten Teil eines Ableiters gebildete Ableiterelement wird nur mit dem *n*ten Teil der beiden vorgeschriebenen Löschprüfspannungen geprüft.

Die Löschfähigkeit von Ableitern mit nur *einer* Funkenstrecke wird durch zwei Versuche festgestellt. Für den ersten Löschversuch am *n*ten Teil eines Ableiters ist die Funkenstrecke auf den *n*ten Teil der Gleich- oder Wechselstrom-Ansprechspannung einzustellen. An diesem Ableiterelement wird die Grösse des nachfliessenden Netzstromes bestimmt. Sodann wird die Funkenstrecke wieder auf ihre normale Ansprechspannung eingestellt und unter Verwendung passender Strombegrenzungswiderstände ein zweiter Löschversuch bei 1,3facher Nennspannung des Ableiters durchgeführt, bei dem der Scheitelwert des z. B. sinusförmigen Stromes gleich dem beim ersten Versuch festgestellten nachfolgenden Netzstrom ist.

Sofern bei diesen Prüfungen eine Halbwertdauer von 25 ... 30  $\mu$ s und eine Frontdauer von 1  $\mu$ s nicht eingehalten werden können, ist die Prüfung derart durchzuführen, dass der Ableiter mit der gleichen Stossenergie beansprucht wird, die einem Stoßstrom mit der vorgeschriebenen Höhe und einer Halbwertdauer von 25 ... 30  $\mu$ s zukommt. Insbe-

sondere sind Stoßströme mit der angenäherten Form einer Sinus-Halbwellen oder schwach überschwingende Ströme zulässig.

### 9. Unveränderliches Verhalten während den Prüfungen.

Der Ableiter wird unter den gleichen Versuchsbedingungen wie bei der Kontrolle des Nennableitvermögens weiteren 10 Stoßströmen von der Höhe des Nennableitvermögens unterworfen. Ferner wird auch die Ansprechspannung für Gleich- oder Wechselstromspannung gemäss Ziff. IV, 4 nochmals bestimmt. Aus dem Vergleich der so erhaltenen Werte mit den entsprechenden früheren soll sich keine wesentliche bleibende Veränderung der Eigenschaften des Ableiters feststellen lassen.

### 10. Grenzableitvermögen.

Das Grenzableitvermögen wird an einzelnen, entweder dem fertig durchgeprüften Ableiter entnommenen Teilwiderständen oder an vom Auftraggeber hierfür besonders eingereichten Ableiterwiderständen überprüft. Im Prüfbericht ist zu erwähnen, welcher der beiden Fälle zutrifft.

Die Kontrolle des Grenzableitvermögens erfolgt in der Weise, dass der zu prüfende Ableiterwiderstand 3 Serien zu je 3 Stoßströmen gemäss Leistungsschild unterworfen wird. Zwischen je 2 Serien soll sich der Ableiterwiderstand vollständig abkühlen können. Die 3 Stoßströme innerhalb einer Serie sollen innerhalb einer Minute erfolgen.

Wo die Stoßprüfanlage die Kontrolle des Grenzableitvermögens mit den auf dem Leistungsschild aufgeschriebenen Daten (Ableitstrom und Halbwertdauer) nicht erlaubt, kann als Ersatz auch eine Prüfung mit gedämpft schwingendem Stromverlauf durchgeführt werden. Dabei muss jedoch ein Strom von der Höhe des angegebenen Grenzableitvermögens erzeugt werden; ferner soll die Summe der Ladungen (*Q*) der einzelnen Strom-Halbperioden dem Produkt aus Grenzableitvermögen (*I<sub>g</sub>*) und zugehöriger Halbwert-

dauer (*T<sub>g</sub>*) gemäss Leistungsschild entsprechen ( $Q = \int_0^{\infty} i dt = T_g \cdot I_g$ ).

Aus dem Vergleich der verschiedenen Oszillogramme soll sich keine nachteilige bleibende Veränderung der Eigenschaften des geprüften Ableiterwiderstandes feststellen lassen.

### 11. Ansprechregistrierapparate.

Apparate zur Registrierung oder Zählung des Ansprechens von Ableitern dürfen den Schutzwert der Ableiter nicht merklich beeinträchtigen und bei den vom Ableiter abzuleitenden Strömen keinen Schaden erleiden.

Auf Apparaten, die nicht mit einem Ableiter zusammengebaut sind, muss die Herstellerfirma des Apparates, sowie das Nennableitvermögen des Ableiters, mit dem der Apparat verwendet werden kann, angegeben sein.

Die Prüfung der Ansprechregistrierapparate erfolgt

- bei Apparaten, die mit einem Ableiter zusammengebaut sind, in Verbindung mit diesem Ableiter;
- bei Apparaten, die nicht mit einem Ableiter zusammengebaut sind, mit dem auf dem Apparat angegebenen Nennableitvermögen, sowie mit kleinen Stoßströmen, zur Ermittlung der Registrierempfindlichkeit.

### 12. Beispiel eines Prüfberichtes.

Von der Firma X wurde ein Ueberspannungs-Ableiter zur Prüfung eingesandt. Dem Leistungsschild waren folgende Daten zu entnehmen:

- Herstellerfirma: X
- Typenbezeichnung: Af, Nr. 3338, 1940
- Stromsystem und Frequenz: 1 ~ 50
- Nennspannung: 45 kV
- Ableitvermögen: 2500 A, 30  $\mu$ s
- Grenzableitvermögen: 50 000 A, 5  $\mu$ s.

Die Prüfung erfolgte nach den «Leitsätzen für den Schutz elektrischer Anlagen gegen atmosphärische Ueberspannungen» des SEV nach dem in Figur ... gezeichneten Schema in der Versuchsanlage Gösigen der FKH. Die Prüfergebnisse sind in der folgenden Tabelle (Tabelle IV) eingetragen; einige Oszillogramme sind beigelegt.

Tabelle IV.

Nennspannung des Ableiters	45 kV (entspr. Scheitelwert $45\sqrt{2} = 63,6$ kV)																																											
<b>I. Ansprechspannung bei <math>f = 50</math> Hz</b>																																												
Gemessene Einzelwerte: 156, 152, 150, 154, 158 . . . . .	154 kV																																											
Geforderter Minimalwert $2 U_n \sqrt{2}$ . . . . .	127 kV																																											
<b>II. Ansprechspannungen für Stoßspannungen und Ansprechverzug</b>																																												
<b>A. 50 %-Ansprechspannung</b>																																												
Gemessene Einzelwerte:																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">Messung</th> <th colspan="2">posit. Stoßspannung</th> <th colspan="2">negat. Stoßspannung</th> </tr> <tr> <th colspan="4">Ableiter spricht an</th> </tr> <tr> <th>nein</th> <th>ja</th> <th>nein</th> <th>ja</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>170</td> <td>168</td> <td>162</td> <td>161</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>162</td> <td>173</td> <td>158</td> <td>164</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>167</td> <td>170</td> <td>155</td> <td>167</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>165</td> <td>165</td> <td>160</td> <td>161</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>161</td> <td>174</td> <td>155</td> <td>162</td> </tr> <tr> <td>Mittelwert</td> <td>165</td> <td>170</td> <td>158</td> <td>163</td> </tr> </tbody> </table>	Messung	posit. Stoßspannung		negat. Stoßspannung		Ableiter spricht an				nein	ja	nein	ja	1	170	168	162	161	2	162	173	158	164	3	167	170	155	167	4	165	165	160	161	5	161	174	155	162	Mittelwert	165	170	158	163	
Messung		posit. Stoßspannung		negat. Stoßspannung																																								
		Ableiter spricht an																																										
	nein	ja	nein	ja																																								
1	170	168	162	161																																								
2	162	173	158	164																																								
3	167	170	155	167																																								
4	165	165	160	161																																								
5	161	174	155	162																																								
Mittelwert	165	170	158	163																																								
50 %-Ansprechspannung für positive Stoßspannung . . . . .	167,5 kV																																											
50 %-Ansprechspannung für negative Stoßspannung . . . . .	160,5 kV																																											
Maximal zulässiger Wert für die 50 %-Ansprechspannung . . . . .	192,5 kV																																											
<b>B. Ansprechspannung und Ansprechverzug für Stoßspannung <math>5 \cdot U_n \cdot \sqrt{2} = 225\sqrt{2} = 301</math> kV</b>																																												
Gemessene Einzelwerte:																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Messung</th> <th colspan="2">posit. Stoßspannung</th> <th colspan="2">negat. Stoßspannung</th> </tr> <tr> <th>Spannung kV</th> <th>Verzug <math>\mu s</math></th> <th>Spannung kV</th> <th>Verzug <math>\mu s</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>182</td> <td>0,10</td> <td>177</td> <td>0,08</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>177</td> <td>0,08</td> <td>171</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>181</td> <td>0,10</td> <td>174</td> <td>0,07</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>181</td> <td>0,10</td> <td>175</td> <td>0,07</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>179</td> <td>0,09</td> <td>178</td> <td>0,09</td> </tr> <tr> <td>Mittelwert</td> <td>180</td> <td>ca. 0,09</td> <td>175</td> <td>ca. 0,07</td> </tr> </tbody> </table>	Messung	posit. Stoßspannung		negat. Stoßspannung		Spannung kV	Verzug $\mu s$	Spannung kV	Verzug $\mu s$	1	182	0,10	177	0,08	2	177	0,08	171	0,06	3	181	0,10	174	0,07	4	181	0,10	175	0,07	5	179	0,09	178	0,09	Mittelwert	180	ca. 0,09	175	ca. 0,07					
Messung		posit. Stoßspannung		negat. Stoßspannung																																								
	Spannung kV	Verzug $\mu s$	Spannung kV	Verzug $\mu s$																																								
1	182	0,10	177	0,08																																								
2	177	0,08	171	0,06																																								
3	181	0,10	174	0,07																																								
4	181	0,10	175	0,07																																								
5	179	0,09	178	0,09																																								
Mittelwert	180	ca. 0,09	175	ca. 0,07																																								
Ansprechspannung für positive Stoßspannung . . . . .	180 kV																																											
Ansprechverzug für positive Stoßspannung . . . . .	ca. 0,09 $\mu s$																																											
Ansprechspannung für negative Stoßspannung . . . . .	175 kV																																											
Ansprechverzug für negative Stoßspannung . . . . .	ca. 0,07 $\mu s$																																											
<b>III. Restspannung bei verschiedenen Stossströmen; Kontrolle des Nennableitvermögens.</b>																																												
<b>A. Abgeleiteter Strom (entsprechend Nennableitvermögen)</b>																																												
2500 A																																												
Halbwertdauer . . . . .	28 $\mu s$																																											
Frontdauer . . . . .	1,4 $\mu s$																																											
Restspannung . . . . .	187 kV																																											
maximal zulässiger Wert für die Restspannung $= (2,8 \cdot U_n + 10)\sqrt{2}$ kV	192,5 kV																																											
Ansprechspannung . . . . .	< 187 kV																																											
(Dieser Ansprechspannung kommt deshalb keine Bedeutung zu.)																																												

Nennspannung des Ableiters	45 kV (entspr. Scheitelwert $45\sqrt{2} = 63,6$ kV)
<b>B. Abgeleiteter Strom (entsprechend Prüfstrom 2)</b>	
1500 A	
Halbwertdauer . . . . .	30 $\mu s$
Frontdauer . . . . .	1,5 $\mu s$
Restspannung . . . . .	179,5 kV
<b>C. Abgeleiteter Strom (entsprechend Prüfstrom 3)</b>	
750 A	
Halbwertdauer . . . . .	29 $\mu s$
Frontdauer . . . . .	1,2 $\mu s$
Restspannung . . . . .	167 kV
<b>IV. Löschfähigkeit.</b>	
<b>A. Löschprüfspannung (entsprechend <math>U_n</math>)</b>	
45 kV	
Stoßstrom . . . . .	2500 A
Halbwertdauer . . . . .	26 $\mu s$
Frontdauer . . . . .	1,5 $\mu s$
Stromdauer: Anzahl Halb-Perioden	0 bis 1
<b>B. Löschprüfspannung (entsprech. <math>1,3 \cdot U_n</math>)</b>	
58,5 kV	
Stoßstrom . . . . .	2500 A
Halbwertdauer . . . . .	26 $\mu s$
Frontdauer . . . . .	1,5 $\mu s$
Stromdauer: Anzahl Halb-Perioden	0 bis 1
<b>V. Unveränderliches Verhalten während den Prüfungen.</b>	
<b>A. Abgeleiteter Strom (entsprechend Nennableitvermögen)</b>	
2500 A	
Halbwertdauer . . . . .	28 $\mu s$
Frontdauer . . . . .	1,4 $\mu s$
Restspannung . . . . .	184 kV
Ansprechspannung . . . . .	< 184 kV
<b>B. 50 %-Ansprechspannung</b>	
für positive Stoßspannung (Mittelwert) . . . . .	164 kV
für negative Stoßspannung (Mittelwert) . . . . .	158,5 kV
<b>VI. Grenzableitvermögen.</b>	
Der Ableiter enthält total 25 Widerstandsblöcke. An 2, dem fertig durchgeprüften Ableiter entnommenen Teilblöcken wurden einzeln folgende Werte gemessen:	
Abgeleiteter Strom . . . . .	50 500 A
Halbwertdauer . . . . .	5 ... 6 $\mu s$
Frontdauer . . . . .	2...2,5 $\mu s$
Restspannung, bezogen auf 25 Blöcke in Serie . . . . .	225...235 kV
Die Werte änderten von der 1. zur 3. Serie von je 3 Stößen weniger als 5 % für jeden Widerstand. Die Widerstände sind noch brauchbar.	
<b>VII. Bemerkungen und allfällige Veränderungen:</b>	
Keine wesentlichen Teilüberschläge. Keine bleibenden Veränderungen. Der Ableiter entspricht den «Leistätzen für den Schutz elektrischer Anlagen gegen atmosphärische Ueberspannungen» des SEV, vom . . . . . 1941.	
<b>V. Einbau von Ueberspannungsableitern.</b>	
<b>1. Isolation der zu schützenden Anlage.</b>	
Damit Ueberspannungsableiter Ueberschläge in elektrischen Anlagen infolge von atmosphärischen Ueberspannungen verhindern können, muss die zu schützende Anlage selbst eine gewisse minimale Stossfestigkeit aufweisen. Die Anlage, und zwar auch ihr schwächster Teil, muss mindestens der Beanspruchung mit einer Stoßspannung von der Höhe der 50 %-Ansprechspannung und der Restspannung der einzubauenden Ableiter gewachsen sein, ohne dabei irgendwel-	



chen Schaden zu nehmen oder einen Ueberschlag zu erleiden. Mit der in Ziff. IV 1. 13 und IV 5 A getroffenen Verknüpfung der Restspannung und der 50 %-Ansprechspannung des Ableiters mit dessen Nennspannung ergibt sich für die Anlageisolation das aus Tabelle V ersichtliche Minimum für die Stossprüfspannung (siehe auch Fig. 6).

Stossfestigkeit elektrischer Anlagen.

Tabelle V.

Nennspannung $U_n$ des Ableiters	Geforderte Stossprüfspannung der zu schützenden Anlage
bis 1 kV	$> 2 \cdot \sqrt{2}$ kV
über 1 ... 45 kV	$> (2,8 \cdot U_n + 10) \cdot \sqrt{2}$ kV
über 45 kV	$> 3 \cdot U_n \cdot \sqrt{2}$ kV

Anlagen mit einer geringeren Stossprüfspannung als nach Tabelle V können durch Ableiter entweder überhaupt nicht geschützt werden oder dann nur durch solche, deren 50 %-Ansprechspannung und Restspannung entsprechend tiefer liegen. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass solche Ableiter dem häufigeren Ansprechen gewachsen sein müssen und dass ihre Löschfähigkeit nicht vermindert wird. Ein Ableiter, der den in Abschnitt IV vorgesehenen Bestimmungen entspricht, kann deshalb nicht ohne weiteres auch eine Anlage mit verminderter Stossfestigkeit schützen.

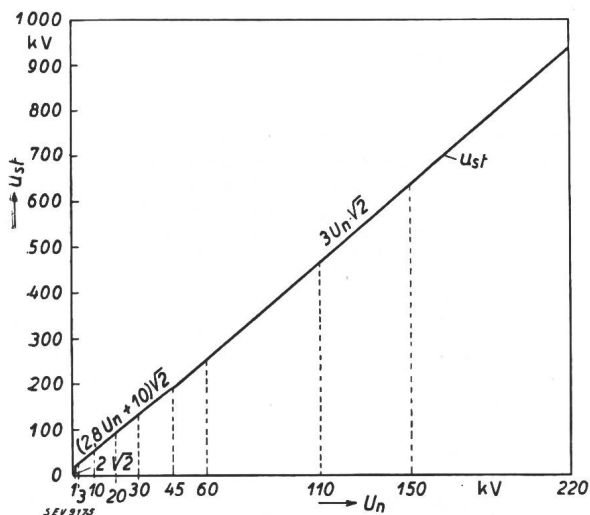


Fig. 6.

Stossfestigkeit elektrischer Anlagen.

$U_n$  Nennspannung der zu schützenden Anlage (Effektivwert).  
 $u_{st}$  Minimal erforderliche Stossprüfspannung der zu schützenden Anlage (Scheitelwert).

In alten Anlagen, bei denen einzelne Anlageteile mit einer geringeren Stossfestigkeit als nach Tabelle V vorkommen, ist es zur Erzielung eines wirksamen Schutzes manchmal zweckmässiger und wirtschaftlich günstiger, an Stelle von Ableitern mit entsprechend kleinerer Rest- und Ansprechspannung normale Ableiter zu verwenden und die Isolation dieser schwachen Stellen zu verbessern.

2. Für die Bestellung von Ableitern nötige Angaben.

Für die Bestellung von Ueberspannungsableitern sind folgende Angaben erforderlich:

a) Stromsystem.

Es ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen Ableitern für Gleichspannung und solchen für Wechselspannung. Ableiter für Wechselspannung können im allgemeinen in Gleichstromanlagen derselben Betriebsspannung nicht verwendet werden.

b) Frequenz.

Ableiter können im allgemeinen in Anlagen verwendet werden, deren Frequenz bis zu  $\pm 20\%$  von der auf dem Leistungsschild des Ableiters angegebenen Nennfrequenz abweicht.

c) Nennspannung.

Im allgemeinen soll die Nennspannung der Ableiter gleich der Nennspannung der schützenden Anlage gewählt werden. Eine Ausnahme bilden Drehstrom-Anlagen mit wirksam geerdeten Nullpunkten. Als wirksam wird eine Nullpunkterdung dann bezeichnet, wenn die Betriebsspannung zwischen den Polleitern und Erde in keinem Falle Werte annehmen kann, die höher sind als 80 % des Wertes der mittleren (verketteten)

Betriebsspannung des Netzes. Dies trifft zu bei  $\Delta/\text{---}$

oder  $\text{---}/\text{---}$  Schaltung der Transformatoren und bei genügend kleinem Widerstand der Nullpunkterdung. In Drehstromanlagen mit wirksamer Nullpunkterdung darf die Nennspannung des Ableiters zu 80 % der Nennspannung der zu schützenden Anlage gewählt werden.

Erläuterung. Nach den «Regeln des SEV für genormte Werte der Spannungen, Frequenzen und Ströme für elektrische Anlagen» ist die Nennspannung einer Anlage die Spannung, für die die zugehörigen Verbraucher bestimmt sind. Bei Fahrleitungsanlagen der Bahnen ist es die Spannung, für die die zugehörigen Erzeuger bestimmt sind.

Die an einem bestimmten Ort gemessene Spannung (Betriebsspannung) kann zeitlich variieren.

Die mittlere Betriebsspannung an einem bestimmten Ort ist der dort auftretende zeitliche arithmetische Mittelwert der Spannung.

Die mittlere Betriebsspannung eines ganzen Netzes ist der zeitliche und örtliche arithmetische Mittelwert der Spannung in diesem Netz.

Nach den gleichen Regeln darf das in einer Hochspannungsanlage verwendete Material höchstens mit einer die Nennspannung des Materials um 15 % (bei Fahrleitungsanlagen 20 %) übersteigenden Betriebsspannung beansprucht werden.

d) Nennableitvermögen.

Grundsätzlich sollen Ableiter mit möglichst grossem Ableitvermögen gewählt werden, insbesondere für Anlagen, die ohne Grobschutz (z. B. Grobschutzfunkenstrecken, Röhrenableiter, einzelne geerdete Eisenmasten in der Nähe der Anlage) direkt an Freileitungen mit Holzstangen angeschlossen sind. Bei Ableitern mit zu kleinem Ableitvermögen besteht die Gefahr, dass bei grossen Stoßströmen infolge naher Blitzeinschläge in die Leitung entweder die Restspannung zu hoch (Folge: Ueberschläge in der Anlage) oder der Ableiter zerstört wird.

e) Stossfestigkeit der zu schützenden Anlage.

Es ist die 50 %-Ueberschlag-Stoßspannung der schwächsten Teile der zu schützenden Anlage anzugeben. Zu diesem Zwecke soll möglichst der wirklich gemessene Wert angegeben werden. Ist eine Messung nicht möglich, so sind Unterlagen einzureichen, aus denen die 50 %-Ueberschlag-Stoßspannung für die schwächste Stelle der Anlage ermittelt werden kann (z. B. Angabe der kleinsten Ueberschlagdistanzen, der Typenbezeichnung und der Fabrikate der eingebauten Isolatoren, Durchführungen, Trenner, Schalter, Transformatoren, Stromwandler, Spannungswandler etc.).

f) Höhe über Meer der Anlage, in der die Ableiter verwendet werden sollen.

Beträgt die Höhe über Meer der zu schützenden Anlage mehr als 1000 m, so ist auch diese in der Bestellung anzugeben, da ein Ableiter, wenn auf seinem Leistungsschild nichts besonders vermerkt ist, im allgemeinen nur bis zu Meereshöhen von 1000 m verwendet werden kann.

3. Einbauort der Ableiter.

a) Soll eine bestimmte Anlage gegen atmosphärische Ueberspannungen geschützt werden, so ist im allgemeinen bei jeder in die Anlage eingeführten Freileitung für jeden Polleiter ein Ableiter vorzusehen, und zwar möglichst in der Nähe der Einführungsstelle der Freileitung in die Anlage.

Erläuterung: Der Einbau der Ableiter leitungsseitig des Leitungsschalters und -trenners hat den Vorteil, dass der Ableiter bei offenem Schalter und Trenner das Leitungsende noch gegen Ueberschläge schützt. Der Einbau der Ableiter anlagenseitig des Schalters hat den Vorteil, dass die Entfernungen zwischen den Ableitern und den zu schützenden Objekten kleiner werden (Möglichkeit des Schutzes von Anlagen grösserer Ausdehnung unter Einsparung zusätzlicher Ableiter — vgl. b und c).



b) Eine Anlage und die darin vorhandenen elektrischen Apparate können im allgemeinen durch die an den Einführungsstellen der Leitungen angeordneten Ableiter als genügend geschützt betrachtet werden, wenn die Entfernung (längs der Leitung gemessen) zwischen irgendeinem Ableiter und irgendeinem zu schützenden Objekt (z. B. Schalter, Transformatoren, Stromwandler, Induktionsregler, Durchführungen, Sammelschienenenden) der Anlage nicht grösser ist als 25 m für Anlagen bis zu 45 kV Nennspannung, oder 75 m für Anlagen höherer Nennspannung als 45 kV.

c) Ist die Entfernung zwischen irgendeinem Ableiter und irgendeinem zu schützenden Objekt der Anlage grösser als die unter b) angegebenen Werte, so sind, um Ueberschläge an diesen vom Ableiter weiter entfernten Objekten zu verhindern, bei diesen Objekten oder in deren Nähe (max. Abstand gemäss b) noch weitere Ableiter einzubauen, sofern diese Objekte schwache Stellen der Isolation der Anlage bilden.

d) Wenn Gewähr dafür besteht, dass sämtliche in eine Anlage eingeführten Freileitungen betriebsmässig immer an die gleiche Sammelschiene angeschlossen sind (durchgeschaltete Leitungen), so genügt, unter Einhaltung der in lit. b angegebenen maximalen Entfernungen, zum Schutze der Anlage ein einziger, an die Sammelschiene angeschlossener Ableitersatz.

e) Transformatorstationen mit Drehstromtransformatoren von 220/380 V mit einer Leistung von mindestens 100 kVA benötigen bei direkter Erdung des Sternpunktes der Niederspannungswicklung des Transformators (Art. 26 der Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen vom Jahre 1933) auf der Niederspannungsseite keine Ueberspannungsableiter, da die vom Niederspannungsnetz zulaufenden Ueberspannungen über die Wicklung des Transformators nach Erde gestarkstromanlagen vom Jahre 1933).

*Erläuterung:* Länge und Impedanz der Niederspannungswicklung sind bei diesen Transformatoren so klein, dass beim Auftreffen von Ueberspannungen atmosphärischen Ursprungs praktisch keine Stauung erfolgt; die Ueberspannungen können vielmehr ungehindert über die Wicklung nach Erde abfliessen.

#### 4. Erdleitungen.

Die Erdklemmen der Ableiter sind mit möglichst kurzen Erdleitungen an die nächstgelegene Erdungsstelle der Schutz- und Betriebserdung der zu schützenden Anlage zu verbinden (vgl. Art. 15, 16, 19 und 20 der Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen vom Jahre 1933).

#### 5. Abtrennvorrichtungen von Ableitern.

Nach Art. 63 der Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen vom Jahre 1933 müssen die Ableiter zur Kontrolle und Revision mit Hilfe von Schaltern, Trennern oder Sicherungen von den übrigen unter Spannung stehenden Teilen der Anlage abgetrennt werden können.

Sicherungen müssen dem Nennableitvermögen des Ableiters gewachsen sein und den bei einem Defekt des Ableiters auftretenden Erdschluss- oder Kurzschlussstrom rasch unterbrechen können. Auf den Einbau von Trennstellen vor den Ableitern kann bei Stationen geringerer Bedeutung verzichtet werden, wenn diese als ganzes durch einen in der Nähe der Station vorhandenen Freileitungsschalter spannungslos gemacht werden kann. Ferner können Trennstellen weggelassen werden bei Ableitern an Freileitungsschaltern und ähnlichen unbedeutenden Objekten. Für solche Fälle ist jeweils die Einwilligung des Starkstrominspektorates einzuholen.

#### 6. Schutz von Hausinstallationen.

Für den Schutz von Hausinstallationen durch Ueberspannungsableiter gelten besondere Leitsätze<sup>3)</sup>.

### VI. Bestimmungen für Schutzkapazitäten.

#### 1. Begriffsbestimmungen.

1. Die Schutzkapazität (Kabel und Kondensatoren) ist eine Schutzeinrichtung, deren elektrische Kapazität die Auf-

nahme einer Ladung atmosphärischen Ursprungs und dadurch eine Herabsetzung der von dieser Ladung erzeugten gefährlichen Stoßspannung zwischen Leitern und Erde auf ungefährliche Werte erlaubt. Es wird dabei, im Gegensatz zum Ableiter, nicht nur die Höhe, sondern auch die Frontsteilheit der Stoßspannung vermindert.

*Erläuterung:* Da die Schutzkapazitäten im Gegensatz zu den Ableitern keine Funkenstrecken aufweisen, ist die Schutzwirkung schon beim Auftreffen von Stoßspannungen kleiner Höhe vorhanden.

2. Die Nennspannung ist die Spannung, nach der die Schutzkapazität benannt und für die ihre Isolation bemessen ist.

*Erläuterung:* Die Nennspannung ist, wie bei anderm Material, massgebend für die Höhe der Prüfspannung bei kurz dauernden Isolationsprüfungen (Stoßprüfung, Einminutenprüfung etc.).

3. Die Polnennspannung<sup>4)</sup> (Dauerspannung) ist die Spannung, für die jeder zwischen Pol und Erde geschaltete Teil des Dielektrikums einer Schutzkapazität (Kabelpol, Kondensatorpol) im Dauerbetrieb bemessen ist.

*Erläuterung:* Die Polnennspannung ist massgebend für die Höhe der Prüfspannung bei langdauernden Isolationsprüfungen (Erwärmungs- und Verlustzyklen, Stabilitätsversuche etc.).

4. Die Polbetriebsspannung<sup>4)</sup> ist die Betriebsspannung zwischen Pol und Erde.

*Erläuterung:* In einem symmetrischen Drehstromnetz ist die Betriebsspannung, z. B. im Normalbetrieb, gleich  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  mal verkettete Betriebsspannung. In einem Drehstromnetz mit Polerdung oder während des Erdschlusses in einem nicht geerdeten Drehstromnetz ist sie gleich der verketteten Betriebsspannung.

5. Die Kapazität eines Kondensators oder eines Kabels mit radialer Beanspruchung des Dielektrikums (Einleiterkabel, Kabel mit Glimmschutz) ist die Kapazität in  $\mu\text{F}$  pro Pol. Bei Kabeln mit nicht ausschliesslich radialer Beanspruchung des Dielektrikums (Gürtelkabel) ist die gegenüber atmosphärischen Ueberspannungen wirksame Kapazität pro Pol

a) für einpolige Ueberspannungen: ein Zwischenwert zwischen der Kapazität eines Pols gegen Erde und gegen die beiden andern, von Erde isolierten Pole und der Kapazität eines Pols gegen Erde und gegen die beiden andern geerdeten Pole;

b) für dreipolige Ueberspannungen: der Wert der Kapazität aller drei parallel geschalteten Pole gegen Erde dividiert durch 3.

6. Die Restspannung ist der Scheitelwert der Spannung an den Klemmen der Schutzkapazität bei Aufnahme einer Ladung atmosphärischen Ursprungs. Sie hängt ab von der Grösse der Kapazität und der aufgenommenen Ladung. Die Ladung ihrerseits ist bestimmt durch Grösse und Halbwertdauer des von der Schutzkapazität aufgenommenen Stossstromes.

*Erläuterung:* Für eine gegebene Kapazität wächst die Restspannung proportional mit der zugeführten Ladung.

7. Die Reststeilheit ist die Frontsteilheit der Klemmenspannung der Schutzkapazität bei Aufnahme einer Ladung atmosphärischen Ursprungs. Sie hängt ab von der Grösse der Kapazität und der Grösse des aufgenommenen Stoßstromes.

*Erläuterung:* Bei Kabeln ist die Verteilung der Schutzkapazität auf die gesamte Kabellänge zu berücksichtigen. Als Frontsteilheit gilt der Mittelwert der Treppenkurve.

#### 2. Zusammenhang zwischen Restspannung, Kapazität und Ladung.

Die Ladung einer Schutzkapazität ist gegeben durch das Produkt aus Kapazität und Restspannung. Damit die Restspannung einen zulässigen Wert nicht überschreitet, muss für eine bestimmte Ladung ein minimaler Kapazitätswert vorhanden sein.

Eine Schutzkapazität soll imstande sein, eine Ladung aufzunehmen, die mindestens einem normalen Stoßstrom von 1500 A Scheitelwert von 25...30  $\mu\text{s}$  Halbwertdauer entspricht. Die Restspannung soll dabei kleiner bleiben als die Ueber-

<sup>3)</sup> Zur Zeit in Vorbereitung.

<sup>4)</sup> Diese Begriffe werden voraussichtlich geändert.

schlag-Stoßspannung der zu schützenden Anlage. Da diese Betriebsspannung oft von Anlage zu Anlage stark streut, werden die erforderlichen Kapazitätswerte auf Grund zweier Voraussetzungen über die Höhe der Anlageisolation (schwach isolierte und gut isolierte Anlagen) berechnet. Für diese beiden Fälle soll die Restspannung die in Tabelle VI genannten Werte nicht übersteigen.

#### Grenzwerte der Restspannung.

Tabelle VI.

Nennspannung $U_n$ der Schutzkapazität kV	Maximal zulässige Restspannung kV
bis 1	$2 \sqrt{2}$
> 1 ... 45	$\begin{cases} (2,8 U_n + 10) \cdot \sqrt{2}^1 \\ \text{oder} \\ (2 U_n + 50) \cdot \sqrt{2}^2 \end{cases}$
> 45	$3 \cdot U_n \cdot \sqrt{2}$

<sup>1)</sup> Für schwach isolierte Anlagen.  
<sup>2)</sup> Für gut isolierte Anlagen.

Dem Stoßstrom von 1500 A entspricht eine zulaufende Ueberspannung von ca. 400 kV Scheitelwert. Zur Unschädlichmachung noch grösserer Ueberspannungen wären grössere Kapazitätswerte erforderlich, die jedoch in der Regel unwirtschaftlich sind. Das gleiche gilt für die Berücksichtigung aufschaukelnder Stoßströme, die infolge naher Blitzeinschläge in die Leitung entstehen können.

### 3. Angaben auf dem Leistungsschild.

Folgende Angaben sollen auf dem Leistungsschild stehen:

- Herstellerfirma.
- Stromsystem und Frequenz; z. B. 3 ~ 50 (Dreiphasen-Wechselstrom, 50 Hz).
- Nennspannung.
- Polnennspannung <sup>4)</sup>.
- Papazität in  $\mu\text{F}$  pro Pol.
- Zulässige Restspannung.

### 4. Art und Umfang der Prüfungen.

#### A. Prüfungen für Kabel als Schutzkapazitäten.

Die Kabel als Schutzkapazitäten müssen folgende Prüfungen bestehen:

- Die in den «Leitsätzen für Hochspannungskabel» des SEV festgelegten Prüfungen.
- Eine kurzdauernde Spannungsprüfung mit der Höhe der Restspannung (Ziff. VI 5).

#### B. Prüfungen für Kondensatoren als Schutzkapazitäten.

Die Kondensatoren als Schutzkapazität müssen folgende Prüfungen bestehen:

- Die in den «Leitsätzen für die Prüfung und Bewertung statischer Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors in Wechselstromnetzen bis 100 Per./s» festgelegten Prüfungen.
- Eine kurzdauernde Spannungsprüfung mit der Höhe der Restspannung (Ziff. VI 5).

### 5. Kurzdauernde Spannungsprüfung mit der Höhe der Restspannung.

An das vollständig betriebsmässig ausgerüstete Kabel oder an den vollständig betriebsmässig ausgerüsteten Kondensator wird eine Gleichspannung von der Höhe der Restspannung (Tabelle VI) während einer Minute angelegt, wobei weder Schäden noch Ueberschläge der Isolation entstehen dürfen.

## VII. Einbau von Schutzkapazitäten.

### 1. Isolation der zu schützenden Anlage und der angeschlossenen Freileitungen.

Damit Schutzkapazitäten (Kabel und Kondensatoren) Ueberschläge in elektrischen Anlagen infolge von atmosphärischen Ueberspannungen verhindern können, muss die zu schützende Anlage eine gewisse minimale Stossfestigkeit auf-

weisen. Die Anlage, und zwar auch ihr schwächster Teil, muss mindestens der Beanspruchung mit einer Stoßspannung von der Höhe der Restspannung der einzubauenden Schutzkapazitäten gewachsen sein, ohne dabei irgendwelchen Schaden zu nehmen oder einen Ueberschlag zu erleiden. Mit der in Ziff. VI 2 getroffenen Verknüpfung der Restspannung der Schutzkapazität mit deren Nennspannung ergibt sich für die Anlageisolation das aus Tabelle VII ersichtliche Minimum für die Stossprüfspannung (siehe auch Fig. 7).

#### Stossfestigkeit elektrischer Anlagen.

Tabelle VII.

Nennspannung $U_n$ der Schutzkapazität kV	Geforderte Stossprüfspannung der zu schützenden Anlage kV
bis 1	$> 2 \sqrt{2}$
über 1 ... 45	$\begin{cases} > (2,8 U_n + 10) \cdot \sqrt{2}^1 \\ \text{oder} \\ > (2 U_n + 50) \cdot \sqrt{2}^2 \end{cases}$
über 45	$> 3 U_n \cdot \sqrt{2}$

<sup>1)</sup> Für schwach isolierte Anlagen.  
<sup>2)</sup> Für gut isolierte Anlagen.

Da bei den Schutzkapazitäten aus wirtschaftlichen Gründen die Grösse der aufgenommenen Ladung beschränkt wurde auf einen Stoßstrom von 1500 A Scheitelwert und 25...30  $\mu\text{s}$  Halbwertdauer (Ziff. VI 2), ist dafür zu sorgen, dass die zulaufenden Ueberspannungen auf Werte von höchstens 400 kV begrenzt werden. Dies kann durch Einbau von Grobschutzfunkenstrecken auf der Freileitung erreicht werden (siehe Ziff. IX).

### 2. Für die Bestellung von Schutzkapazitäten nötige Angaben.

Für die Bestellung von Schutzkapazitäten sind folgende Angaben erforderlich.

#### a) Stromsystem.

Es ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen Schutzkapazitäten für Gleichspannung und solchen für Wechselspannung. Schutzkapazitäten für Gleichspannung können im allgemeinen in Wechselstromanlagen derselben Betriebsspannung nicht verwendet werden.

#### b) Frequenz.

Schutzkapazitäten können im allgemeinen in Anlagen verwendet werden, deren Frequenz bis zu  $\pm 20\%$  von der auf dem Leistungsschild angegebenen Nennfrequenz abweicht.

#### c) Nennspannung.

Im allgemeinen soll die Nennspannung der Schutzkapazität gleich der mittleren Betriebsspannung der zu schützenden Anlage gewählt werden.

#### d) Polnennspannung.

Bei Kabeln mit nicht ausschliesslich radialer Beanspruchung des Dielektrikums (Gürtelkabel) ist die Polnennspannung gleich der Nennspannung des Kabels.

Bei Kabeln mit radialer Beanspruchung des Dielektrikums (Einleiterkabel und Kabel mit Glimmschutz) ist die Polnennspannung in Drehstromnetzen entweder gleich der Nennspannung  $:\sqrt{3}$  (Netze mit wirksamer Nullpunkterdung und ungeerdete Netze mit Erdschlussbetrieb von höchstens 2 h Dauer) oder gleich der Nennspannung des Kabels zu wählen (nicht geerdetes Netz mit beliebig lang dauerndem Erdschlussbetrieb oder Netz mit Polerdung). Betreffend wirksame Nullpunkterdung vergleiche Ziff. V 2c.

#### e) Stossfestigkeit der zu schützenden Anlagen.

Es ist die 50%-Ueberschlag-Stoßspannung der schwächsten Teile der zu schützenden Anlage anzugeben. Zu diesem Zwecke soll möglichst der wirklich gemessene Wert angegeben werden. Ist eine Messung nicht möglich, so sind Unterlagen einzureichen, aus denen die 50%-Ueberschlag-Stoßspannung für die schwächste Stelle der Anlage ermittelt werden kann (z. B. Angabe der kleinsten Ueberschlagdistanzen, der Typenbezeichnung und der Fabrikate der eingebau-

ten Isolatoren, Durchführungen, Trenner, Schalter, Transformatoren, Stromwandler, Spannungswandler usw.).

f) Kapazität.

Unter Voraussetzung eines Stoßstromes von 1500 A Scheitelwert und 30 µs Halbwertdauer und einer zulässigen Restspannung nach Tabelle VI ergeben sich für die Berechnung der erforderlichen Kapazitätswerte die aus Tabelle VIII hervorgehenden Formeln. Dabei wird ferner angenommen, dass der Stoss in ungünstigsten Phasenmoment der Betriebsspannung auftritt (Stoss erfolgt im gleichnamigen Scheitelwert der Betriebsspannung).

Formeln zur Berechnung der minimal erforderlichen Kapazitätswerte.

Tabelle VIII.

Nennspannung der zu schützenden Anlage $U_n$ kV	Minimal erforderliche Kapazität ( $U_n$ in kV) µF
bis 1	$\frac{30 \cdot 1500}{2 \cdot 1000 \sqrt{2}} = \text{ca. } 16$
über 1 ... 45	$\frac{30 \cdot 1500}{(2,8 U_n - U_n + 10) \cdot 1000 \sqrt{2}} = \frac{45^1)}{(1,8 U_n + 10) \sqrt{2}}$ oder $\frac{30 \cdot 1500}{(2 U_n - U_n + 50) \cdot 1000 \sqrt{2}} = \frac{45^2)}{(U_n + 50) \sqrt{2}}$
über 45	$\frac{30 \cdot 1500}{(3 U_n - U_n) \cdot 1000 \sqrt{2}} = \frac{45}{2 U_n \cdot \sqrt{2}}$

1) Für schwach isolierte Anlagen.  
2) Für gut isolierte Anlagen.

Im Gegensatz zu den Ableitern, wo die Höhe der Restspannung nur in kleinem Masse von der Höhe des Stossstromes abhängt, ist bei den Schutzkapazitäten eine Herabsetzung der Restspannung durch Verminderung der zulaufenden Ueberspannung möglich. Wenn durch Anordnung von Grobschutzfunkenstrecken auf den Leitungen die zulaufende Ueberspannung auf kleinere Werte als 400 kV begrenzt und ausserdem durch eine gute Erdung der Grobschutz-Funkenstrecke das Aufschaukeln des Stromes auf Werte über 1500 A verhindert wird, kann in einzelnen Fällen eventuell auch durch kleinere Kapazitätswerte noch ein genügender Schutz erreicht werden.

Erläuterung: In Tabelle IX und in Fig. 7 sind die für verschiedene Nennspannungen vorausgesetzten Minimalwerte der Stossfestigkeit der zu schützenden Anlagen und die erforderlichen minimalen Kapazitätswerte nach Auswertung gemäss Tabelle VIII angegeben.

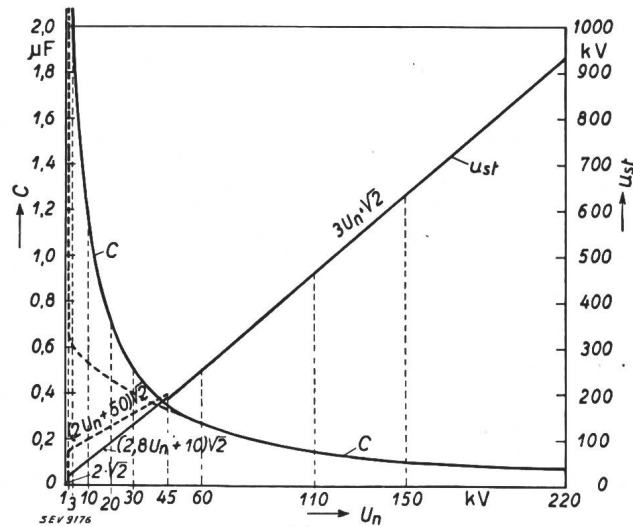


Fig. 7.

Stossfestigkeit der zu schützenden Anlagen und minimal erforderliche Kapazitätswerte.

$U_n$  Nennspannung der zu schützenden Anlage (Effektivwert).  
 $u_{st}$  Minimal erforderliche Stossprüfspannung der zu schützenden Anlage (Scheitelwert).  
 $C$  Minimal erforderliche Kapazitätswerte.

Stossfestigkeit der zu schützenden Anlagen und minimal erforderliche Kapazitätswerte. Tabelle IX.

Nennspannung der zu schützenden Anlage kV	Geforderte Stossprüfspannung der zu schützenden Anlage kV	Minimal erforderliche Kapazitätswerte µF
bis 1	> 2,8	16
3	> 26 oder > 79	2,07 oder 0,60
(6)	> 38 > 88	1,53 0,57
10	> 54 > 99	1,14 0,53
(15)	> 74 > 113	0,86 0,49
20	> 94 > 127	0,70 0,46
30	> 133 > 156	0,50 0,40
45	> 192 > 198	0,35 0,34
60	> 255	0,27
(80)	> 340	0,20
110	> 467	0,145
150	> 635	0,106
220	> 935	0,073

Wo zwei Zahlenwerte angegeben sind, gilt die erste Kolonne für schwach isolierte und die zweite Kolonne für gut isolierte Anlagen (siehe Tab. VII).

3. Anordnung der Schutzkapazitäten.

a) Soll eine bestimmte Anlage gegen atmosphärische Ueberspannungen geschützt werden, so ist für jedes zusammenhängende Sammelschienensystem der zu schützenden Anlage mindestens eine Schutzkapazität von der in Ziff. VII 2 genannten Grösse erforderlich.

b) Wenn einzelne Leitungen von den Sammelschienen betriebsmässig abgetrennt und Ueberschläge an den offenen Leitungsenden verhindert werden sollen, so müssen auch diese Leitungsenden mit einer Schutzkapazität von der in Ziff. VII 2 genannten Grösse versehen werden.

c) Bei Anlagen mit  $n$  eingeführten Freileitungen, die betriebsmässig mit derselben Sammelschiene verbunden sind, kann die nach a) erforderliche Schutzkapazität auf die einzelnen Einführungsstellen aufgeteilt werden.

d) Für die maximal zulässigen Entfernungen zwischen Kapazität und zu schützenden Objekten gelten die gleichen Gesichtspunkte, die in Ziff. V 3 für Ableiter erläutert sind.

4. Erdleitungen.

Die Erdklemmen der Schutzkapazitäten sind mittels möglichst kurzer Erdleitungen an die nächstgelegene Erdungsstelle der Schutz- und Betriebserdung der zu schützenden Anlage zu verbinden (vgl. Art. 15, 16, 19 und 20 der Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen vom Jahre 1933, die auch für Schutzkapazitäten Anwendung finden).

Kabel als Schutzkapazitäten sind in möglichst gut leitendem Erdreich zu verlegen, oder dann nicht nur in der Anlage selbst, sondern auch an der Ueberführungsstelle der Freileitung zum Kabel mit einer guten Erdung zu verbinden, da sonst die Schutzwirkung beeinträchtigt wird.

5. Abtrennvorrichtungen von Schutzkapazitäten.

Nach Art. 63 der Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen vom Jahre 1933 müssen die Schutzkapazitäten zur Kontrolle und Revision von den übrigen unter Spannung stehenden Teilen der Anlage abgetrennt werden können. Hierfür werden mit Rücksicht auf die grosse Blindleistung der Kondensatoren und Kabel in der Regel Schalter erforderlich sein.

Auf den Einbau von Trennstellen vor den Schutzkapazitäten kann bei Transformatorstationen geringerer Bedeutung verzichtet werden, wenn die Station als Ganzes durch einen in der Nähe der Station vorhandenen, genügend leistungsfähigen Freileitungsschalter spannungslos gemacht werden kann. Für solche ist die Einwilligung des Starkstrominspektorates einzuholen.

VIII. Röhren-Ableiter 5).

IX. Grobschutz-Funkenstrecken 5).

X. Erdseile für den Nahzonenschutz 5).

5) Zur Zeit in Vorbereitung.