

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 35 (1944)  
**Heft:** 16  
  
**Rubrik:** Mitteilungen SEV

#### Nutzungsbedingungen

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

#### Conditions d'utilisation

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

#### Terms of use

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

**Download PDF:** 23.02.2026

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

**Zu Trakt. 6: Mitgliedschaftsbeiträge im Jahre 1945**

Für das Jahr 1945 werden die Mitgliedschaftsbeiträge wie folgt festgesetzt:

Investiertes Kapital		Fr.	50.—	Beitrag
von	0 bis 100 000.—	"	100.—	
"	100 001.— "	300 000.— "	100.—	"
"	300 001.— "	600 000.— "	150.—	"
"	600 001.— "	1 000 000.— "	250.—	"
"	1 000 001.— "	3 000 000.— "	450.—	"
"	3 000 001.— "	6 000 000.— "	700.—	"
"	6 000 001.— "	10 000 000.— "	1000.—	"
"	10 000 001.— "	30 000 000.— "	1500.—	"
"	30 000 001.— "	60 000 000.— "	2400.—	"
"	60 000 001.— und mehr	"	4000.—	"

**Zu Trakt. 7: Voranschlag des VSE für das Jahr 1945**

Der Voranschlag für 1945 (S. 450) wird genehmigt.

**Zu Trakt. 8: Voranschlag der Einkaufsabteilung für das Jahr 1945**

Der Voranschlag der Einkaufsabteilung für das Jahr 1945 (S. 451) wird genehmigt.

**Zu Trakt. 9: Bericht und Rechnung der Gemeinsamen Geschäftsstelle**

Von Bericht und Rechnung der Gemeinsamen Geschäftsstelle über das Geschäftsjahr 1943 (S. 436 bzw. 439), genehmigt von der Verwaltungskommission, wird Kenntnis genommen.

**Zu Trakt. 10: Voranschlag der Gemeinsamen Geschäftsstelle für das Jahr 1945**

Vom Voranschlag der Gemeinsamen Geschäftsstelle für das Jahr 1945 (S. 439), genehmigt von der Verwaltungskommission, wird Kenntnis genommen.

**Zu Trakt. 11: Bericht und Rechnung des Schweizerischen Beleuchtungs-Komitees**

Von Bericht und Rechnung des SBK über das Geschäftsjahr 1943 und vom Voranschlag für 1944 (S. 440), wird Kenntnis genommen.

**Zu Trakt. 12: Statutarische Wahlen**

a) Der Vorstand schlägt der Generalversammlung vor, an Stelle der verstorbenen Herren Dr. jur. J. Brugger und Delegierter A. Moll, die Herren Dr. jur. E. Fehr, Direktor der NOK, und S. Bitterli, Direktor der Elektrizitätswerke Wynau, Langenthal, zu wählen.

b) Die 3jährige Amtszeit der Herren F. Kaehr, Luzern, und J. Pronier, Genf, ist abgelaufen. Der Vorstand schlägt der Generalversammlung vor, diese beiden Herren für eine neue Amtsperiode wiederzuwählen.

c) Wahl von 2 Rechnungsrevisoren und 2 Suppleanten: Die bisherigen Rechnungsrevisoren, Herren A. Meyer, Baden, und L. Mercanton, Clarens, sowie der Suppleant, M. Vocat, Sierre, sind bereit, eine Wiederwahl anzunehmen. Der Vorstand schlägt vor, diese Herren in ihrer Eigenschaft wiederzuwählen. An Stelle des verstorbenen Suppleanten Th. Buess, Liestal, schlägt der Vorstand vor, Herrn Rickenbach, Poschiavo, zu wählen, welcher sich mit dieser Wahl einverstanden erklärt hat.

**Zu Trakt. 13: Wahl des Ortes der nächsten Generalversammlung**

Der Vorstand erwartet gerne entsprechende Vorschläge.

**Bericht der Rechnungsrevisoren**

Der Bericht der Rechnungsrevisoren wird den Mitgliedern des VSE später bekanntgegeben.

**Wirtschaftliche Mitteilungen — Communications de nature économique****Ein Eidg. Amt für Brennstoffwirtschaft?**

Postulat Trüb im Nationalrat vom 20. 6. 1944

Dem Eidg. Post- und Eisenbahndepartement sind das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft und das Eidg. Amt für Elektrizitätswirtschaft angegliedert. Nun hat Nationalrat *W. Trüb*, Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich, dem Nationalrat ein Postulat folgenden Wortlautes eingereicht:

In der Energieversorgung unseres Landes wird die Brennstoffwirtschaft auch nach dem Krieg eine massgebende Rolle spielen. Immer mehr sind dann die eigenen Naturschätze weitgehend auszunützen und die im Ausland gekauften Rohstoffe so rationell als möglich zu verwerten.

Die Einfuhr von fremden Brennstoffen und die Verwertung der einheimischen Wasserkräfte, sowie der inländischen Brennmaterialien müssen geregelt werden. Aus den eingeführten Kohlen müssen im Veredlungsbetrieb alle wertvollen Nebenprodukte für die eigene Wirtschaft gewonnen werden. Der Ausbau der Wasserkräfte — ein Teil unserer Urproduktion — ist systematisch zu fördern, die in den Wasserkraftwerken anfallende Elektrizitätsproduktion ist restlos auszunützen.

In der Energieversorgung ist daher eine Koordination in der Verwertung aller verfügbaren Mittel zu verwirklichen.

Unter der Leitung des Post- und Eisenbahndepartements arbeiten auf diesem Gebiet seit Jahren das Amt für Wasserwirtschaft und das Amt für Elektrizitätswirtschaft.

Der Bundesrat wird ersucht, zu prüfen, ob nicht die Schaffung eines Amtes für Brennstoffwirtschaft angezeigt ist zur Sicherung der Zusammenarbeit aller Energieträger unter einheitlicher Leitung, eines raschen systematischen Ueberganges auf eine zweckmässige Friedensordnung in der Energieversorgung und einer frühzeitigen Auswahl und Eingliederung der geeigneten Fachleute und Organisationselemente der heutigen Kriegswirtschaft (Sektion Kraft und Wärme, Sektion Holz).

Mitunterzeichner: Duttweiler, Eggenberger, Häberlin, Maag, Meili, Moeschlin, Munz, Sappeur, Schmid-Zürich, Schmutz, Seematter, Spühler, Stähli, Stirnemann, Zigerli, Zweifel.

**Arbeitsbeschaffungsprogramm der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich**

621.311

Im Bulletin SEV 1944, Nr. 11, S. 285, erschien der Vortrag von W. Pfister, Direktor der Gesellschaft des Aare- und Emmentals (AEK), Solothurn, über «Möglichkeiten in der Elektrizitätswirtschaft für produktive Arbeitsbeschaffung». Darin wurde eingehend über die Erweiterung der Speise- und Verteilanlagen der AEK berichtet und es wurde gezeigt, dass solche Netzausbauten durchaus wirtschaftlich sind.

Die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) haben schon im Januar 1942 und im Mai 1943 die Baudirektion, bzw. die Direktion der Volkswirtschaft des Kantons Zürich, über die in Aussicht genommenen Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen der EKZ orientiert. Unter dem 26. Mai 1944 wurde der Direktion der Volkswirtschaft auf Grund der Entwicklung ein revidiertes Arbeitsbeschaffungsprogramm unterbreitet, das einen Auftragsbestand von 23 Millionen Franken umfasst.

Die Angaben des Programms werden gegenüber der Direktion der Volkswirtschaft als unverbindlich bezeichnet, so namentlich in der Vollständigkeit und in der Verpflichtung zur Ausführung überhaupt, aber auch im Zeitpunkt und in den Kosten. Der Zeitpunkt für Bauten und Änderungen wird oft durch äussere Umstände bestimmt, auf die die Elektrizitätswerke eben keinen Einfluss haben, und die Entscheide müssen oft kurzzeitig gefällt und ausgeführt werden. Daneben gibt es anderweitig auch Arbeiten, die eine weitgehende zeitliche Anpassungsfähigkeit aufweisen.

Ausdrücklich wird festgestellt, dass, abgesehen von den Projekten über eine kräftige Verstärkung der Verteilanlagen, die Absicht über die Durchführung besonders intensivierter

Propagandaaktionen für vermehrten Anschluss für Verbrauchseinrichtungen (z. B. Motoren, Heisswasserspeicher, Kochherde, Waschmaschinen, Kühlschränke, Verbesserung der Beleuchtung) noch nicht einbezogen werden kann. Der Bericht fährt wörtlich folgendermassen weiter:

«Ueber die Vorbereitung solcher Aktionen stehen wir mit Ihrem Beauftragten für Arbeitsbeschaffung seit längerer Zeit in Verbindung, und in neuerer Zeit geben sich auch der Schweizerische Elektrotechnische Verein und der Verband Schweizerischer Elektroinstallationsfirmen intensiver damit ab. Die strikte Voraussetzung für die Durchführung solcher Aktionen ist und bleibt aber die Sicherstellung des Baues eines oder mehrerer hochleistungsfähiger Winterkraftwerke. Auch wenn diese Sicherstellung erfolgt sein wird, ist immer noch mit drei- bis fünfjährigen Baufristen zu rechnen, während denen die Bedienung eines grossen Neuanschlusses von Stromverbrauchsapparaten noch genug Schwierigkeiten und Verlegenheiten verursachen wird und die Ansprüche an eine verständnisvolle Einsicht und gutwillige Befolgung von zeitweisen Einschränkungen in der Bedienung bei den Konsumenten noch sehr gross bleiben werden. Das Fehlen der Sicherstellung solcher Kraftwerke wirkt sich heute schon in der normalen Entwicklung sehr bedrückend und hemmend aus, und dass gar eigentliche Verkaufsorganisationen neuer Anschlussseinrichtungen ausgelöst werden dürfen, ist ganz undenkbar. Für die Fabrikanten aller dieser Einrichtungen hat die Verweigerung der Konzession für die Hinterrheinwerke eine Situation geschaffen, die sich noch zur mehrjährigen Kalamität auswachsen kann und die von massgebenden Stellen und von der Presse in leichtsinniger Weise übersehen wurde. Vielleicht bestehen auch bei Ihnen Möglichkeiten, eine beschleunigte Korrektur dieser Situation zu unterstützen.»

Das Programm ist stark detailliert. Zusammengefasst ergibt sich folgender Ueberblick:

## **Zusammenstellung des Arbeitsbeschaffungsprogramms der EKZ**

	I. Hochbau Fr.	II. Tiefbau Fr.	III. Maschinen u. Einricht. Fr.	Total Fr.
Baureife und finanzierte Projekte . . .	451 300	—	1 280 000	1 731 300
Baureife, aber noch nicht finanzierte Projekte . . . .	630 000	—	1 735 000	2 365 000
Bauvorhaben, die sich in Projektierung befinden . . . .	1 000 000	130 000	5 300 000	6 430 000
Bauvorhaben, deren Projekt. noch nicht begonnen wurde .	293 000	130 000	12 330 000	12 753 000
Summe der geschätzten Kosten aller Bauvorhaben . . .	2 374 300	260 000	20 645 000	23 279 300

Die Bernischen Kraftwerke im Jahre 1943

621 311 21(191 24)

621.511.21(494.24)

Dem allgemeinen Abschnitt des Geschäftsberichtes 1943 der BKW ist zu entnehmen, dass die Energieabgabe mit einer Zunahme von 33 % gegen das Vorjahr die Milliarde kWh überschritten hat. Diese Tatsache wird darauf zurückgeführt, dass sich Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft und Haushalt infolge Kohlen- und Oelmangels auf Elektrizität umstellten. Der Bericht fährt folgendermassen fort:

«Im einzelnen gestaltete sich die Energieabgabe an die verschiedenen Abnehmerkategorien wie folgt (die Zahlen in der Klammer beziehen sich auf das Vorjahr):

Allgemeines Licht- und Kraftnetz: Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft und Haushaltungen	kWh	kWh
Normalbahnen ... ... ...	423 153 463	(365 834 511)
Elektrochemische und elektrothermische Betriebe ...	194 274 660	(126 535 500)
Schweiz. Elektrizitätswerke ...	318 092 342	(152 866 017)
Ausländische Elektrizitätswerke	53 797 000	( 74 252 358)

## Zahlen aus der schweizerischen Wirtschaft

(aus «Die Volkswirtschaft», Beilage zum Schwyzer Handelsamtsblatt)

No.		Juni	
		1943	1944
1.	Import . . . . . (Januar-Juni) . . . . .	145,7 (983,7)	—
	Export . . . . . (Januar-Juni) . . . . .	156,6 (780,2)	—
2.	Arbeitsmarkt: Zahl der Stellensuchenden . . . . .	4857	4017
3.	Lebenskostenindex } Juli 1914 Grosshandelsindex } = 100 {	203 218	208 223
	Detailpreise (Durchschnitt von 34 Städten)		
	Elektrische Beleuchtungs- energie Rp./kWh } (Juli 1914 {	34 (68)	34 (68)
	Gas Rp./m <sup>3</sup> } = 100 {	30 (143)	30 (143)
	Gaskoks Fr./100kg	16,05 (320)	16,57 (330)
4.	Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 30 Städten . . . . .	457	961
	(Januar-Juni) . . . . .	(2827)	(4032)
5.	Offizieller Diskontsatz . . %	1,50	1,50
6.	Nationalbank (Ultimo) Notenumlauf . . . 10 <sup>6</sup> Fr.	2642	3004
	Täglich fällige Verbindlich- keiten . . . . . 10 <sup>6</sup> Fr.	1351	1432
	Goldbestand u. Golddevisen <sup>1)</sup> 10 <sup>6</sup> Fr.	3805	4494
	Deckung des Notenumlaufes und der täglich fälligen Verbindlichkeiten durch Gold 0/0	93,90	99,78
7.	Börsenindex (am 25. d. Mts.) Obligationen . . . . .	134	135
	Aktien . . . . .	184	186
	Industrieaktien . . . . .	306	293
8.	Zahl der Konurse . . . . .	13	14
	(Januar-Juni) . . . . .	(81)	(107)
	Zahl der Nachlassverträge . . .	5	4
	(Januar-Juni) . . . . .	(21)	(17)
9.	Fremdenverkehr		Mai
	Bettenbesetzung in % nach den vorhandenen Betten . . .	1943	1944
		12,5	14,4
10.	Betriebseinnahmen der SBB allein		Mai
	aus Güterverkehr . . .	1943	1944
	(Januar-Mai) . . .	21 680 (115 012)	24 474 (113 670)
	aus Personenverkehr 1000 Fr.	16 518	19 873

Ab. 22. September 1936 in Deller-Daxen.

## **Heizwert und Aschengehalt der Schweizer Kohlen**

Die nachstehenden Angaben sind den Merkblättern des Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amtes entnommen:

### 1. Anthrazit

Aschengehalt in der Regel 20...40 %.

Walliser Anthrazit mit 20 % Aschengehalt besitzt einen Heizwert von rund 5600 kcal/kg. Jeder Zunahme des Aschengehaltes um 5 % entspricht eine Verminderung des Heizwertes um rund 400 kcal/kg.

## 2. Braunkohle

**Aschengehalt ca. 10...30 %.**

Heizwert zwischen 7000 und 3500 kcal/kg.

### **3. Schieferkohle**

Der Heizwert schwankt je nach Wasser- und Aschengehalt zwischen 900 und 2700 kcal/kg.

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.

	Elektrizitätsversorgung der Gemeinde Zollikon		Cie. des forces motr. des lacs de Joux et de l'Orbe Lausanne		Elektra Birseck Münchenstein		Elektrizitätswerke des Kantons Zürich	
	1943	1942	1943	1942	1943	1942	1942/43	1941/42
1. Energieproduktion . . . kWh	—	—	81 495 000	77 055 000	2 340 160	2 173 370	32 409 800	34 429 500
2. Energiebezug . . . kWh	5 209 975	4 199 595	28 766 000	12 902 000	113 386 300	105 984 300	274 587 183	244 521 142
3. Energieabgabe . . . kWh	4 860 152	3 921 364	110 261 000	89 957 000	115 728 460	108 157 670	288 065 000	263 125 000
4. Gegenüber Vorjahr . . . %	+ 24	- 5,8	+ 22,5	- 0,02	+ 7	11,5	+ 9,48	- 0,34
5. Davon Energie zu Abfallpreisen . . . kWh	0	0	42 733 000	23 696 000	11 579 600	12 950 500	16 810 089	15 948 187
11. Maximalbelastung . . . kW	1 440	1 400	25 000	19 000	19 800	17 800	70 900	66 700
12. Gesamtanschlusswert . . . kW	9 832	9 546	26 500	26 500	125 853	122 020	712 935	656 546
13. Lampen . . . . . { Zahl kW	36 700	36 370	273 714	267 967	308 511	301 236	1 488 459	1 450 940
14. Kochherde . . . . . { Zahl kW	394	352	3 246	2 797	5 458	5 134	21 134	20 072
15. Heisswasserspeicher . . . { Zahl kW	870	834	1 736	1 528	4 473	4 363	16 427	15 840
16. Motoren . . . . . , { Zahl kW	1 840	1 774	2 451	2 230	5 589	5 378	18 118	17 365
21. Zahl der Abonnemente . . .	1 826	1 776	22 010	21 793	25 452	25 238	127 868	125 979
22. Mittl. Erlös p. kWh Rp./kWh	8,15	8,04	4,9	5,2	3,99	3,95	5,08 <sup>1)</sup>	5,17 <sup>1)</sup>
<i>Aus der Bilanz:</i>								
31. Aktienkapital . . . . Fr.	—	—	8 000 000	8 000 000	—	—	—	—
32. Obligationenkapital . . . >	—	—	9 300 000	9 700 000	—	—	—	—
33. Genossenschaftsvermögen >	—	—	—	—	1 661 035	1 637 863	—	—
34. Dotationskapital . . . >	—	—	—	—	—	—	12 000 000	13 500 000
35. Buchwert Anlagen, Leitg. >	485 689	540 409	20 615 891	19 672 348	11	11	5 940 001	7 455 001
36. Wertschriften, Beteiligung >	—	—	1 550 001	1 550 001	5 791 005	4 810 005	10 616 000	10 743 000
37. Erneuerungsfonds . . . >	/	?	2 120 095	2 028 211	4 095 048	3 629 122	10 960 000 <sup>2)</sup>	10 590 000 <sup>2)</sup>
<i>Aus Gewinn- und Verlustrechnung:</i>								
41. Betriebseinnahmen . . . Fr.	467 777	363 107	5 464 920	4 743 222	4 618 694	4 271 162	15 467 726	14 303 972
42. Ertrag Wertschriften, Beteiligungen . . . >	—	—	40 050	—	259 527	241 304	498 807	518 795
43. Sonstige Einnahmen . . . >	—	—	—	—	41 872	71 902	47 928	15 040
44. Passivzinsen . . . >	21 332	24 625	401 257	418 403	166 484	42 307	666 122	760 258
45. Fiskalische Lasten . . . >	—	—	681 060	442 211	224 000	185 929	13 197	17 282
46. Verwaltungsspesen . . . >	43 797	40 518	282 319	261 046	172 121	146 665	1 946 180	1 738 400
47. Betriebsspesen . . . >	83 440	50 262	1 647 905	1 455 573	585 059	543 540	3 341 510	3 027 850
48. Energieankauf . . . >	199 218	164 297	681 674	312 874	2 879 834	2 796 401	7 834 244	7 274 420
49. Abschreibg., Rückstellungen >	106 110	83 402	647 510	657 123	454 692	590 133	2 200 697	2 047 051
50. Dividende . . . . . >	—	—	600 000	584 270	—	—	—	—
51. In % . . . . . >	—	—	7,5	6,5	—	—	—	—
52. Abgabe an öffentliche Kassen . . . . . >	—	—	638 930	638 995	—	—	—	—
<i>Uebersicht über Baukosten und Amortisationen:</i>								
61. Baukosten bis Ende Berichtsjahr . . . . Fr.	1 708 834	1 677 443	27 787 013	27 546 046	9 844 625	9 751 293	54 357 998	54 072 300
62. Amortisationen Ende Berichtsjahr . . . . >	1 223 144	1 137 034	7 087 380	6 770 470	9 844 614	9 751 282	48 417 997	46 617 299
63. Buchwert . . . . >	485 689	540 409	20 699 633	20 775 566	11	11	5 940 001	7 455 001
64. Buchwert in % der Baukosten . . . . >	28,5	32,3	74,5	75,4	* 0	0	10,93	13,79

<sup>1)</sup> Erlös pro produzierte kWh.

**2) Inkl. Reservefonds.**

Die Lieferungen an die schweizerischen Elektrizitätswerke werden voraussichtlich in absehbarer Zeit wieder auf einen normalen Umfang zurückgehen.

Die Lieferungen an die ausländischen Elektrizitätswerke, mit denen wir seit vielen Jahren in engen geschäftlichen Beziehungen stehen, erfolgten im Einvernehmen mit den Bundesbehörden.

Vom gesamten Bedarf von 1 067 668 713 kWh konnten 434 876 800 kWh (451 355 800) in den uns gehörenden Kraftwerken erzeugt werden; von den Kraftwerken Oberhasli wurden 382 103 722 kWh (157 614 013), von anderen Elektrizitätswerken 250 688 191 kWh (193 326 283) bezogen.

Die Produktion unserer Kraftwerke wurde durch die grosse

#### Trockenheit im zweiten Halbjahr

beeinträchtigt. Die vermehrte Energieproduktion der Kraftwerke im Oberhasli war uns deshalb besonders wertvoll. Das Kraftwerk Innertkirchen konnte zu Beginn des Berichtsjahrs in Betrieb genommen werden; die Fertigstellungsarbeiten am Zuleitungstollen wurden im Sommer ausgeführt, so dass diese wichtige Anlage nunmehr fertiggestellt ist. Die behördliche Kollaudation erfolgte am 1. Oktober 1943. Die Kraftwerke

Oberhasli können in ihren Anlagen ungefähr 600 000 000 kWh Jahreskonstant-Energie erzeugen, wovon wir nach den Beteiligungsverträgen die Hälfte beziehen dürfen.

Angesichts der grossen Nachfrage nach Energie haben wir verschiedene

#### Projekte für neue Kraftwerke

vorbereitet. Wir werden im Laufe des Jahres 1944 dem Regierungsrat Projekte für die Nutzbarmachung der *Simme zwischen Zweisimmen und Burgholz*, sowie des *Doubs zwischen Soubey und Ocourt* unterbreiten. Die Studien für die Anlage einer Hochdruckakkumulier-Anlage im *Sanetschgebiet* werden gemeinsam mit dem Elektrizitätswerk der Stadt Bern durchgeführt. Im Benehmen mit den Elektrizitätswerken der Städte Basel, Bern und Zürich ist mit dem Studium *weiterer Anlagen im Oberhasli* begonnen worden. Ob für die im Programm des SEV und VSE in Aussicht genommenen Hochdruckakkumulier-Anlagen im *Rheinwald* und im *Bleniotal* Konzessionen erteilt werden, ist ungewiss. Es ist Sache der kantonalen Behörden und des Bundesrates, hierüber zu entscheiden. Die im gleichen Programm erwähnten Laufkraftwerke am Oberrhein zwischen Bodensee und Basel können wegen des Krieges vorläufig nicht gebaut werden.

## Miscellanea

### In memoriam

**Maurice Imer †.** Le 24 novembre est décédé, à Genève, après une courte maladie, M. Maurice Imer, conseil en matière de propriété intellectuelle, membre de l'ASE depuis 1939, membre du Conseil d'administration de la Société anonyme du Bulletin technique de la Suisse romande et vice-président du Comité de patronage de la dite revue.

Succédant en 1925 à son père, M. E. Imer-Schneider, à la direction du bureau de brevets qui porte son nom, à Genève, et qui fut le premier en son genre, président à plusieurs reprises de l'Association suisse des Conseils en matières de propriété intellectuelle, M. Maurice Imer resta de ce fait en relations constantes avec les ingénieurs et hommes de science.



Maurice Imer  
1880—1943

Bien que de formation commerciale et administrative, il ne cessa de marquer une remarquable compréhension à l'égard du monde scientifique et industriel de Suisse et de l'étranger. Il s'était acquis ainsi l'estime et la gratitude de bon nombre de nos collègues. Au militaire, il avait atteint le grade de lieutenant-colonel des troupes de subsistance.

Mais à d'autres titres encore, il convient de rappeler ici sa mémoire, ne serait-ce que pour louer son inlassable servabilité. C'est ainsi que le groupe genevois des anciens élèves de l'Ecole polytechnique (GEP) ne cesse, depuis plus de cinquante-cinq ans (sa fondation remonte au 13 février 1888), d'être convoqué chaque mois par le bureau Imer, aujourd'hui

Imer, Dériaz et Cie, qui assura non seulement sa trésorerie mais l'organisation de la plupart de ses manifestations.

Par le départ de M. Maurice Imer, nombreux sont ceux qui perdent un ami sûr, un collègue dévoué, un chef ferme et bienveillant.

(D'après le Bulletin Technique de la Suisse Romande.)

### Persönliches und Firmen

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

**Fr. Sauter A.-G., Basel.** Zu Direktoren wurden ernannt die bisherigen Prokuristen Chr. Bernet und P. Riesen.

**Aluminiumwerke Neuhausen A.-G. Dr. Hans Hurter** wurde zum Prokuristen ernannt.

**25 Jahre Osram-Gesellschaft.** Durch Zusammenschluss der Glühlampenfabriken der Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, der Siemens & Halske A.-G. und der Osramwerke der Deutschen Gasglühlicht A.-G., entstand am 1. Juli 1919 die *Osram G. m. b. H. Kommanditgesellschaft*. Der Name «Osram» ist gebildet aus der ersten Silbe von Osmium zur Erinnerung an dieses erstverwendete Metall, durch das Auer von Welsbach der Glühlampenfabrikation neue Wege wies, und aus der zweiten Silbe von Wolfram, dem schliesslich als bestgeeignet erkannten und heute ausschliesslich verwendeten Metall für den Leuchtdraht.

### Kleine Mitteilungen

**Verband Schweizerischer Elektroinstallationsfirmen (VSEI).** Der VSEI hielt am 1. Juli in Luzern und auf dem Bürgenstock seine Generalversammlung ab. Als Nachfolger des infolge Krankheit demissionierenden Zentralpräsidenten, K. Rickenbach, Mitglied des SEV seit 1942, wurde Hermann Tanner, Basel, zum neuen Präsidenten gewählt. Vizepräsident wurde Armand Dusserre, Chavannes-Renens, und zum neuen Vorstandsmitglied wurde Hans Werder, Grenchen, gewählt.

**Schweiz. Verein von Gas- und Wasserfachmännern.** Der SVGW hält am 2., 3. u. 4. September 1944 in Chur seine 71. Jahresversammlung ab. Das Programm sieht folgendes vor: Samstag: Werkleiterversammlung nach besonderer Einladung, freie Zusammenkunft; Sonntag: Generalversammlung des SVGW, Bankett und Abendunterhaltung; Montag: Ausflug nach Arosa. Für die Damen bestehen Sonderprogramme.

## Literatur — Bibliographie

621.34 : 63

**L'applicazione dell'elettricità nel campo dell'agricoltura.**  
Di C. A. Giudici. Lugano, Veladini & Co., 1943; 23 × 31 cm, 54 S., 56 Fig.

De cette brochure qui reflète d'une façon éloquente le progrès réalisé en Suisse dans le domaine de l'agriculture, en particulier dans celui du labourage et du hersage électriques<sup>1)</sup>, du séchage électrique des fruits, des légumes et de la jeune herbe<sup>2)</sup> ainsi que de l'irrigation des champs au moyen de pompes électriques, nous retenons en particulier un calcul du prix de revient de l'herbe séchée électriquement.

Dans les conditions actuelles, pour produire 100 kg d'herbe sèche, les frais se répartissent de la façon suivante:

a) Herbe non traitée, contenant 80 % d'humidité:

500 kg d'herbe pris sur le domaine (à fr. 1,60)	fr. 8.—
Les frais de transport jusqu'au séchoir étant trop variables, ne peuvent pas être pris en considération.	

De cette herbe brute on doit éliminer:

eau . . . . . 400 kg	
eau restante . . 10 " } = 100 kg d'herbe sèche	
substance sèche . 90 " }	

b) Frais de séchage proprement dit:

Evaporation de 400 kg d'eau à 750 kcal/kg resp. 750 : 860 = 0,87 kWh/kg	
Energie électrique 400 · 0,87 = 350 kWh à 1,6 cts.	» 5.60
Main d'œuvre pour desservir l'installation: 2 hommes à fr. 2.20 l'heure chacun . . . . .	» 4.40

c) Intérêts et amortissement de l'installation:

Machine pouvant produire 100 kg d'herbe sèche à l'heure . . . . .	fr. 55 000.—
Fondation, transports, montage . . . . .	» 5 000.—
Bâtiment . . . . .	» 10 000.—
	fr. 70 000.—

Intérêts et amortissements annuels 15 % . . . . .	fr. 10 500.—
---	--------------

Production annuelle: 2000 heures à 100 kg = 2000 q

Intérêts et amortissements pour 100 kg d'herbe sèche 10 500 : 2000 . . . . .	» 5.25
--	--------

Frais de séchage totaux pour 100 kg d'herbe sèche . . . . .	= fr. 15.25
---	-------------

Valeur de 100 kg d'herbe sèche . . . . .	= fr. 23.25
--	-------------

Les chiffres suivants par eux seuls en disent long sur les avantages qualitatifs et quantitatifs de l'herbe séchée artificiellement.

Rendement annuel par hectare (ha)

Fenaisons ordinaires	Séchage artificiel
8000 kg de foin	9000 kg d'herbe sèche
500 kg d'albumine	1150 kg d'albumine
3200 kg d'amidon	5000 kg d'amidon
1 ha nourrit 1½ vaches	1 ha nourrit 3 vaches
15 kg de foin ~ 12 litres de lait	3 kg de foin + 6 kg d'herbe sèche ~ 20 litres de lait

Contenu en:

vitamines 1...3 mg de carottine	35...40 mg de carottine
matières minérales 3...4 %	6...8 %
albumine assimilable 6 %	12 %

Pertes par récolte

Foin:	Herbe sèche:
Par temps favorable 40 % de pertes	Indépendant du temps
Par mauvais temps 60 % de pertes	3...5 % de pertes.

Le séchage de la jeune herbe produit un fourrage concentré dont la valeur nutritive se place entre celle de l'avoine et du gros froment. Elle peut donc remplacer partiellement l'avoine pour les chevaux; réduite en poudre, elle peut être donnée comme complément aux porcs et à la volaille. Pour le bétail bovin, elle remplace avantageusement les fourrages concentrés.

Pour les travaux dans les champs un très grand progrès est dû aux stations transformatrices mobiles contenant un transformateur de 50 kVA et permettant le raccord aux lignes de haute tension jusqu'à 8 kV. L'une de ces stations, construite par la maison Sprecher & Schuh, a été décrite dans le Bull. ASE 1943, No. 5, p. 115...118. H. R. M.

<sup>1)</sup> Bull. ASE 1941, Nr. 17, p. 405: «Elektrisch betriebene Bodenkulturmäschinen».

<sup>2)</sup> Bull. ASE 1941, Nr. 3, p. 41...48: «Die wirtschaftliche Grastrocknung unter Ausnützung der überschüssigen Sommer-Energie».

621.395

**Das Buch vom Telephon.** Von L. Bellmont. 192 S., A4, 215 Fig. Verlag: A. Francke A.-G., Bern 1943. Halbleinen. Preis: Fr. 20.—

Beginnend bei dem erstmals 1854 vom französischen Telephonenbeamten Charles Bourseul beschriebenen Prinzip der telephonischen Lautübertragung führt uns der Verfasser in einer sehr angenehmen, auch dem Laien leicht verständlichen Weise durch die Entwicklung der Telephonie. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, werden die Vor- und Nachteile der Freileitungen und Telephonkabel, die Faktoren Kapazität und Selbstinduktion, die Abhängigkeit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit, die Echoerscheinungen, die Pupinisierung und Krarupisierung, das Prinzip der Verstärkerröhre sowie die Prinzipschaltungen des Zwei- und Vierdrahtverstärkers dargelegt.

Die historisch-technische Entwicklung der Telephonzentralen und deren Bedienung ist, wie leicht verständlich, Gegenstand einer besonderen Aufmerksamkeit. Ueber die drei in der Schweiz gebräuchlichen Schaltsysteme, die wichtigsten Apparate der automatischen Telephonie und deren Zusammenbau zu automatischen Zentralen wird in einem besonderen Kapitel berichtet. Das Prinzip der Mehrfachtelephonie, der drahtlosen chiffrierten Telephonie, Fernschreiber, sprechenden Uhr, des Telephonrundspruchs, der Bild-Sender und -Empfänger, Fernmelde- und Alarmzentralen, sowie der Fernmelde- und Fernsteuerungsanlagen wird auch dem Nichtfachmann zugänglich gemacht. Abschliessend legt der Autor noch die Wirtschaftlichkeit des Telephonbetriebes dar und gibt ein sehr interessantes Bild der Entwicklung und des heutigen Standes der schweizerischen Telephonindustrie.

In reizvoller Weise führt uns das sehr gut geschriebene und ganz hervorragend illustrierte Buch vom hübschen, vielsagenden Dokument der alten Zeit mitten in die neueste Entwicklung hinein. Man liest und blättert mit Genuss und wird unversehens der umfassenden Bedeutung des Telephonwesens und der grossen Leistungen der Telephon- und der Kabel-Industrie gewahr.

Dieses mit einem Geleitwort des Generaldirektors der PTT, Herrn Dr. h. c. A. Muri, versehene Buch ist vorerst für den Nichtfachmann bestimmt; aber auch der Fachmann wird sich freuen, ein Werk zu lesen, das, frei von Formeln, die Entwicklung der schweizerischen Telephonie bis zur Gegenwart darstellt.

H. R. M.

**Hochfrequenz-Telephonie- und Fernwirk-Uebertragungen über Hochspannungs-Leitungen.** Herausgegeben von der A.-G. Brown, Boveri & Cie., A4, 20 S., 21 Fig.

Durch diese Schrift gibt Brown Boveri eine Orientierung über das Prinzip und die Anwendungsmöglichkeiten der Hochfrequenzübertragung über Hochspannungsleitungen. An Hand zahlreicher Photographien werden die Apparate der Firma und fertige Anlagen für die verschiedensten Zwecke: Telephonie, Fernmessen, Fernsteuern (Ueberwachen und Regulieren) sowie den Streckenschutz, beschrieben. Abschliessend sind noch einige Worte der Planung neuer Anlagen und dem Verkehr zwischen zwei Stationen und in grösseren Netzen gewidmet.

**Philips Lichttechnische Blätter.** Seit Ende 1943 gibt Philips Mitteilungen «Das Philora-Licht in der Praxis» heraus. Durch die Beschreibung ausgeführter Beleuchtungsanlagen für die verschiedensten Zwecke wird über den Stand und die Möglichkeiten der modernen Lichtquellen auf dem Gebiet der Beleuchtungstechnik orientiert.

Die bisher erschienenen Blätter enthalten: Nr. 1: Ladenbeleuchtung eines Textilgeschäftes mit Leuchtstoffröhren-Lampen (Tageslicht), Nr. 2: Beleuchtung einer Teppichfabrik mit Leuchtstoffröhren (Tageslicht), Nr. 3: Beleuchtung einer Spinnerei mit Quecksilberdampf-Lampen, Nr. 4: Beleuchtung der Universität Fryburg, Nr. 5: Mischlichtbeleuchtung bei General Motors Suisse S. A.

## Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV

### I. Qualitätszeichen



Für Schalter, Steckkontakte, Schmelzsicherungen, Verbindungsdo sen, Kleintransformatoren, Lampenfassungen, Kondensatoren

----- Für isolierte Leiter

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

#### Schalter

Ab 1. Juli 1944

*Späti Söhne & Co., Zürich.*

Fabrikmarke:



Firmenschild

Die im Bulletin SEV 1943, Nr. 26, auf Seite 810 aufgeführten Einbauschalter Typ Ei 501...807 werden auch als Aufbauschalter für die Verwendung in trockenen Räumen hergestellt. Die Schalter weisen ein Gehäuse aus Leichtmetall auf und führen die Typen-Nrn. Ge 501...807.

Ab 1. August 1944

*Späti Söhne & Co., Zürich.*

Fabrikmarke:



Firmenschild

Kastenschalter für 500 V 25 A.

Verwendung: in trockenen bzw. nassen Räumen.

Ausführung: In Gusskasten eingebauter dreipoliger Aus schalter mit Sicherungen. Hebel- oder Druckknopfbetätig ung.

Typ B 23 sv: mit vorgeschalteten Sicherungen.

Typ B 23 sn: mit nachgeschalteten Sicherungen.

Die im Bulletin SEV 1943, Nr. 11, S. 327, aufgeführten End schalter Typ XO 3 . . . werden auch für Betätigung mit Schwimmer ausgeführt. Sie tragen in diesem Fall die Typenbezeichnung YO 3 . . .

#### Kondensatoren

Ab 1. August 1944

*Kondensatoren Freiburg A.-G., Fryburg.*

Fabrikmarke:



CONDENSATEURS FРИBOURG

Störschutzkondensatoren 0,1  $\mu$ F, Typ KTK 5100. 380 V ~, f<sub>0</sub> 1,4 MHz 90° C.

Speziell zur Entstörung von elektrischen Kochherden, Heiss wasserspeichern und andern elektro-thermischen Apparaten mit ferromagnetischen Heizkörpern. Masse: Durchmesser 24 mm, Länge 60 mm.

### Lösung des Vertrages

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

*Elektro-Apparatebau A.-G., Courteulary,*

ist gelöscht worden.

Diese Firma ist daher nicht mehr berechtigt, ihre Schalter mit dem Qualitätszeichen des SEV versehen zu liefern.

## Vereinsnachrichten

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

### Starkstrominspektorat

Ende Juli trat Starkstrominspektor *Arnold Huber* in den Ruhestand. Herr Huber stand während 37 Jahren im Dienste des Starkstrominspektorate. Seine Sachkenntnis, seine zuver-

### IV. Prüfberichte

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

P. Nr. 345.

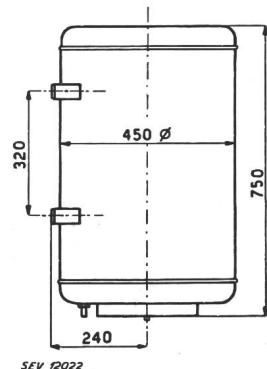
Gegenstand: **Heisswasserspeicher**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 18514 a vom 13. Juli 1944.

Auftraggeber: *E. Weber, Luzern.*

*Aufschriften:*

Emil Weber Luzern  
Hirschmattstr. 52 Telephon 2 25 84  
Apparatebau  
E W E Volt ~ 220 F. N° 0 kW 0,4 Inhalt 30 Fe  
Jahr 1944 Prüf-Betr. atü 16. 6



*Beschreibung:* Heisswasser speicher für Wandmontage gemäss Skizze. Ein Heizelement und ein Temperaturregler mit Sicherheitsvorrichtung einge baut. Erdungsklemme vorhan den.

Der Heisswasserspeicher ent spricht den «Anforderungen an elektrische Heisswasserspei cher» (Publ. Nr. 145).

P. Nr. 346.

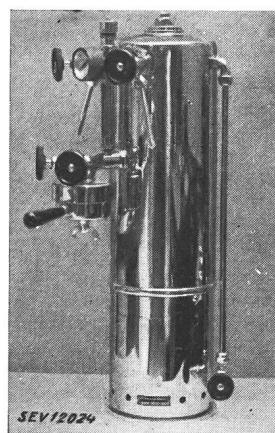
Gegenstand: **Kaffeemaschine**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 18639 vom 21. Juli 1944.

Auftraggeber: *O. Ebner & Co., Basel.*

*Aufschriften:*

O. Ebner & Cie. Basel 5  
No. 532 V 380 ~ W 3000



*Beschreibung:* Kaffeemaschine gemäss Abbildung, mit vom Wasser isolierten Heizelementen. Wasserbehälter, dessen Inhalt durch Heizelemente und einen Druckregler mit Schalter unter Druck auf Temperaturen über 100° C gehalten wird. Armaturen für Kaffeezubereitung sowie Heisswasser- und Dampf entnahme, ferner Sicherheits ventil, Wasserstandsanzeiger, Manometer und Sicherheits vorrichtung gegen Ueberhitzung vorhanden. Der Druck regler wird außerhalb der Ma schine montiert. Anschluss und Erdungsklemmen auf keramischem Material, leicht zu gänglich.

Die Kaffeemaschine hat die Prüfung in sicherheitstechni scher Hinsicht bestanden.

lässige Art und seine Treue im Amt sichern ihm den dauern den Dank des Vereins und des Starkstrominspektorate, aber auch all der zahlreichen Unternehmungen, deren Anlagen er inspiziert und denen er mit Rat und Tat beigestanden hat.

Wir machen unsere Mitglieder darauf aufmerksam, dass am 1. und 2. September folgende Tagungen stattfinden:

### 8. Hochfrequenztagung, Freitag, den 1. September 1944, in Bern

#### Vorträge:

##### Gesichtspunkte beim Bau eines Grosssenders

Referent: Dr. R. Dick, Baden

##### Ausgewählte Kapitel aus der Sendermesstechnik

Referent: Dr. H. Wehrlin, Bern

##### Grenzen der Empfindlichkeit im Empfängerbau

Referent: H. Kappeler, Solothurn

Am Nachmittag findet eine

Besichtigung der Sendestation Münchenbuchsee der Radio-Schweiz statt.

### 3. Tagung für elektr. Nachrichtentechnik, Samstag, den 2. Sept. 1944, in Neuenburg

#### Vorträge:

##### Moderne Kabeltechnik

Referent: Prof. E. Baumann, Zürich

##### Fernsteuern und Fernmelden über Telephonverbindungsleitungen

Referent: F. Trachsel, Bern-Bümpliz

##### Les secrets de la liste des abonnés

Referent: A. Auberson, Bern

Am Nachmittag finden folgende

#### Besichtigungen

statt:

Telephonzentrale Neuenburg mit Fernsteuerungseinrichtungen oder Kabelwerke Cortaillod.

Das genaue Programm dieser beiden Tagungen folgt in der nächsten Nummer.

## Der Entscheid der Bündner Regierung über die Wasserrechtsverleihung für den Stausee Rheinwald und das Zehnjahreprogramm des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke

### (Eine Presenotiz

der Verwaltungskommission des SEV und VSE)

Das 10-Jahre-Kraftwerkbauprogramm des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, das in weiten Kreisen begrüßt und von den Bundesbehörden als Grundlage für die Weiterentwicklung der Energiewirtschaft gutgeheissen wurde, ging davon aus, dass eine Arbeitslosigkeit nur dann wirksam bekämpft werden kann, wenn die notwendige elektrische Energie rechtzeitig und zu möglichst billigen Preisen zur Verfügung steht. Durch das auf umfassenden, sehr sorgfältigen fachmännischen Studien aufgebauten Programm ist festgestellt worden, dass der Ausbau grösserer Winter-Speicherwerke der Kernpunkt für die künftige Elektrizitätsentwicklung sein müsse.

Der endgültige Entscheid über die Wasserrechtsverleihung für den Stausee Rheinwald ist dafür von ausschlaggebender Bedeutung und die Arbeitsbeschaffungskommission (Ako) sowie die in ihr vertretenen Verbände: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein, Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke, Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband und Schweizerischer Energie-Konsumenten-Verband, stellen mit grossem Bedauern fest, dass die Verwirklichung ihrer Bestrebungen durch den Entscheid der Bündner Regierung stark verzögert wird.

Die Ablehnung des Konzessionsbegehrens des Konsortiums Kraftwerke Hinterrhein erfolgte, wie im Entscheid der Bündner Regierung gesagt wird, vorab unter Anrufung von Gründen juristischer Natur, die bei der Aufstellung des 10-Jahreprogrammes, das die technische Entwicklung festlegen sollte, nicht berücksichtigt werden konnten. Die vorgenannten Verbände möchten daher zu jenen rechtlichen Argumentationen keine Stellung beziehen; es wird dies Sache des Bundesrates und des Bundesgerichtes sein. Wenn aber der Entscheid und die damit zusammenhängenden Vernehmlassungen der Bündner Regierung näher untersucht werden, so stellt sich die Situation besonders ernst dar. Man kann sich dem Eindruck nicht entziehen, dass die rechtlichen Erwägungen weitgehend solche des Gefühls waren. Da aber das Ergebnis derselben die Energieversorgung der Schweiz auf lange Sicht hinaus in der ungünstigsten Weise beeinflusst, müssten die Ako und die ihr angeschlossenen Verbände im Bewusstsein der für unser ganzes Land damit verbundenen Folgen tief bedauern, wenn in Zukunft in derartigen Fällen gefühlsmässige Beweggründe einer kleinen Minderheit den lebenswichtigen Bedürfnissen der Mehrheit des Schweizervolkes vorgezogen werden sollten.

Der 10-Jahreplan beruht vor allem auf technischen Voraussetzungen; die Arbeitsbeschaffungskommission und die Verbände, die sie vertritt, müssen vor allem auch Stellung nehmen zu den technischen Erwägungen, die dem Entscheid der Bündner Regierung zugrunde liegen. Es ist festzustellen, dass diese auf offensichtlich unrichtiger Grundlage beruhen und im Widerspruch stehen zu den Feststellungen der von der Bündner Regierung seinerzeit selbst bezeichneten Experten. — Schon aus allgemein volkswirtschaftlichen Gründen geht es nicht an, dass eine Kombination von kleineren Kraftwerken (Kombination D) als praktisch dem Hauptprojekt gleichwertig bezeichnet wird, da ja die nach dieser Kombination erzeugte Energie schon ab Werk, d.h. ohne Berücksichtigung der höheren Uebertragungskosten und -verluste, mindestens 25 % teurer ist.

Der Entscheid stellt zudem auf besondere Arten der Ermittlung von Energiegestehungskosten ab, deren technische und wissenschaftliche Grundlagen nicht anerkannt werden können. Das darf im Interesse des Ansehens unserer Ingenieur-Wissenschaft nicht hingenommen werden. Vor allen Dingen muss weiter festgestellt werden, dass in unserem Lande hauptsächlich Mangel an Winterenergie besteht, den die Ersatzkombinationen viel weniger beheben können als das Hauptprojekt. Wohl liefern erstere etwa 680 Millionen kWh Winterenergie, aber von diesen sind nur 380 Millionen kWh als Speicherenergie jederzeit verfügbar, während der Rest aus zufälligen winterlichen Zuflüssen besteht, die wohl in niederschlagsreichen Jahren vorhanden sind, in trockenen aber nicht, jedenfalls also immer gerade dann fehlen, wenn sie am dringendsten benötigt werden. Das Hinterrhein-Dreistufen-Projekt liefert 700 Millionen kWh Winterenergie, von denen aber mindestens 500 Millionen kWh im Staubecken aufgespeichert sind und nur rund 200 Millionen kWh durch die zufälligen Winterzuflüsse gedeckt werden.

Wie wichtig aber die sichere Verfügungsmöglichkeit über Speichervorräte ist, zeigten besonders die letzten Winter. Man kann in den Wintermonaten die Energieversorgung nur dann sicher aufrecht erhalten und rechtzeitig die nötigen Dispositionen treffen, wenn man über die Energie im Staubecken verfügt.

Die Expertenkommission des Bündner Regierungsrates hat festgestellt, dass volkswirtschaftlich die Hinterrheinwerke mit dem Stausee Rheinwald allen andern Möglichkeiten im Kanton Graubünden vorzuziehen sind, weil sie bei grösserer Energiemenge in bester Qualität die niedrigsten Energiepreise ergeben.

Vom allgemein schweizerischen Standpunkt aus stellt sich die Frage, ob durch andere Werke ausserhalb Graubündens dasselbe Resultat erreicht werden könnte. Die Blenio-Kraftwerke würden mit Einbezug bündnerischer Gewässer ebenfalls bedeutende Winterenergiemengen ergeben. Diese sind aber nur dann vorhanden, wenn ein grosses Staubecken im bündnerischen Greinagebiet errichtet werden kann und dessen Wasser nach Süden abgeleitet wird. Die Kraftwerkprojekte, die das Wasser der Urner Einzugsgebiete und solcher aus andern Kantonen mit Stausee im Urserental nutzbar machen sollen, stellen ganz besonders grosse Winterenergiemengen in

Aussicht. Das Studiensyndikat der Urserenkraftwerke hat inzwischen ein Projekt fertiggestellt. Ueber dieses Projekt wird sich vorerst die konzessionsverleihende Behörde zu äussern haben.

Es sollten aber so rasch wie möglich bedeutende Winterenergiemengen beschafft werden; es bedeutet daher der ablehnende Entscheid der Bündner Regierung, falls er bestätigt würde, eine Verzögerung des Ausbaues unserer Versorgung mit Winterenergie, die während langer Zeit überhaupt nicht mehr nachgeholt werden kann, so dass mit einem sich über viele Jahre erstreckenden Energiemangel namentlich im Winter und der damit verbundenen Erschwerung der Arbeitsbeschaffung in unserem Lande zu rechnen ist.

Diese Ueberlegungen veranlassen die Arbeitsbeschaffungskommission und die von ihr vertretenen Verbände, öffentlich ihrem Bedauern über die durch den Entscheid der Bündner Regierung geschaffene Lage Ausdruck zu geben, gleichzeitig aber auch die Hoffnung auszusprechen, dass die oberste Landesbehörde alles tun werde, was in ihrer Macht steht, um im Interesse der überwiegenden Mehrheit des arbeitenden Schweizervolkes dem Kernpunkt des Kraftwerkbauprogramms zum Durchbruch zu verhelfen.

### Leitsätze für Hochspannungskabel

#### Zulässiger Höchstwert des Leiterwiderstandes, gemessen am fertig fabrizierten Kabel

Ziff. 7 der Leitsätze für Hochspannungskabel gibt den spezifischen Widerstand bei 20° für Kupfer und Aluminium. Ziff. 9 lautet:

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

Die Messung des Widerstandes erfolgt an allen Leitern einer Lieferung.»

Der Vorstand des SEV stimmte am 12. 7. 1944 auf Antrag des CES (FK 20) einer Tabelle zu, welche die auf Grund der Ziff. 7 und 9 berechneten zulässigen Höchstwerte des Leiterwiderstandes am fertig fabrizierten Kabel enthält, und er beschloss, die Tabelle, die an sich nichts Neues leistet, aber in der Praxis nützlich ist, im Bulletin zu veröffentlichen; sie soll ferner der nächsten Auflage der Leitsätze (Publikation Nr. 164 des SEV) als Anhang beigegeben werden. Die Tabelle lautet:

*Zulässige Höchstwerte des Leiterwiderstandes von fertig fabrizierten Kabeln, berechnet nach den in Ziff. 7 gegebenen Materialkonstanten und der in Ziff. 9 vorgeschriebenen maximalen Widerstandszunahme von 4% des versilten Leiters gegenüber dem massiven Leiter*

Anhang 2 der Leitsätze für Hochspannungskabel

Nennquerschnitt mm <sup>2</sup>	Leitermaterial Cu Widerstand bei 20° C Ω/km	Leitermaterial Al Widerstand bei 20° C Ω/km
1	17,93	29,33
2,5	7,172	11,73
4	4,482	7,332
6	2,988	4,888
10	1,793	2,933
16	1,121	1,833
25	0,7172	1,173
35	0,5123	0,8380
50	0,3586	0,5866
70	0,2561	0,4190
95	0,1887	0,3087
120	0,1494	0,2444
150	0,1195	0,1955
185	0,09691	0,1585
240	0,07470	0,1222
300	0,05976	0,09776
400	0,04482	0,07332
500	0,03586	0,05866
1000	0,01793	0,02933

### Neue Veröffentlichungen des SEV

Folgende neu gedruckten Vorschriften und Sonderdrucke aus dem Bulletin SEV können unter den angegebenen Publikations- und Sonderdrucknummern bei der Gemeinsamen Geschäftsstelle des SEV und VSE bezogen werden:

#### a) Vorschriften, Regeln, Leitsätze

Publ. Nr. 166: Normalien zur Prüfung und Bewertung von Verbindungsdozen für Hausinstallationen. Fr. 2.— (1.50).

Publ. Nr. 167: Normalien zur Prüfung und Bewertung von Lampenfassungen in Hausinstallationen (Lampenfassungsnormalien des SEV). Fr. 3.50 (3.—).

Publ. Nr. 168: Schweizerische Leitsätze für die Beleuchtung von Fernverkehrstrassen. Fr. —50. (Dieselben in zweisprachiger Ausgabe Fr. 1.—.)

Publ. Nr. 169: Uebereinkunft betr. die Zusammenarbeit der Stark- und Schwachstrom-Interessenten bei der Bekämpfung der Radioempfangsstörungen. Fr. 1.— (—50).

Publ. Nr. 170: Normalien zur Prüfung und Bewertung von Kondensatoren, mit Ausschluss der grossen Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors. Fr. 1.50 (1.—).

Publ. Nr. 171: Verfügung des eidg. Post- und Eisenbahndepartementes betr. die Begrenzung der Störfähigkeit elektrischer Apparate kleiner Leistung, zum Schutze des Radioempfangs gegen Störungen durch Schwach- und Starkstromanlagen vom 15. Dez. 1942. Fr. —50 (—30).

Publ. Nr. 172: Vorschriften über die Sicherheit von Apparaten für Elektroschall, Elektrobild, Nachrichten- und Fernmeldetechnik (Vorschriften für Apparate der Fernmeldetechnik, VAF). Fr. 1.50 (1.—).

#### b) Statistische Werke

Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz nach dem Stande auf Ende 1942 (Ausgabe Februar 1944). Bearbeitet vom Starkstrominspektorat (Ingenieur F. Sibler). Fr. 20.— (15.—).

#### c) Sonderdrucke

Nr. S 1360: Gewittermessungen der Jahre 1936 und 1937. Bericht an die Forschungskommission des SEV und VSE für Hochspannungsfragen (FKH). Von K. Berger, Zürich (Jahrgang 1943, Nr. 13). Fr. 2.— (1.50).

Nr. S 1370: Berührungsheizung. Von A. Imhof, Zürich (Jahrgang 1943, Nr. 18). Fr. 1.50 (1.20).

Nr. S 1373: Ist das Nachimprägnieren von Leitungsstangen wirtschaftlich? Von F. Wecker-Frey, Zürich (Jahrgang 1943, Nr. 20). Fr. —40 (—20).

Nr. S 1374: Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der elektrischen Traktion in der Schweiz. Von Prof. Dr. K. Sachs, Baden (Jahrgang 1943, Nr. 20). Fr. 4.— (3.—).

Nr. S 1375: Der schweizerische Energiebedarf und der Ausbau der Hinterrhein-Wasserkräfte mit dem Staumauer Rheinwald. Von G. Lorenz, Thusis (Jahrg. 1943, Nr. 23). Fr. —80 (—50).

Nr. S 1376: Die neue Heizvorrichtung des Mittelwertschreibers «Maxigraph» (Jahrg. 1943, Nr. 21). Fr. —50 (—30).

Nr. S 1377: Vermehrung der Winterleistung des Kraftwerkes Orsières. Von der Schweizerischen Elektrizitäts- und Verkehrsgesellschaft, Basel (Jahrgang 1943, Nr. 24). Fr. 1.50 (1.—).

Nr. S 1380: Vom Blitz einschlag bedingter Spannungsverlauf an einer am Ende einer Freileitung angeschlossenen Kapazität. Bericht an die Forschungskommission des SEV und VSE für Hochspannungsfragen (FKH). Von K. Berger, Zürich, und J. Giaro, Winterthur (Jahrgang 1944, Nr. 1). Fr. 2.— (1.50).

Nr. S 1381: Eine neue Schaltung für die Erzeugung zeitproportionaler Ablenkungen in Kathodenstrahl-Oszillographen. Von K. Berger, Zürich (Jahrgang 1944, Nr. 2). Fr. 1.50 (1.—).

Nr. S 1382: **Die Blitzmeßstation auf dem Monte San Salvatore.** Von K. Berger, Zürich (Jahrgang 1943, Nr. 26). Fr. —.80 (—.50).

Nr. S 1383: **Die Grundlagen der Widerstandsschweissung.** Referat, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 5. Mai 1943 in Basel. Von P. Vögeli, Wettingen (Jahrgang 1943, Nr. 23). Fr. 1.50 (1.—).

Nr. S 1384: **Zukunftsprobleme der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft.** Von A. Strickler, Küsnacht (Jahrgang 1944, Nr. 1). Fr. 2.— (1.50).

Nr. S 1388: **Die Kleinspannungslampe für allgemeine Beleuchtungszwecke.** Von E. Frey, Zürich (Jahrgang 1944, Nr. 3). Fr. —.80 (—.50).

Nr. S 1389: **Die 150-kV-Leitung Innertkirchen-Wimmis-Mühleberg der Bernischen Kraftwerke A.-G.** Von H. Oertli und W. Köchli, Bern (Jahrgang 1944, Nr. 3). Fr. 2.— (1.50).

Nr. S 1391: **Das UNDAËR-System, ein neuer Weg in der Installationstechnik.** Von A. Roth, Aarau (Jahrgang 1944, Nr. 5). Fr. —.50 (—.30).

Nr. S 1396: **Die Messwandler im Kraftwerk Verbois und in der Verteilanlage des thermischen Kraftwerkes Genf.** Von J. Goldstein, Zürich (Jahrgang 1944, Nr. 6). Fr. 1.20 (—.80).

Nr. S 1397: **Ueber die Störungen des Rundspruchempfanges durch Trolleybusanlagen.** Von W. Gerber und J. Meyer de Stadelhofen, Bern (Jahrgang 1944, Nr. 7). Fr. 1.20 (—.80).

Nr. S 1399: **Eine neue automatische Parallelschalteinrichtung: Der Ultrarapid-Synchronisator.** Von A. Ganteben und J. Jäckle, Zürich-Oerlikon (Jahrgang 1944, Nr. 7). Fr. —.80 (—.50).

Nr. S 1400: **Das Alutherm-Schweissverfahren zur Verbindung von Leitern aus Aluminium und Aluminium-Legierungen.** Von Adolf Schiltknecht, Neuhausen (Jahrgang 1944, Nr. 2). Fr. 1.20 (—.80).

Nr. S 1401: **Zur Geschichte des pumpenlosen, edelgasgefüllten Quecksilberdampf-Mutators mit Stahlgefäß.** Von Eduard Gerecke, Genf (Jahrgang 1944, Nr. 6). Fr. —.80 (—.50).

Nr. S. 1406: **Contribution à l'étude du mécanisme de la disruption électrique des câbles.** Par J. Borel, Cortaillod (Jahrgang 1944, Nr. 9). Fr. —.80 (—.50).

Nr. S 1407: **Eine neue Filmschleuse für Kathodenstrahl-Oszillographen, Elektronen-Mikroskope und Elektronen-Beugungsgeräte.** Von K. Berger, Zürich (Jahrgang 1944, Nr. 9). Fr. —.80 (—.50).

#### d) Broschüren

Die Enteignung für die Fortleitung und Verteilung elektrischer Energie. Von Dr. iur. M. Bugmann, Zürich. Fr. 7.—.

Das faktische Monopol der Gemeinden auf dem Gebiete der Elektrizitätsversorgung. Von Dr. Ed. Weber, Bern. Fr. 1.50.

Trocknen, Obst — Gemüse — Gras. Von Oberingenieur E. Höhn, Rüschlikon. Fr. 6.—.

Für Mitglieder des SEV gelten die in Klammern gesetzten reduzierten Preise.

#### Vorort des Schweizerischen Handels- und Industrie-Vereins

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

Uebergangsregelung im Waren- und Zahlungsverkehr mit Deutschland; Verlängerung bis zum 15. Juli 1944.

Arbeitsbeschaffung in der Privatwirtschaft, Anwendung des Genfer Gesetzes betr. die Familienzulagen. Wirtschaftsverhandlungen mit Deutschland: Autonome Aufrechterhaltung der Einzahlungspflicht im Verrechnungsverkehr mit Deutschland.

Zahlungsverkehr mit Chile. Schweizerische Pensionskassenstatistik 1941/42; Heft 1 der Berichte zur Eidg. Alters- und Hinterlassenen-Versicherung.

Dollarbewirtschaftung: 1. Diskontierung und Bevorschussung von Guthaben auf Sperrkonto I; 2. Vorlage von Dokumenten beim Dollarangebot an die Schweizerische Nationalbank; 3. Uebernahme von Dollars aus Speditions- und Versicherungsforderungen.

Paketpostverkehr mit dem Ausland: Annahme von Postpaketen durch die Postverwaltung trotz Unterbruch der Verkehrswege.

Teuerungszulagen der Angestellten. Revision des Abkommens vom 10. Juni 1942.

Kriegsgewinnsteuer; Rückstellungen und Rückerstattungen zur Arbeitsbeschaffung.

#### Anmeldungen zur Mitgliedschaft des SEV

Seit 5. Juli 1944 gingen beim Sekretariat des SEV folgende Anmeldungen ein:

a) als Kollektivmitglied:

Gemeinde-Elektrizitätswerk Beckenried.

b) als Einzelmitglied:

Amrein Hs., Zentralenchef GGB, Zermatt.

Dietlin J., ingénieur, Nufenenstr. 19, Basel.

Küpfer Adolf, Betriebsleiter, Bettlachstr. 128, Grenchen.

Leuthold E., techn. Unternehmungen, Ennenda.

Rusterholz V., Elektroingenieur ETH, Attenhoferstr. 2, Wettingen.

Scherrer A., Wohlenstrasse, Bremgarten.

Schneider Jacques, Direktor der Mühlen AG, Interlaken.

Siegwart H., Direktor der Verkehrsbetriebe der Stadt Luzern,

Luzern.

Tanner H., Zentralpräsident des VSEI, Landskronstr. 52, Basel.

Vouilloz A., Usine CFF, Châtelard.

c) als Jungmitglied:

Florin L., cand el. ing., Forchstr. 58, Zürich.

Abschluss der Liste: 8. August 1944.

## Regeln für Spannungsprüfungen

Der Vorstand des SEV veröffentlicht hiermit den vom CES (FK 8) aufgestellten Entwurf der Regeln für Spannungsprüfungen. Diese Regeln sollen die entsprechenden Teile der «Spannungsnormen» aus den Jahren 1920/22, veröffentlicht im Bulletin SEV 1923, Nr. 8, S. 455, ersetzen. Damit können die genannten «Spannungsnormen» nun außer Kraft gesetzt werden, da die übrigen Teile bereits durch die Publikation 157 des SEV («Genormte Werte») und durch weitere Arbeiten ersetzt wurden.

Der Vorstand lädt die Mitglieder des SEV ein, diesen Entwurf zu prüfen und allfällige Bemerkungen schriftlich im Doppel bis zum 9. Sept. 1944 dem Sekretariat, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, einzureichen. Wenn bis zum genannten Datum keine Bemerkungen eingehen, so wird der Vorstand annehmen, die Mitglieder des SEV seien mit dem Entwurf einverstanden. Er wird dann auf Grund der ihm von der Generalversammlung 1943 erteilten Vollmacht diese Regeln in Kraft setzen und die Geltung der alten «Spannungsnormen» aufheben.

Entwurf

## Regeln für Spannungsprüfungen

### Vorwort

Seit der Inkraftsetzung der Normen für Spannungen und Spannungsprüfungen («alte Spannungsnormen») durch die Generalversammlungen vom 5. 6. 1920, 12. 12. 1920, 25. 9. 1921 und 16. 12. 1922, veröffentlicht im Bulletin SEV 1923, Nr. 8, S. 455, brachten die Verhandlungen im Schosse der Commission Electrotechnique Internationale (CEI) neue Beschlüsse, die auch vom SEV zu beachten waren. Im besonderen kam das ganze Gebiet der Stoßspannungen hinzu. Das CES sah sich deshalb veranlasst, die Messmethoden für die Prüfspannungen zu überarbeiten und auf den heutigen Stand zu bringen.

Die vorliegenden Regeln stimmen, soweit solche bestehen, mit den Empfehlungen des CEI überein, namentlich der Abschnitt II, Prüfung mit Stoßspannungen, mit 8 (Bureau Central) 502, vom Januar 1938 (Entwurf): «Spécifications générales pour les essais de choc», und

der Abschnitt III, genormte Kugelfunkenstrecken, mit «Révision du Fascicule 52, Projet 8 (Bureau Central) 601, vom März 1939: «Règles pour la mesure de la tension d'essai dans les essais diélectriques au moyen d'éclateurs à sphères.» Diejenigen Eichwerte und Eichtabellen, die in der Veröffentlichung der CEI nicht enthalten sind, stimmen mit VDE 0430/XI. 1939 überein. Der SEV wird die Eichwerte auch in Kurvenform herausgeben (5 × 12 Blätter).

Diese Regeln ersetzen aus den alten Spannungsnormen folgende Artikel: 10...12 und 17...22, die hiermit ausser Kraft gesetzt werden.

## I. Prüfung mit Wechselspannung von Industriefrequenz

### I A. Begriffserklärungen

1. Der Ueberschlag eines Prüfobjektes ist eine vollständige Entladung, die im Medium ausserhalb des Prüfobjektes zwischen den beiden Elektroden erfolgt, an welche die Spannung gelegt wird.

2. Der Durchschlag eines Prüfobjektes ist eine vollständige Entladung, die innerhalb des Prüfobjektes ganz oder teilweise durch das zur Isolation benützte Material zwischen den Elektroden erfolgt, an welche die Spannung gelegt wird.

3. Die Glimmentladung ist eine unvollständige Entladung im gasförmigen Dielektrikum. Sie erfolgt mit einem ruhigen, sehr schwachen Lichteffekt.

4. Die Büschelentladung ist eine unvollständige Entladung im gasförmigen oder flüssigen Dielektrikum, ausgehend von einer oder beiden Elektroden, an welche die Spannung gelegt wird. Die Büschelentladung besitzt einen ruhenden, leicht sichtbaren Büschelstiel, welcher sich am Ende in eine büschelförmige Glimmentladung ausweitet.

5. Die Gleitentladung ist eine unvollständige, stromstarke Entladung, die längs der Oberfläche eines festen oder flüssigen Isolierstoffes des Prüfobjektes erfolgt, ausgehend von einer oder beiden Elektroden, an welche die Spannung gelegt wird. Sie tritt meistens als knatternde, stark leuchtende Entladung auf.

6. Die Ueberschlagsspannung ist die Spannung, bei welcher am Prüfobjekt ein Ueberschlag nach Ziff. 1 erfolgt. Sie ist für ein bestimmtes Prüfobjekt abhängig von der Prüfanordnung und, sofern der Ueberschlag in Luft erfolgt, von Luftdichte und Luftfeuchtigkeit. Zum Messwert sind die zugehörigen Werte von Luftdruck in mm Hg, Lufttemperatur in °C und absoluter Luftfeuchtigkeit in g/m<sup>3</sup> anzugeben.

Die Ueberschlagsspannung 760/20 ergibt sich aus der Spannung, die beim Ueberschlag unter den beim Versuch herrschenden atmosphärischen Bedingungen gemessen wurde, durch Umrechnung nach der in Ziff. 56 für den Einfluss der Luftdichte gegebenen Formel auf einen Luftdruck von 760 mm Hg und eine Lufttemperatur von 20° C; dazu ist

die absolute Luftfeuchtigkeit, bei der die Messung erfolgte, anzugeben. Wenn besondere Regeln dies verlangen und die Art der Umrechnung zahlenmäßig angeben, so ist die gemessene Spannung auch noch auf die Luftfeuchtigkeit von 11 g/m<sup>3</sup> zurückzuführen. Der neue Wert erhält dann die Bezeichnung Ueberschlagsspannung 760/20/11.

Erfolgt der Ueberschlag in Oel, so ist die Ueberschlagsspannung vom Oeldruck und vom Zustand des Oeles abhängig.

7. Die Durchschlagsspannung ist die Spannung, bei der am Prüfobjekt ein Durchschlag nach Ziff. 2 erfolgt. Sie ist, sofern der Durchschlag durch festes Material erfolgt, unabhängig vom äussern Luftdruck.

8. Die Prüfspannung ist die meist in Abhängigkeit von der Nennspannung des Materials vereinbarte oder vorgeschriebene, also im allgemeinen unveränderliche, Spannung, welche während einer ebenfalls vereinbarten oder vorgeschriebenen Prüfdauer an das nach Ziff. 18 oder 46 angeordnete Prüfobjekt gelegt wird. Es darf dabei am Prüfobjekt weder Durchschlag, noch Ueberschlag auftreten.

### I B. Forderungen an die Prüfanlage

9. Form der Spannungskurve. Die Spannung der Prüfgruppe mit angeschlossenem Prüfobjekt soll von der Sinuskurve in keinem Punkt um mehr als 10 % des Scheitelwertes abweichen. Die Kontrolle erfolgt zweckmässig mit Hilfe eines Oszillographen, der über einen geeigneten Spannungsteiler an die Hochspannung angeschlossen wird.

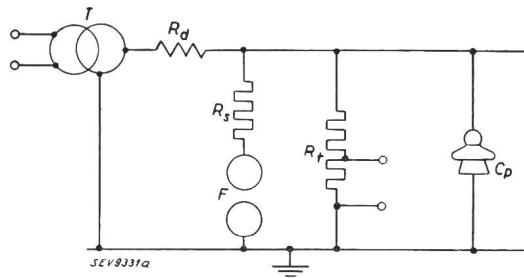


Fig. 1.  
Schaltung für die Prüfung mit Wechselspannung von Industriefrequenz.

T Prüftransformator. F Kugelfunkenstrecke. C<sub>p</sub> Prüfobjekt. R<sub>s</sub> Schutzwiderstand. R<sub>d</sub> Dämpfungswiderstand, fakultativ. R<sub>t</sub> Spannungsteiler, fakultativ.

10. Regulierung der Spannung. Die Spannung soll mindestens in der oberen Hälfte des verlangten Endwertes so gesteigert werden können, dass keine sprunghaften Änderungen von mehr als 1 % des Endwertes auftreten.

11. Leistung des Prüfaggregates. Die Leistung der Anlage soll dem Prüfobjekt angepasst sein; für Versuche unter Regen soll die Anlage bei der verlangten Spannung einen Dauer-Kurzschlußstrom von mindestens 0,2 A aufweisen.

12. Schaltung des Prüfaggregates. Die übliche Schaltung entspricht dem Schema Fig. 1.

Wird ein Dämpfungswiderstand R<sub>d</sub> verwendet, so ist dieser so zu bemessen, dass der bei Kurzschluss an ihm erzeugte Spannungsabfall 15 % der Nennspannung der Prüfanlage nicht überschreitet.

### I C. Messung der Prüfspannung von Industriefrequenz

13. Messmethoden. Bei dielektrischen Prüfungen wird der Scheitelwert der Prüfspannung als massgebend betrachtet.

Der Scheitelwert der Prüfspannung wird im allgemeinen mit der Kugelfunkenstrecke gemessen. Andere Messverfahren können angewendet werden, sofern ihre Zuverlässigkeit und Genauigkeit durch Vergleich mit der Kugelfunkenstrecke erwiesen wird. Im besonderen ist für Spannungen bis 5000 V Messung mit Spannungswandler und Voltmeter zweckmässig.

14. Anschluss der Kugelfunkenstrecke. Bei der Verwendung von Kugelfunkenstrecken zur Spannungsmessung ist

zu verhindern, dass durch die Ueberschläge der Funkenstrecke Ueberspannungen am mitangeschlossenen Prüfobjekt auftreten. Zu diesem Zwecke und zur Begrenzung des Stromes beim Ansprechen der Funkenstrecke ist ein induktionsarmer Widerstand ( $R_s$ ) mit ihr in Reihe zu schalten.

Bei einpoliger Erdung der Kugelfunkenstrecke ist der Schutzwiderstand ( $R_s$ ) so nahe als möglich an die spannungsführende Kugel anzuschliessen. Sind beide Kugeln gegen Erde isoliert, so ist der Schutzwiderstand ( $R_s$ ) je zu ungefähr der Hälfte so nahe als möglich an die beiden Kugeln anzuschliessen. Der Schutzwiderstand soll auf keinen Fall in Serie mit dem Prüfobjekt liegen.

Der Schutzwiderstand ist so zu bemessen, dass durch den Spannungssabsfall infolge des Ladestromes der Messfunkenstrecke kein Messfehler von mehr als 1 % entsteht. Die sich aus diesen Forderungen ergebenden höchstzulässigen Widerstandswerte betragen bei 50 Hz  $10^5\ldots10^6$  Ohm.

Für die Messung von Wechselspannungen mit andern Frequenzen als 50 Hz ändern die höchstzulässigen Widerstandswerte umgekehrt proportional mit der Frequenz.

**Bemerkung:** Für Gleichspannungsmessungen sind die zulässigen Widerstandswerte durch die Ableitungs- und Sprühverluste begrenzt.

**15. Anschluss des Voltmeters.** Das für die Spannungsmessung mit der Kugelfunkenstrecke erforderliche Voltmeter wird entweder an die Unterspannung oder über Spannungswandler bzw. Spannungsteiler an die Oberspannung des Prüftransformators angeschlossen.

**16. Eichung mit der Kugelfunkenstrecke.** Vor der Eichung ist die Kugelfunkenstrecke von Staub, Unreinigkeiten und Rauheiten zu befreien. Staubrückstände sind durch Ueberschläge bei Spannungen, welche über den verwendeten Werten liegen, abzubrennen. Das Prüfobjekt wird während dieser Vorbereitung nicht angeschlossen.

Um den Einfluss der Belastung der Prüfanlage durch das Prüfobjekt (Kapazität und Ableitung) zu berücksichtigen, wird die Eichung immer mit angeschlossenem Prüfobjekt ausgeführt.

Die Eichung des Voltmeters mit der Kugelfunkenstrecke erfolgt grundsätzlich bei einer Spannung, die  $15\ldots20$  % unterhalb der verlangten Prüfspannung liegt. Die Eichung kann nach folgenden beiden Verfahren vorgenommen werden:

- Bei gleichbleibender Schlagweite der Kugelfunkenstrecke wird die Spannung bis zum Ueberschlag gesteigert. Die Spannungssteigerung vom halben Wert der Ueberschlagsspannung bis zum Ueberschlag soll kontinuierlich erfolgen und mindestens 30 Sekunden dauern;
- bei gleichbleibender Spannung werden die Kugeln langsam bis zum Ueberschlag einander genähert.

Bei beiden Verfahren ist die Eichung in Intervallen von ca. 1 Minute so oft zu wiederholen, bis mindestens 3 aufeinanderfolgende Ablesungen am Voltmeter, resp. der Schlagweite beim Ansprechen der Funkenstrecke, Werte ergeben, welche nicht mehr als 3 % voneinander abweichen. Das Mittel dieser 3 Ablesungen wird als Mass der an der Funkenstrecke eingestellten Spannung angesehen.

**17. Eichung beim Auftreten stromstarker Entladungen im Prüfstromkreis.** Die Eichung nach Ziffer 16 ist nur zulässig, wenn innerhalb der letzten 20 % der Spannungssteigerung am Prüfobjekt nicht derartige Entladungen entstehen, dass das Uebersetzungsverhältnis des Prüftransformators erheblich geändert wird. Auch gleichzeitig an der Kugelfunkenstrecke und am Prüfobjekt auftretende Ueberschläge ergeben unzuverlässige Messungen.

Sollen Spannungen gemessen werden, bei denen am Prüfobjekt stromstarke Entladungen (Gleitfunken) auftreten, so ist eine Eichkurve des Voltmeters mit der Kugelfunkenstrecke im Gebiete unterhalb der Entladungsgrenze aufzunehmen und oberhalb der Entladungsgrenze der zu bestimmende Spannungswert für die Prüfung durch Extrapolation zu ermitteln.

Da durch Extrapolation über einen grösseren Bereich nicht mehr in allen Fällen gradlinige Abhängigkeit der Oberspan-

nung von der Anzeige des Spannungsmessers im Unterspannungskreis zu erwarten ist, empfiehlt es sich, hierbei mehr als einen Punkt aufzunehmen und dann graphisch zu extrapoliieren.

## I D. Durchführung der Spannungsprüfung und Messung der Ueberschlag- und Durchschlag-Spannung

### 18. Allgemeine Bedingungen.

a) **Anordnung des Prüfobjektes.** Das Prüfobjekt wird, sofern die Prüfanlage das erlaubt, in einer Anordnung der Prüfung unterworfen, welche den Betriebsbedingungen möglichst nachgebildet ist. Verstellbare Sicherheitsfunkenstrecken dürfen jedoch für die Durchführung der Prüfungen nach Ziff. 19 und 20 auseinandergenommen oder entfernt werden, sofern dies zur Vermeidung von Ueberschlägen nötig ist.

b) **Atmosphärische Bedingungen.** Um bei ungünstigen atmosphärischen Verhältnissen Ueberschläge von Luftstrecken zu vermeiden, kann die Durchführung der Prüfung nach Ziff. 19 und 20 so lange nicht verlangt werden, als der Korrekturfaktor, ermittelt nach der in Ziff. 56 für den Einfluss der Luftdichte gegebenen Formel, kleiner als 0,92 ist.

**Erläuterung:** Da beim Versuche die Ueberschlagsspannung in Luft von der Luftdichte und von der Luftfeuchtigkeit abhängig, also ein veränderlicher Wert ist, steht die Prüfspannung nach Ziff. 8 zur Ueberschlagsspannung nach Ziff. 6 in keinem festen Verhältnis. Dagegen steht die bei festem Dielektrikum von den atmosphärischen Verhältnissen unabhängige Durchschlagsspannung nach Ziff. 7 zur Prüfspannung in einem festen Verhältnis.

Wenn beispielsweise das Prüfobjekt so gebaut ist, dass die bei 760 mm Hg Luftdruck,  $20^\circ\text{C}$  Temperatur und  $11 \text{ g/m}^3$  Luftfeuchtigkeit gemessene Ueberschlagsspannung etwa 10 % über der Prüfspannung liegt, ist bei der Prüfung unter beliebigen atmosphärischen Bedingungen mit dieser unveränderlichen Prüfspannung kein Ueberschlag zu erwarten, solange die atmosphärischen Einflüsse die Ueberschlagsspannung gegenüber den Normalbedingungen um nicht mehr als 10 % herabsetzen. Da Ueberschläge zu Beschädigungen Anlass geben können, soll die Prüfung verschoben werden, wenn die atmosphärischen Bedingungen Ueberschläge an Luftstrecken erwarten lassen (Korrekturfaktor nach Ziff. 56 kleiner als 0,92); bei üblichen Höhenlagen der Prüflokale wird dies selten vorkommen.

Bei der beschriebenen Prüfung besteht also jederzeit und überall gleiche Sicherheit gegen Durchschlag fester und flüssiger Isolation, während die Sicherheit gegen Ueberschlag von den atmosphärischen Bedingungen abhängt.

**19. Trockenprüfung.** Nach der Eichung (Ziff. 16 u. 17) wird die Schlagweite der Kugelfunkenstrecke auf mindestens den 1,15fachen Wert der Prüfspannung eingestellt. Die Spannung wird hierauf so lange gesteigert, bis am Voltmeter der durch Extrapolation aus der Eichung bestimmte Wert der Prüfspannung erreicht ist. Die Prüfspannung wird dann während der verlangten Prüfdauer aufrechterhalten.

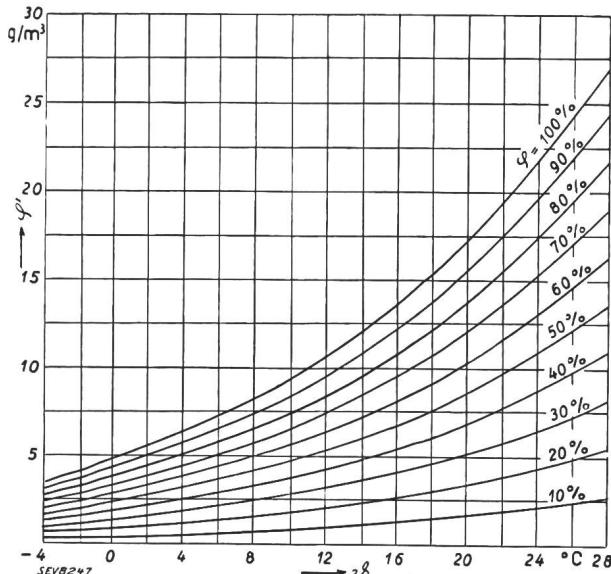
**20. Prüfung unter Regen.** Das Prüfobjekt wird vor der Prüfung während der Dauer von 5 Minuten beregetzt. Die Regenmenge beträgt 3 mm pro Minute, der spezifische Widerstand des Regenwassers wird einreguliert auf  $9\,000\ldots11\,000$  Ohm · cm. Der Regen fällt mit einer Neigung von  $40\ldots50^\circ$  gegen die vertikale auf das Prüfobjekt.

Die Spannungsprüfung unter Regen erfolgt während der vorgeschriebenen Dauer nach der Eichung mit dem angeschlossenen beregetzten Prüfobjekt.

**21. Bestimmung der Ueberschlagsspannung.** Der Versuch wird mit einer Spannung begonnen, die kleiner als etwa  $\frac{1}{3}$  der zu erwartenden Ueberschlagsspannung ist; die Spannung wird dann mit der grösstmöglichen Geschwindigkeit, bei welcher die Zeigerinstrumente noch richtig zeigen und bei der sie noch richtig abgelesen werden können, bis zum Ueberschlag nach Definition Ziffer 1 gesteigert. Unter Bezugnahme wird die Ueberschlagsspannung des Prüfobjektes unmittelbar nach der 5-Minuten-Berechnung festgestellt. Massgebend ist der erste gemessene Ueberschlagswert; die bei weiteren Versuchen gemessenen Werte sind im allgemeinen kleiner als der erste Wert. Die Eichung und die Spannungsprüfung erfolgen erst nach der Bestimmung der Regenüberschlagsspannung.

**Bemerkung:** Nach Erfahrung treten bei der in verschiedenen Prüflokalen durchgeführten Bestimmung der Ueberschlagsspannung unter Regen starke Streuungen auf. Der SEV hat deshalb Untersuchungen eingeleitet. Er wird Regeln für Düsenform, Düsenzahl, Düsenabstand, Wasserdruck, Abstand vom Prüfobjekt usw. aufstellen.

In den Messprotokollen ist die unmittelbar gemessene Ueberschlagsspannung (mit Barometerstand, Temperatur und Luftfeuchtigkeit), und die Ueberschlagsspannung 760/20 (mit der Luftfeuchtigkeit) anzugeben. Die Bestimmung der absoluten Luftfeuchtigkeit aus der relativen Luftfeuchtigkeit und der Temperatur erfolgt nach Fig. 2.



Umrechnung der relativen Luftfeuchtigkeit  $\varphi$  (in %) auf die absolute Luftfeuchtigkeit  $\varphi'$  (in  $\text{g}/\text{m}^3$ )  
v Luftpertatur.

## 22. Bestimmung der Durchschlagsspannung.

- a) **Durchschlagspannung bei rascher Spannungssteigerung.** Der Versuch wird mit einer Spannung begonnen, die kleiner als etwa  $\frac{1}{3}$  der zu erwartenden Durchschlagspannung ist; die Spannung wird dann mit der grösstmöglichen Geschwindigkeit, bei welcher die Zeigerinstrumente noch richtig zeigen und bei der sie noch richtig abgelesen werden können, bis zum Durchschlag nach Definition Ziff. 2 gesteigert.
- b) **Durchschlagspannung für Durchschlag nach einer bestimmten Zeitdauer.** Sie wird bestimmt durch Messung der Zeit vom Anlegen einer bestimmten, während des Versuches konstanten Spannung am Prüfobjekt bis zum Durchschlag nach Definition Ziff. 2. Aus mehreren solchen Versuchen bei verschiedenen Spannungen wird die Abhängigkeit der Durchschlagspannung von der Zeit in Form einer Kurve bestimmt. Aus dieser kann die Durchschlagspannung für eine bestimmte Zeitdauer, z. B. 1 Minute, abgelesen werden.

## II. Prüfung mit Stoßspannungen

### II A. Begriffserklärungen

23. 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 das Mass für die Höhe der Stoßspannung (Fig. 3).

Führt eine Stoßspannung weder zu Ueberschlag noch zu Durchschlag, so spricht man von einer **vollständigen Stoßspannung** (Fig. 3); tritt ein Ueberschlag oder ein Durchschlag mit plötzlichem Zusammenbrechen der Spannung auf, so spricht man von einer **abgeschnittenen Stoßspannung** (Fig. 4).

Die vollständige Stoßspannung ist gekennzeichnet durch zwei Zeitabschnitte  $T_f/T_r$  nach Ziff. 25 und 29. Bei Prüfun-

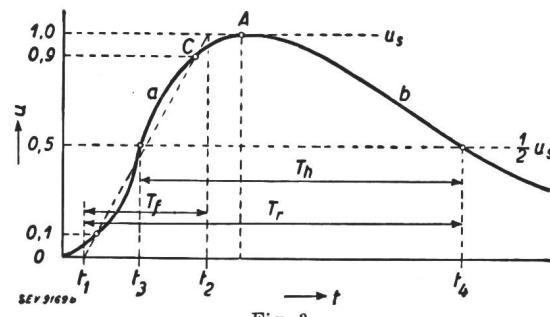


Fig. 3.

Die charakteristischen Größen der Stoßspannung.  
 $T_f = t_2 - t_1$  Frontdauer.  $T_h = t_4 - t_3$  Halbwertsdauer.  
 $T_r = t_4 - t_1$  Dauer bis zum Rückenhalbwert.  $u_s$  Scheitelwert.  
 a Front. b Rücken.

gen mit abgeschnittenen Stoßspannungen bezieht sich die Bezeichnung  $T_f/T_r$  auf vollständige Stoßspannungen mit demselben zeitlichen Verlauf wie bei der abgeschnittenen Stoßspannung bis zum Zusammenbrechen der Spannung.

Der Ausdruck «Welle» wird im allgemeinen Sprachgebrauch bei Stoßprüfungen gleichbedeutend mit «Stoss» verwendet, soll aber vermieden werden.

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

25. Die **totale Frontdauer** ist die Zeit, die eine vollständige oder im Rücken abgeschnittene Stoßspannung benötigt, um von Null auf den Scheitelwert anzusteigen. Ohne besondere Hinweis wird als **Frontdauer** die Zeit  $T_f (= t_2 - t_1)$  des Anstiegs der Spannung von Null bis  $u_s$  auf der Verbindungsgeraden der Kurvenpunkte 0,1  $u_s$  und 0,9  $u_s$  bezeichnet (Fig. 3, und, sinngemäss,  $T_x$  in Fig. 4b).

Bei in der Front abgeschnittenen Stoßspannungen gilt als Frontdauer der in Fig. 4a definierte Wert  $T_x$ .

26. Die **Frontsteilheit** ( $u_s/T_x$ ) einer vollständigen oder einer im Rücken abgeschnittenen Stoßspannung ist die Neigung der Verbindungsgeraden der Kurvenpunkte 0,1  $u_s$  und 0,9  $u_s$  der Spannung-Zeit-Charakteristik gegen die Zeittaxe (Fig. 3 und 4b).

Die Frontsteilheit einer in der Front abgeschnittenen Stoßspannung ( $u_s/T_x$ ) ist die Neigung der Verbindungsgeraden der Kurvenpunkt 0,1  $u_s$  und 0,9  $u_s$  der Spannung-Zeit-Charakteristik gegen die Zeittaxe (Fig. 4a).

Die Frontsteilheit wird ausgedrückt in  $\text{kV}/\mu\text{s}$ .

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

28. Die **Halbwertsdauer**  $T_h (= t_4 - t_3)$ , ist die Dauer, während der der Momentanwert der Stoßspannung gleich oder grösser ist als der halbe Wert der Scheitelspannung.

29. Die **Dauer bis zum Rückenhalbwert**  $T_r (= t_4 - t_1)$  ist die Dauer vom Nennbeginn  $t_1$  der Stoßspannung bis zum halben Scheitelwert auf dem Rücken des Stosses.

30. Die **Ueberschlag-Stoßspannung**  $u_x$  (Fig. 4) 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 (Fig. 4a), für den Ueberschlag im Rücken der Scheitelwert (Fig. 4b). Die Ueberschlag-Stoßspannung eines Prüfobjektes hängt ab von der Polarität, dem Scheitelwert, der Frontdauer und der Halbwertsdauer der Stoßspannung sowie von der Luftdichte und der Luftfeuchtigkeit.

Zum Messwert sind die zugehörigen Werte von Luftdruck in mm Hg, Lufttemperatur in  $^{\circ}\text{C}$  und absoluter Luftfeuchtigkeit in  $\text{g}/\text{m}^3$  anzugeben.

Die **Ueberschlag-Stoßspannung 760/20** ergibt sich aus der Stoßspannung, die beim Ueberschlag unter den beim Versuch herrschenden atmosphärischen Bedingungen gemessen wurde, durch Umrechnung nach der in Ziff. 56 für den Einfluss der Luftdichte gegebenen Formel auf einen Luftdruck von 760 mm Hg und eine Lufttemperatur von  $20^{\circ}\text{C}$ ; dazu ist die absolute Luftfeuchtigkeit, bei der die Messung erfolgte, anzugeben. Wenn besondere Regeln dies verlangen und die Art der Umrechnung zahlenmäßig angeben, so ist die ge-

messene Stoßspannung auch noch auf die Luftfeuchtigkeit von  $11 \text{ g/m}^3$  zurückzuführen. Der neue Wert erhält die Bezeichnung Ueberschlag-Stoßspannung 760/20/11.

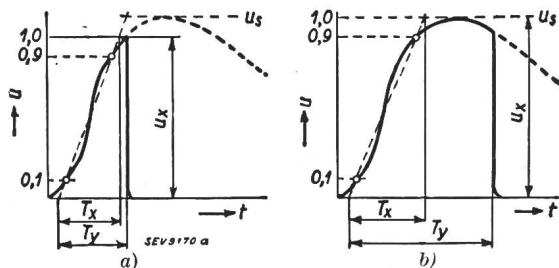


Fig. 4.

Stoßüberschlag (abgeschnittene Stoßspannungen).

a) Ueberschlag in der Front des Stoßes.

b) Ueberschlag im Rücken des Stoßes.

$u_s$  massgebender Wert der Ueberschlag-Stoßspannung.

$T_x$  Frontdauer der Ueberschlag-Stoßspannung.

$T_y$  Dauer bis zum Ueberschlag.

Erfolgt der Ueberschlag in Oel, so ist die Ueberschlag-Stoßspannung vom Oeldruck und vom Zustand des Oeles abhängig.

31. Die 50%-Ueberschlag-Stoßspannung (früher Minimal-Ueberschlagsspannung genannt) eines Prüfobjektes ist der Scheitelwert jener Stoßspannung, deren Anwendung für die Hälfte der ausgeführten Stöße zum Ueberschlag des Prüfobjektes führt. Der Ueberschlag erfolgt hierbei im Rücken der Stoßspannung.

Für die 50%-Ueberschlag-Stoßspannung und ihre Umrechnung auf Normalbedingungen (760 mm Hg, 20°C und  $11 \text{ g/m}^3$ ) gelten sinngemäss die Bestimmungen nach Ziff. 30.

32. 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 eines Prüfobjektes hängt ab von der Polarität, dem Scheitelwert der Frontdauer und der Halbwertsdauer der Stoßspannung.

33. Der Stossfaktor für Ueberschlag ist das Verhältnis zwischen der Ueberschlag-Stoßspannung und dem Scheitelwert der Ueberschlagsspannung bei Industriefrequenz.

34. Der Stossfaktor für Durchschlag ist das Verhältnis zwischen der Durchschlag-Stoßspannung und dem Scheitelwert der bei rascher Spannungssteigerung ermittelten Durchschlagspannung bei Industriefrequenz.

35. Die Dauer bis zum Ueberschlag ist die Dauer, während der die Spannung am Prüfobjekt lag bis zum Ueberschlag. Ohne besondere Hinweise wird diese Dauer ( $T_y$ , in Fig. 4a und 4b) vom Nennbeginn der Stoßspannung  $t_1$  der in Ziff. 25 definierten Geraden aus gerechnet.

36. Die Dauer bis zum Durchschlag ist die Dauer, während der die Spannung am Prüfobjekt lag bis zum Durchschlag. Ohne besondere Hinweise wird diese Dauer ( $T_y$ , in Fig. 4a und 4b) vom Nennbeginn der Stoßspannung  $t_1$  der in Ziff. 25 definierten Geraden aus gerechnet.

37. Die Ueberschlagcharakteristik eines Prüfobjektes ist die Kurvendarstellung, in der als Abszisse die Dauer bis zum Ueberschlag nach Ziff. 35 und als Ordinate die zugehörige Ueberschlag-Stoßspannung nach Ziff. 30 aufgetragen sind, wenn das Prüfobjekt mit Stoßspannungen verschiedener Höhe, aber von gleicher Polarität, Frontdauer und Halbwertsdauer beansprucht wird. Für Ueberschlag in der Front sind allein Frontteilheit und Polarität massgebend.

38. Die Durchschlagcharakteristik eines Prüfobjektes ist die Kurvendarstellung, in der als Abszisse die Dauer bis zum Durchschlag nach Ziff. 36 und als Ordinate die zugehörige Durchschlag-Stoßspannung nach Ziff. 32 aufgetragen sind, wenn das Prüfobjekt mit Stoßspannungen verschiedener Höhe, aber von gleicher Polarität, Frontdauer und Halbwertsdauer beansprucht wird. Für Durchschlag in der Front sind allein Frontteilheit und Polarität massgebend.

## II B. Forderungen an die Prüfanlage

39. Der Stossprüfkreis. Jeder Stossprüfkreis ist bestimmt durch die Kapazität  $C_g$  des Stossgenerators, die Kapazität des gestossenen Prüfkreises (Leitungen, Kugelfunkenstrecke und Prüfobjekt)  $C_b$ , den Dämpfungswiderstand  $R_d$ , den Entladewiderstand  $R_e$  und die Induktivität des Stoss-Stromkreises  $L_s$ .

Die grundsätzliche Schaltung ist im Schema Fig. 5 angegeben.

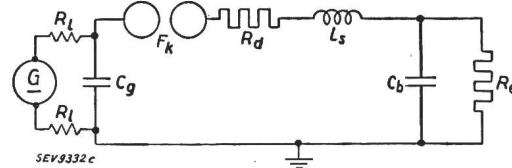


Fig. 5.

Ersatzschema des Stossprüfkreises

$C_b$  Belastungskapazität  
 $C_g$  Kapazität des Generators

$F_k$  Kopplungsfunkenstrecke  
G Gleichstromquelle

$L_s$  Induktivität des Stossstromkreises  
 $R_d$  Dämpfungswiderstand  
 $R_e$  Entladewiderstand  
 $R_l$  Ladewiderstände

SEV9332c

SEV9333d

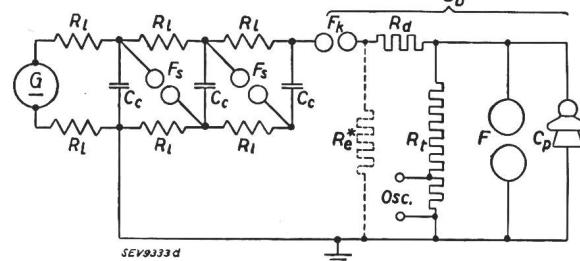


Fig. 6.

Vervielfachungsschaltung

$C_b$  Belastungskapazität =  
Kapazität des Prüfobjektes + der Leitungen + der Messfunkentstrecke.

$C_c$  Stosskapazitäten  
 $C_g$  =  $C_c / n$  Generatorkapazität

n Stufenzahl

$C_p$  Prüfling

F Messfunkentstrecke

$F_k$  Kopplungsfunkenstrecke

$F_s$  Schaltfunkenstrecken  
G Gleichstromquelle  
Osc. Anschluss des Oszilloskopographen

$R_d$  Dämpfungswiderstand  
 $R_e$  Entladewiderstand resultiert aus  $R_e$  und  $(R_t + R_d)$

$R_e^*$  besonderer Entladewiderstand

Rt Spannungsteiler

Rl Ladewiderstände

Für hohe Spannungen wird eine Vervielfachungsschaltung z. B. nach Schema Fig. 6 verwendet; die Kondensatoren  $C_c$  werden parallel aufgeladen und über Schaltfunkenstrecken  $F_s$  in Serie geschaltet, womit grundsätzlich wieder Fig. 5 gilt. Die Kapazität des Stossgenerators entspricht der Reihenkapazität der in Serie geschalteten Einzelkondensatoren.

Der Entladewiderstand  $R_e$  kann als Spannungsteiler  $R_t$  ausgebildet sein, oder es kann auch ein besonderer Entladewiderstand  $R_e^*$  zwischen der Kopplungsfunkenstrecke  $F_k$  und dem Dämpfungswiderstand  $R_d$  angeschlossen werden. Man erreicht damit für eine bestimmte Ladespannung an  $C_c$  eine um so höhere Stoßspannung, also eine um so bessere Ausnutzung der Generatorkapazität, je kleiner  $R_e^*$  gegenüber  $R_t$  ist. Um Schwingungen zu vermeiden, die bei der Schaltung mit  $R_e^*$  in gewissen Anlagen entstehen, kann  $R_e^*$  auch an einer Anzapfung von  $R_d$  angeschlossen werden, so dass ein Teil von  $R_d$  vor, ein Teil nach  $R_e^*$  liegt. Nur der unmittelbar zum Prüfobjekt parallele Widerstand  $R_t$  kann für die Spannungsmessung mit den Oszilloskopographen benützt werden. Die Abschirmung des Widerstandes  $R_t$  durch einen Teil der Belastungskapazität  $C_b$  erlaubt, die Genauigkeit der Messung hoher und steiler Stoßspannungen zu verbessern.

Beim Aufbau des Stossgenerators und des Prüfkreises ist auf möglichst kleine Induktivität  $L_s$  zu achten. Die Kapazität des Generators  $C_g$  soll in der Regel mindestens fünfmal grösser sein als die Belastungskapazität  $C_b$ . Ein Pol des Generators und des Prüfobjektes werden an Erde gelegt. Der Generator soll wahlweise Stösse beider Polarität erzeugen können.

Die Frontdauer des Spannungsstosses ist vornehmlich bestimmt durch die Belastungskapazität  $C_b$ , den Dämpfungswiderstand  $R_d$ , die Kapazität des Stoßgenerators  $C_g$  und die Induktivität  $L_s$ . Die grösste Steilheit wird erreicht, wenn  $R_d$  so klein gewählt wird, dass die Entladung gerade noch schwingungsfrei erfolgt.

Der Dämpfungswiderstand  $R_d$  muss zur Vermeidung von Oszillationen einen grösseren Wert als ungefähr

$$2 \cdot \sqrt{L_s \left( \frac{C_b + C_g}{C_b \cdot C_g} \right)}$$

aufweisen. Er kann zum Teil auch im Stoßgenerator selbst eingebaut werden.

Die Halbwertdauer ist hauptsächlich bestimmt durch die Summe der Kapazität des Stoßgenerators  $C_g$  und der Belastungskapazität  $C_b$  und den Entladewiderstand  $R_s$ .

Front- und Halbwertdauer sind praktisch nicht beeinflusst durch die Höhe der Spannung, sofern die massgebenden Elemente des Stoßkreises nicht verändert werden und der Koronaeinfluss vernachlässigbar bleibt.

**40. Kontrolle der Stoßspannungskurve.** Die Form der Spannungskurve kann wohl aus den Konstanten des Stromkreises angenähert berechnet werden; eine einwandfreie Kontrolle kann jedoch nur mit Hilfe des Kathodenstrahl-Oszillographen erfolgen.

Die oszillographische Registrierung ist in allen Fällen der Rechnung vorzuziehen. Bei der Kontrolle der Stösse soll das Prüfobjekt stets angeschlossen sein.

Der Kathodenstrahl-Oszillograph wird im allgemeinen über einen Spannungsteiler parallel zum Prüfobjekt angeschlossen. Als Spannungsteiler kann ein geeignet aufgebauter Entladewiderstand  $R_t$  benutzt werden. Der Aufbau des Spannungsteilers muss eine verzerrungsfreie Teilung und Uebertragung der zu messenden Spannung erlauben.

**41. Genormte Stoßspannungen.** Der genormte Stoß hat eine Frontdauer von  $1 \mu s$  und eine Halbwertdauer von  $50 \mu s$ ; er wird bezeichnet als «Stoß 1|50» (lies: «eins-fünfzig»).

Wenn ein Stoß kürzerer Halbwertdauer verwendet werden soll, so ist dem Stoß 1|5 der Vorzug zu geben.

Die Toleranz soll nicht mehr als  $\pm 5\%$  für die Front und  $\pm 20\%$  für die Halbwertdauer betragen.

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.

## II C. Messung der Stoßspannung

**42. Messmethoden.** Stoßspannungen können mit Kugelfunkenstrecke oder Kathodenstrahl-Oszillographen gemessen werden.

Zur Messung von in der Front abgeschnittenen Stoßspannungen ist der Kathodenstrahl-Oszillograph das geeignete Messgerät.

**43. Anschluss der Kugelfunkenstrecke.** Bei Verwendung der Kugelfunkenstrecke zur Stoßspannungsmessung darf der Funkenstrecke kein Schutzwiderstand vorgeschaltet werden. Die Funkenstrecke soll möglichst nahe beim Prüfobjekt aufgestellt werden.

**44. Messung der Höhe von Stoßspannungen.** Zur Messung der Höhe einer Stoßspannung wird die Kugelfunkenstrecke derart eingestellt, dass ungefähr die Hälfte einer Reihe von mindestens 10 Stößen gleicher Spannung und gleicher Polarität zum Ueberschlag an der Kugelfunkenstrecke führt. Dann ist die Höhe der Stoßspannung gleich dem der Schlagweite der Funkenstrecke zugeordneten Wert.

**45. Messung der Stoßspannung durch Eingabelung.** Zur Beschränkung der Stoßzahl darf sowohl bei der Spannungsmessung als auch bei der Ermittlung der 50%-Ueberschlag-Stoßspannung die Spannungshöhe durch Eingabelung ermittelt werden.

An den beiden Gabelgrenzen soll die Zahl der Ueberschläge, bzw. Nichtüberschläge nicht mehr als 10% betragen, d.h. es dürfen z.B. bei der Ermittlung der Ueberschlag-Stoßspannung eines Prüfobjektes nicht mehr als 10% der

Stösse beim kleineren Werte der eingestellten Stoßspannung zum Ueberschlag des Prüfobjektes führen, während beim grösseren Werte der Stoßspannung mindestens 90% der Stösse Ueberschläge am Prüfobjekte ergeben sollen. Die Messung wird durchgeführt mit je 10 Stößen. Die beiden Grenzwerte der Ueberschlagspannung dürfen um nicht mehr als 12% des Mittelwertes auseinanderliegen. Das Mittel der beiden Grenzwerte ist dann als die gesuchte Spannung anzusehen.

## II D. Durchführung der Stoßspannungsprüfung und Messung der Ueberschlag- und Durchschlag-Stoßspannung

**46. Allgemeine Bestimmungen.** Das Prüfobjekt wird, sofern die Prüfanlage das erlaubt, in einer Anordnung der Prüfung unterworfen, welche den Betriebsbedingungen möglichst nachgebildet ist.

**47. Bestimmung der 50%-Ueberschlag-Stoßspannung.** Der Versuch wird mit Stoßspannungen jener Polarität begonnen, bei der voraussichtlich der Ueberschlag bei kleineren Spannungen erfolgt. Die 50%-Stoßspannung kann entweder mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen oder mit der Kugelfunkenstrecke ermittelt werden.

Bei den Messungen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen wird die Stoßspannung solange variiert, bis in ca. 50% der Fälle ein Ueberschlag am Prüfobjekt erfolgt. Für die so ermittelte Stoßspannung wird dann aus mindestens 5 Oszillogrammen mit Ueberschlag und weiteren mindestens 5 Oszillogrammen ohne Ueberschlag am Prüfobjekt der Mittelwert ermittelt.

Die Ermittlung der 50%-Ueberschlag-Stoßspannung mit Hilfe der Kugelfunkenstrecke erfolgt durch Eingabelung nach Ziff. 45.

**Bemerkung:** In den Messprotokollen ist die unmittelbar gemessene Ueberschlag-Stoßspannung (mit Barometerstand, Temperatur und Luftfeuchtigkeit) und die Ueberschlag-Stoßspannung 760/20 (mit der Luftfeuchtigkeit) anzugeben. Die Bestimmung der absoluten Luftfeuchtigkeit aus der relativen Luftfeuchtigkeit und der Temperatur erfolgt nach Fig. 2.

Für die Messung unter Regen gelten die Regeln nach Ziff. 20.

**48. Bestimmung der Durchschlag-Stoßspannung.** Der Versuch wird mit der Polarität des Stosses durchgeführt, für welche die Durchschlag-Stoßspannung ermittelt werden soll. Die Versuche werden mit kleinen Stößen begonnen und die Spannung in Reihen von je 10 Stößen um je 10% gesteigert bis der Durchschlag eintritt.

**49. Bestimmung der Dauer bis zum Ueberschlag oder Durchschlag.** Die Dauer bis zum Ueberschlag oder Durchschlag wird in der Regel mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen bestimmt. Die Zeitmessung in den Oszillogrammen erfolgt durch Eichen mit Frequenzen passender Höhe.

## III. Genormte Kugelfunkenstrecken

### III A. Forderungen an die Kugelfunkenstrecken

**50. Konstruktive Anforderungen an die Kugelfunkenstrecke.** Die genormten Funkenstrecken bestehen aus zwei gleichen Metallkugeln.

Genormte Kugeldurchmesser sind:

2; 5; 6,25; 10; 12,5; 15; 25; 50; 75; 100; 125; 150; 175; 200 cm.

Der Kugeldurchmesser darf, wenn sein Nennwert 100 cm oder weniger beträgt, um nicht mehr als 1% und, wenn sein Nennwert über 100 cm beträgt, um nicht mehr als 2% vom Nennwert abweichen.

Die sphärische Abweichung wird an der Ueberschlagstelle an einem Oberflächenbereich, dessen Durchmesser das 0,2-fache des Kugeldurchmessers  $D$  beträgt, mit einem Sphärometer gemessen, dessen Festpunkte  $1/8$  bis  $1/4$  des Kugeldurchmessers voneinander entfernt sind. Der aus der Messung der Scheitelhöhe mit dem Sphärometer ermittelte Wert des Kugeldurchmessers darf für Kugeln bis 100 cm Durchmesser um nicht mehr als 1% und für Kugeln über 100 cm Durchmesser um nicht mehr als 2% vom Sollwert abweichen. An

**Scheitelwert**  
 $\frac{1}{\sqrt{2}}$  der Ueberschlagsspannungen in kV für Wechselspannung  
 Kugelfunkenstrecke einpolig geerdet  
 Raumtemperatur 20° C, Barometerstand 760 mm Hg.

Tabelle III.

Schlagweite s cm	Kugeldurchmesser D in cm							Schlagweite s cm	Kugeldurchmesser D in cm						
	2	5	6,25	10	12,5	15	25		50	75	100	125	150	175	200
kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV		kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV
0,05	1,7	—	—	—	—	—	—	2	41	41	—	—	—	—	—
0,1	3,1	—	—	—	—	—	—	2,5	—	—	50,2	—	—	—	—
0,15	4,5	—	—	—	—	—	—	4	79,2	79,2	—	—	—	—	—
0,2	5,8	5,7	—	—	—	—	—	5	—	—	96,8	96,8	96,8	96,8	96,8
0,3	8,1	—	—	—	—	—	—	6	116	116	—	—	—	—	—
0,4	10,5	10,1	10,0	—	—	—	—	8	151	152	—	—	—	—	—
0,5	12,7	—	—	12,0	11,8	11,7	—	10	185	187	188	188	189	187	187
0,6	14,8	14,4	14,3	—	—	—	—	12	218	221	—	—	—	—	—
0,7	16,9	—	—	—	—	—	—	14	249	254	—	—	—	—	—
0,8	18,8	18,6	18,5	—	—	—	—	15	—	—	274	274	274	275	275
0,9	20,5	—	—	—	—	—	—	16	277	287	—	—	—	—	—
1	22,0	22,6	22,6	22,4	22,3	22,2	21,9	18	303	318	—	—	—	—	—
1,2	24,8	26,6	26,5	—	—	—	—	20	326	348	356	358	359	361	361
1,4	27,2	30,4	30,4	—	—	—	—	22	347	376	—	—	—	—	—
1,5	28,3	—	—	32,3	32,3	32,2	31,8	24	368	403	—	—	—	—	—
1,6	(29,3)	34,0	34,2	—	—	—	—	25	—	—	432	440	443	444	446
1,8	(31,1)	37,5	37,9	—	—	—	—	26	386	429	—	—	—	—	—
2,0	(32,6)	40,6	41,2	41,8	41,9	41,9	41,7	28	403	452	—	—	—	—	—
2,2	—	43,5	44,6	—	—	—	—	30	418	474	501	515	522	526	527
2,4	—	46,2	47,6	—	—	—	—	32	432	497	—	—	—	—	—
2,5	—	47,5	49,2	50,9	50,9	51,3	50,9	34	446	517	—	—	—	—	—
3	—	53,3	55,9	59,4	60,3	60,5	60,8	35	—	—	564	587	598	605	607
3,5	—	58,3	61,8	67,3	68,8	69,4	—	36	457	535	—	—	—	—	—
4	—	(62,5)	67,2	74,3	77,1	77,8	79,2	38	(468)	555	—	—	—	—	—
4,5	—	(66,2)	71,4	81,3	84,2	86,4	—	40	(480)	570	619	652	670	680	682
5	—	(69,4)	(75,7)	87,1	91,2	93,3	96,9	45	(502)	607	671	707	735	750	757
5,5	—	—	(79,2)	92,6	97,6	101	—	50	(522)	638	714	764	798	821	835
6	—	—	(82,2)	97,6	103	108	114	55	—	668	757	813	856	—	—
6,5	—	—	—	102	109	114	—	60	—	(695)	792	863	905	942	962
7	—	—	—	106	115	120	130	65	—	(715)	821	906	955	—	—
7,5	—	—	—	110	119	125	—	70	—	(736)	857	941	1004	1046	1082
8	—	—	—	(113)	123	131	145	75	—	(750)	878	975	1040	—	—
9	—	—	—	(120)	132	140	159	80	—	(905)	1010	1082	1138	1190	—
10	—	—	—	(125)	(139)	148	172	90	—	(940)	1061	1153	1223	1280	—
11	—	—	—	(144)	155	184	—	100	—	(969)	(1103)	1210	1293	1365	—
12	—	—	—	(150)	(162)	195	—	110	—	—	(1146)	1265	1357	1435	—
13	—	—	—	—	(168)	204	120	—	—	—	(1173)	(1310)	1415	1500	—
14	—	—	—	—	(173)	214	130	—	—	—	—	(1340)	1465	1555	—
15	—	—	—	—	(178)	222	140	—	—	—	—	(1380)	(1513)	1615	—
16	—	—	—	—	—	230	150	—	—	—	—	(1400)	(1549)	1660	—
18	—	—	—	—	—	244	160	—	—	—	—	—	(1583)	(1705)	—
20	—	—	—	—	—	(257)	180	—	—	—	—	—	—	(1770)	—
22	—	—	—	—	—	(268)	200	—	—	—	—	—	—	—	(1825)
24	—	—	—	—	—	(276)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	(280)	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Bei den eingeklammerten Zahlen ist  $s : D > 0,75$ ; siehe Ziff. 53 und 54.

Stelle des Sphärometers können auch geeignete Grenzlehrnen verwendet werden.

Der Durchmesser der Schäfte soll nicht grösser als  $1/5$  und nicht kleiner als  $1/10$  des Kugeldurchmessers sein. Metallische Gleitlager und andere Zubehör, in welchen die Schäfte gleiten, sollen möglichst klein gehalten und ihr Abstand von den Kugeln soll grösser sein als die Schlagweite.

**51. Aufstellung der Kugelfunkenstrecke.** Es ist wichtig, dass die Kugelfunkenstrecke an einer von elektrischen Feldern möglichst freien Stelle des Prüfraumes angeordnet und so weit von Gegenständen entfernt ist, dass diese das Feld zwischen den Kugeln nicht stören können.

Die Abstände des Ueberschlagpunktes der spannungsführenden Kugel von geerdeten Gegenständen sollen die in Tabelle I angegebenen Werte nicht unterschreiten.

**Aufstellung der Kugelfunkenstrecke**

Tabelle I.

Kugeldurchmesser D cm	Schlagweite s	
	< 0,5 D	> 0,5 D
2 ... 25	10 s	5 D
50; 75	8 s	4 D
100; 125; 150	7 s	3,5 D
175; 200	6 s	3 D

Bei Erdung einer Kugel und für Schlagweiten von mehr als dem 0,5fachen Kugeldurchmesser ist außerdem die Funkenstrecke so anzurordnen, dass die geerdete Kugel näher

**Scheitelwert**  
 $\frac{1}{\sqrt{2}}$  der Ueberschlagspannungen in kV für Wechselspannung  
 Symmetrische Spannungsverteilung  
 Raumtemperatur 20° C, Barometerstand 760 mm Hg.

Tabelle IV.

Schlag- weite s cm	Kugeldurchmesser D in cm							Schlag- weite s cm	Kugeldurchmesser D in cm						
	2	5	6,25	10	12,5	15	25		50	75	100	125	150	175	200
kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV
0,05	1,7	—	—	—	—	—	—	2	41	41	—	—	—	—	—
0,1	3,1	—	—	—	—	—	—	2,5	—	—	50,2	—	—	—	—
0,15	4,5	—	—	—	—	—	—	4	79,2	79,2	—	—	—	—	—
0,2	5,8	5,7	—	—	—	—	—	5	—	—	96,8	96,8	96,8	96,8	96,8
0,3	8,2	—	—	—	—	—	—	6	116	116	—	—	—	—	—
0,4	10,5	10,1	10,0	—	—	—	—	8	151	152	—	—	—	—	—
0,5	12,8	—	—	12,0	11,8	11,7	—	10	186	187	188	188	189	188	187
0,6	15,0	14,4	14,3	—	—	—	—	12	219	222	—	—	—	—	—
0,7	17,0	—	—	—	—	—	—	14	250	256	—	—	—	—	—
0,8	19,0	18,7	18,5	—	—	—	—	15	—	—	274	274	275	275	275
0,9	20,8	—	—	—	—	—	—	16	278	288	—	—	—	—	—
1	22,6	22,8	22,6	22,4	22,3	22,2	21,9	18	307	320	—	—	—	—	—
1,2	26,0	26,7	26,6	—	—	—	—	20	334	350	356	359	361	361	361
1,4	29,1	30,6	30,5	—	—	—	—	22	358	378	—	—	—	—	—
1,5	—	—	—	32,4	32,3	32,2	31,8	24	383	408	—	—	—	—	—
1,6	(31,9)	34,3	34,4	—	—	—	—	25	—	—	434	442	444	446	447
1,8	(34,4)	37,8	38,1	—	—	—	—	26	406	435	—	—	—	—	—
2	(36,6)	41,2	41,7	41,9	42,0	41,8	41,7	28	429	461	—	—	—	—	—
2,2	—	44,4	45,1	—	—	—	—	30	451	487	505	518	524	527	529
2,4	—	47,6	48,5	—	—	—	—	32	471	513	—	—	—	—	—
2,5	—	49,0	50,1	51,2	51,4	51,6	50,9	34	490	536	—	—	—	—	—
3	—	56,1	57,8	60,0	60,4	60,7	60,9	35	—	—	574	591	600	607	608
3,5	—	62,4	65,0	68,2	69,0	69,5	—	36	508	561	—	—	—	—	—
4	—	(68,2)	71,4	75,6	77,8	78,5	79,8	38	(525)	583	—	—	—	—	—
4,5	—	(73,5)	77,0	83,5	85,6	87,1	—	40	(542)	606	638	659	672	682	688
5	—	(78,5)	(82,8)	90,5	93,3	94,7	97,5	45	(582)	657	698	722	743	757	764
5,5	—	—	(87,7)	96,8	101	102,5	—	50	(618)	705	757	785	807	828	835
6	—	—	(92,6)	103	107	110	115	55	—	750	807	848	871	—	—
6,5	—	—	—	110	114	117	—	60	—	(792)	856	905	934	955	976
7	—	—	—	115	120	124	131	65	—	(828)	906	955	997	—	—
7,5	—	—	—	120	127	131	—	70	—	(864)	948	1004	1054	1082	1104
8	—	—	—	(125)	132	137	146	75	—	(898)	990	1060	1103	—	—
9	—	—	—	(135)	144	149	161	80	—	(1033)	1110	1160	1195	1224	—
10	—	—	—	(144)	(153)	161	175	90	—	—	(1104)	1195	1260	1300	1343
11	—	—	—	—	(162)	171	189	100	—	—	(1174)	(1273)	1350	1407	1450
12	—	—	—	—	(170)	(181)	202	110	—	—	(1343)	1438	1500	1550	—
13	—	—	—	—	—	(190)	214	120	—	—	(1415)	(1515)	1584	1650	—
14	—	—	—	—	—	(198)	226	130	—	—	—	(1585)	1670	1740	—
15	—	—	—	—	—	(206)	238	140	—	—	—	(1650)	(1745)	1825	—
16	—	—	—	—	—	—	249	150	—	—	—	(1720)	(1818)	1900	—
18	—	—	—	—	—	—	270	160	—	—	—	—	(1888)	(1980)	—
20	—	—	—	—	—	—	(288)	180	—	—	—	—	—	(2120)	—
22	—	—	—	—	—	—	(305)	200	—	—	—	—	—	—	(2250)
24	—	—	—	—	—	—	(320)	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	(327)	—	—	—	—	—	—	—	—

Bei den eingeklammerten Zahlen ist  $s : D > 0,75$ ; siehe Ziff. 53 und 54.

den geerdeten Flächen des Raumes liegt als die spannungsführende Kugel.

Die Abstände von leitenden, aber nicht geerdeten Gegenständen von der Ueberschlagstelle der spannungsführenden Kugel sollen mindestens

$$0,25 + \frac{u_s}{300} \text{ Meter}$$

betrugen;  $u_s$  bedeutet den Scheitelwert der zu messenden Spannung in kV.

Falls die Formel grössere Werte als die Tabelle I ergibt, so gelten die Werte nach Tabelle I.

Die Abstände von nichtleitenden Gegenständen von der Ueberschlagstelle der Spannung führenden Kugel dürfen bei Wechselspannung die Hälfte der in Tabelle I angeführten Werte betragen. Bei Gleichspannung sind die Werte der Tabelle I einzuhalten.

**52. Bestrahlung der Kugelfunkenstrecke.** Bei Messung von Stoßspannungen unter 50 kV Scheitelwert und bei Messung von Spannungen von Industriefrequenz unter 30 kV Scheitelwert ist die Bestrahlung der Ueberschlagstrecke durch kurzwelliges Licht, z. B. mit Bogenlampe, oder durch radioaktive Stoffe, empfehlenswert. Damit wird der Entladeverzug der Kugelfunkenstrecke vermindert.

**53. Messbereich der Kugelfunkenstrecke.** Mit Rücksicht auf die Messgenauigkeit soll vorzugsweise der Abstand der Kugeln 50 % des Kugeldurchmessers nicht überschreiten. In der Regel kann ein Abstand bis 75 % des Kugeldurchmessers benutzt werden. Grössere Abstände, bis höchstens gleich dem Kugeldurchmesser, sind nur ausnahmsweise zu verwenden. Die erreichbaren Messgenauigkeiten sind in Ziff. 54 angegeben.

Den Werten  $s : D = 0,5$  bzw. 0,75 entsprechen die Scheitelwerte der Spannung nach Tabelle II.

**Scheitelwert der Ueberschlagspannungen in kV für positive Stoßspannung und positive Gleichspannung**  
**Kugelfunkenstrecke einpolig geerdet**  
**Raumtemperatur 20° C, Barometerstand 760 mm Hg.**

Tabelle V.

Schlag- weite $s$ in cm	Kugeldurchmesser $D$ in cm							Schlag- weite $s$ in cm	Kugeldurchmesser $D$ in cm						
	2	5	6,25	10	12,5	15	25		50	75	100	125	150	175	200
0,4	—	14,3	14,2	—	—	—	—	2	58	58	—	—	—	—	—
0,5	—	—	—	16,9	16,7	16,5	—	4	112	112	—	—	—	—	—
0,6	—	20,4	20,2	—	—	—	—	5	—	—	137	137	137	137	137
0,7	—	—	—	—	—	—	—	6	164	164	—	—	—	—	—
0,8	—	26,3	26,2	—	—	—	—	8	214	215	—	—	—	—	—
0,9	—	—	—	—	—	—	—	10	262	265	266	267	266	265	—
1	—	32,0	31,9	31,6	31,6	31,3	31	12	310	313	—	—	—	—	—
1,2	—	37,8	37,6	—	—	—	—	14	356	360	—	—	—	—	—
1,4	—	43,3	43,1	—	—	—	—	15	—	—	388	387	388	389	389
1,5	—	—	45,6	45,6	45,5	—	—	16	401	407	—	—	—	—	—
1,6	—	49,0	49,0	—	—	—	—	18	440	452	—	—	—	—	—
1,8	—	54,4	54,6	—	—	—	—	20	478	499	505	506	509	510	510
2	—	59,4	60,0	59,1	59,2	59,2	59	22	511	541	—	—	—	—	—
2,2	—	64,2	65,0	—	—	—	—	24	543	582	—	—	—	—	—
2,4	—	68,8	69,7	—	—	—	—	25	—	—	616	624	626	628	—
2,5	—	71,0	72,3	72,8	72,5	72,6	—	26	572	621	—	—	—	—	—
3	—	81,1	83,4	85,6	85,7	85,6	86	28	600	659	—	—	—	—	—
3,5	—	90,0	93,4	97,4	98,6	98,7	—	30	625	694	719	735	740	743	745
4	—	(97,5)	103	109	111	111	112	32	646	727	—	—	—	—	—
4,5	—	(104)	110	120	123	124	—	34	669	759	—	—	—	—	—
5	—	(109)	(117)	130	134	136	138	35	—	—	816	841	850	856	—
5,5	—	—	(123)	139	144	147	—	36	687	788	—	—	—	—	—
6	—	—	(128)	148	154	158	162	38	(705)	816	—	—	—	—	—
6,5	—	—	—	156	163	168	—	40	(721)	841	900	937	957	963	967
7	—	—	—	163	172	178	187	45	(756)	899	979	1020	1060	1070	—
7,5	—	—	—	170	180	187	—	50	(785)	949	1050	1110	1150	1170	1180
8	—	—	—	(176)	188	196	210	55	—	994	1110	1190	1240	—	—
9	—	—	—	(186)	202	212	232	60	—	(1030)	1160	1260	1310	1350	1380
10	—	—	—	(195)	(214)	226	252	65	—	(1070)	1210	1320	1390	—	—
11	—	—	—	—	(224)	238	272	70	—	(1100)	1260	1380	1460	1510	1560
12	—	—	—	—	(232)	(249)	290	75	—	(1120)	1300	1430	1520	—	—
13	—	—	—	—	—	(260)	306	80	—	(1330)	1480	1580	1650	1710	—
14	—	—	—	—	—	(269)	321	90	—	(1390)	1560	1680	1770	1850	—
15	—	—	—	—	—	(276)	335	100	—	(1430)	(1620)	1770	1880	1980	—
16	—	—	—	—	—	—	348	110	—	—	(1680)	1850	1980	2080	—
18	—	—	—	—	—	—	372	120	—	—	(1720)	1920	2060	2180	—
20	—	—	—	—	—	—	(393)	130	—	—	—	(1970)	2140	2270	—
22	—	—	—	—	—	—	(410)	140	—	—	—	(2020)	(2210)	2350	—
24	—	—	—	—	—	—	(424)	150	—	—	—	(2060)	(2260)	2420	—
25	—	—	—	—	—	—	(430)	160	—	—	—	—	(2310)	(2480)	—
							180	—	—	—	—	—	(2580)	—	(2650)
							200	—	—	—	—	—	—	—	—

Bei den eingeklammerten Zahlen ist  $s : D > 0,75$ ; siehe Ziff. 53 und 54.

## Messbereich der Kugelfunkenstrecken.

Tabelle II.

Kugel- durchmesser $D$ cm	Scheitelwert der Spannungen	
	$s : D = 0,5$ kV	$s : D = 0,75$ kV
2	31	40
5	67	86
6,25	82	103
10	123	155
12,5	150	190
15	177	221
25	282	352
50	530	660
75	775	950
100	1010	1240
125	1250	1480
150	1470	1800
175	1700	2080
200	1930	2350

54. Gültigkeit der Eichtabellen und Messgenauigkeit.  
Die Kugelfunkenstrecke misst den Scheitelwert der Spannung.

Sie eignet sich zur Messung von Spannungen industrieller Frequenz und von positiven und negativen Stoßspannungen mit einer Halbwertdauer grösser als 5  $\mu$ s, sowie von positiven und negativen Gleichspannungen.

Bei Schlagweiten bis zum halben Kugeldurchmesser und bei der Messung von Wechselspannungen industrieller Frequenz, von positiven und negativen Stoßspannungen und von positiven und negativen Gleichspannungen muss mit einem Messfehler von  $\pm 3\%$  gerechnet werden.

Bei Schlagweiten zwischen dem halben und dem 0,75-fachen Kugeldurchmesser sind Fehler von  $\pm 5\%$  zu erwarten. Noch grössere Schlagweiten geben ungenaue Werte, besonders wenn eine Beeinflussung des elektrostatischen Feldes der Kugelfunkenstrecke erfolgt.

Bei Stoßspannungen mit kürzerer Halbwertdauer als 5  $\mu$ s spricht die Kugelfunkenstrecke infolge ihres Entladeverzuges

## Scheitelwert der Ueberschlagspannungen in kV für negative Stoßspannung und negative Gleichspannung

Kugelfunkenstrecke einpolig geerdet

Raumtemperatur 20° C, Barometerstand 760 mm Hg.

Tabelle VI.

Schlagweite s in cm	Kugeldurchmesser D in cm							Schlagweite s in cm	Kugeldurchmesser D in cm						
	2	5	6,25	10	12,5	15	25		50	75	100	125	150	175	200
kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV		kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV
0,05	2,4	—	—	—	—	—	—	2	58	58	—	—	—	—	—
0,1	4,4	—	—	—	—	—	—	2,5	—	—	71	—	—	—	—
0,15	6,3	—	—	—	—	—	—	4	112	112	—	—	—	—	—
0,2	8,2	8,0	—	—	—	—	—	5	—	—	137	137	137	137	137
0,3	11,5	—	—	—	—	—	—	6	164	164	—	—	—	—	—
0,4	14,8	14,3	14,2	—	—	—	—	8	214	215	—	—	—	—	—
0,5	18,0	—	—	16,9	16,7	16,5	—	9	—	—	—	—	—	—	—
0,6	21,0	20,4	20,2	—	—	—	—	10	262	265	266	266	267	265	265
0,7	23,9	—	—	—	—	—	—	11	—	—	—	—	—	—	—
0,8	26,6	26,3	26,2	—	—	—	—	12	308	313	—	—	—	—	—
0,9	29,0	—	—	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—
1	31,2	32,0	31,9	31,6	31,5	31,3	31	14	352	360	—	—	—	—	—
1,2	35,1	37,6	37,5	—	—	—	—	15	—	—	387	387	388	389	389
1,4	38,5	43,0	43,0	—	—	—	—	16	392	406	—	—	—	—	—
1,5	40,0	—	45,6	45,6	45,5	45	—	18	428	450	—	—	—	—	—
1,6	(41,4)	48,1	48,4	—	—	—	—	20	461	492	503	506	508	510	510
1,8	(44,0)	53,0	53,6	—	—	—	—	22	491	532	—	—	—	—	—
2	(46,2)	57,4	58,2	59,1	59,2	59,2	59	24	520	570	—	—	—	—	—
2,2	—	61,5	63,1	—	—	—	—	25	—	—	611	622	626	628	630
2,4	—	65,3	67,4	—	—	—	—	26	545	606	—	—	—	—	—
2,5	—	67,2	69,6	72,0	72,0	72,6	72	28	570	640	—	—	—	—	—
3	—	75,4	79,1	84,1	85,2	85,5	86	30	591	670	709	729	739	743	745
3,5	—	82,4	87,5	95,2	97,2	98,1	—	32	611	702	—	—	—	—	—
4	—	(88,4)	94,8	105	109	110	112	34	630	731	—	—	—	—	—
4,5	—	(93,5)	101	115	119	122	—	35	—	—	797	830	846	855	858
5	—	(98,0)	(107)	123	129	132	137	36	647	756	—	—	—	—	—
5,5	—	—	(112)	131	138	143	—	38	(663)	785	—	—	—	—	—
6	—	—	(116)	138	146	152	161	40	(679)	806	876	921	947	961	965
6,5	—	—	—	144	154	161	—	45	(710)	858	949	1000	1040	1060	1070
7	—	—	—	150	162	169	184	50	(738)	904	1010	1080	1130	1160	1180
7,5	—	—	—	155	168	177	—	55	—	945	1070	1150	1210	—	—
8	—	—	—	(160)	174	185	205	60	—	(983)	1120	1220	1280	1330	1360
9	—	—	—	(169)	186	198	225	65	—	(1010)	1160	1280	1350	—	—
10	—	—	—	(177)	(196)	209	243	70	—	(1040)	1210	1330	1420	1480	1530
11	—	—	—	—	(204)	219	260	75	—	(1060)	1240	1380	1470	—	—
12	—	—	—	—	(212)	(229)	275	80	—	—	(1280)	1430	1530	1610	1680
13	—	—	—	—	—	(238)	289	90	—	—	(1330)	1500	1630	1730	1810
14	—	—	—	—	—	(245)	302	100	—	—	(1370)	(1560)	1710	1830	1930
15	—	—	—	—	—	(252)	314	110	—	—	—	(1620)	1790	1920	2030
16	—	—	—	—	—	—	325	120	—	—	—	(1660)	(1850)	2000	2120
18	—	—	—	—	—	—	345	130	—	—	—	(1900)	2070	2200	—
20	—	—	—	—	—	—	(363)	140	—	—	—	(1950)	(2140)	2280	—
22	—	—	—	—	—	—	(378)	150	—	—	—	(1980)	(2190)	2350	—
24	—	—	—	—	—	—	(391)	160	—	—	—	—	(2240)	(2410)	—
25	—	—	—	—	—	—	(396)	180	—	—	—	—	(2500)	(2580)	—
								200	—	—	—	—	—	—	—

Bei den eingeklammerten Zahlen ist  $s : D > 0,75$ ; siehe Ziff. 53 und 54.

erst bei grösseren Spannungswerten an, als bei denen, welche in den Eichtabellen angegeben sind.

Bei Messung von Wechselspannungen ungedämpfter Hochfrequenz und Spannungen bis 100 kV können die Eichtabellen bis zu einer Frequenz von etwa 10<sup>4</sup> Hz benutzt werden. Für noch höhere Frequenzen sind die mit Kugelfunkenstrecken und Eichtabellen ermittelten Spannungen bis zu 20 % zu gross.

Bei Messung von Wechselspannung stark gedämpfter Hochfrequenz können die Eichtabellen bis zu einer Frequenz von etwa 3 · 10<sup>5</sup> Hz verwendet werden. Für noch höhere Frequenzen geben die Eichtabellen infolge des Entladeverzuges der Kugelfunkenstrecke wie bei Stoßspannungen mit sehr kurzer Halbwertsdauer im allgemeinen zu kleine Spannungen an.

**Bemerkung:** Die Eichwerte wurden durch eingehende Vergleichsmessungen festgestellt. Diese Untersuchungen gehen weiter. Eine Verkleinerung der Eichwerte um 1...1,5 % bleibt besonders für grosse Abstände und für grosse Kugeln vorbehalten.

### III B. Ueberschlagspannungen der Kugelfunkenstrecken

#### 55. Ueberschlagspannung in Funktion der Schlagweiten der Kugelfunkenstrecken

Siehe Tabellen III...VII.

#### 56. Korrektur der Eichwerte unter dem Einfluss von Luftdruck und Temperatur. Die in den Eichtabellen III...

*Scheitelwert der Ueberschlagspannungen in kV für positive und negative Stoßspannung sowie positive und negative Gleichspannung*

*Symmetrische Spannungsverteilung  
Raumtemperatur: 20° C; Barometerstand 760 mm Hg.*

Tabelle VII.

Schlagweite s in cm	Kugeldurchmesser D in cm							Schlagweite s in cm	Kugeldurchmesser D in cm						
	2	5	6,25	10	12,5	15	25		50	75	100	125	150	175	200
kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV
0,05	2,4	—	—	—	—	—	—	2	58	58	—	—	—	—	—
0,1	4,4	—	—	—	—	—	—	2,5	—	—	71	—	—	—	—
0,15	6,3	—	—	—	—	—	—	4	112	112	—	—	—	—	—
0,2	8,2	8,0	—	—	—	—	—	5	—	—	137	137	137	137	137
0,3	11,6	—	—	—	—	—	—	6	164	164	—	—	—	—	—
0,4	14,9	14,3	14,2	—	—	—	—	8	214	215	—	—	—	—	—
0,5	18,1	—	—	16,9	16,7	16,5	—	10	263	265	266	266	267	266	267
0,6	21,2	20,4	20,2	—	—	—	—	12	309	314	—	—	—	—	—
0,7	24,1	—	—	—	—	—	—	14	353	362	—	—	—	—	—
0,8	26,9	26,4	26,2	—	—	—	—	15	—	—	388	388	389	389	389
0,9	29,5	—	—	—	—	—	—	16	394	408	—	—	—	—	—
1	32,0	32,2	32,0	31,6	31,5	31,3	31	18	434	452	—	—	—	—	—
1,2	36,7	37,8	37,6	—	—	—	—	20	472	495	504	508	511	511	511
1,4	41,2	43,3	43,2	—	—	—	—	22	507	535	—	—	—	—	—
1,5	—	—	—	45,8	45,7	45,5	45	24	542	576	—	—	—	—	—
1,6	(45,2)	48,5	48,6	—	—	—	—	25	—	—	613	624	628	630	632
1,8	(48,7)	53,5	53,9	—	—	—	—	26	575	615	—	—	—	—	—
2	(51,8)	58,3	59,0	59,3	59,4	59,2	59	28	607	652	—	—	—	—	—
2,2	—	62,8	63,9	—	—	—	—	30	638	689	714	732	741	745	747
2,4	—	67,3	68,6	—	—	—	—	32	666	725	—	—	—	—	—
2,5	—	69,4	70,9	72,4	72,6	72,9	72	34	693	759	—	—	—	—	—
3	—	79,3	81,8	84,9	85,4	85,8	86	35	—	—	812	835	848	857	860
3,5	—	88,3	91,8	96,5	97,7	98,4	—	36	718	793	—	—	—	—	—
4	—	(96,4)	101	107	110	111	113	38	(742)	825	—	—	—	—	—
4,5	—	(104)	109	118	121	123	—	40	(767)	856	902	932	950	964	972
5	—	(111)	(117)	128	132	134	138	45	(823)	929	986	1020	1050	1070	1080
5,5	—	—	(124)	137	142	145	—	50	(874)	997	1070	1110	1140	1170	1180
6	—	—	(131)	146	152	155	162	55	—	1060	1140	1200	1230	—	—
6,5	—	—	—	155	161	165	—	60	—	(1120)	1210	1280	1320	1350	1380
7	—	—	—	163	170	175	185	65	—	(1170)	1280	1350	1410	—	—
7,5	—	—	—	170	179	185	—	70	—	(1220)	1340	1420	1490	1530	1560
8	—	—	—	(177)	187	194	207	75	—	(1270)	1400	1500	1560	—	—
9	—	—	—	(191)	203	211	228	80	—	—	(1460)	1570	1640	1690	1730
10	—	—	—	(203)	(217)	227	248	90	—	—	(1560)	1690	1780	1840	1900
11	—	—	—	—	(229)	242	267	100	—	—	(1660)	(1800)	1910	1990	2050
12	—	—	—	—	(241)	(256)	286	110	—	—	(1900)	2030	2120	2190	—
13	—	—	—	—	—	(268)	303	120	—	—	(2000)	(2140)	2240	2330	—
14	—	—	—	—	—	(280)	320	130	—	—	—	(2240)	2360	2460	—
15	—	—	—	—	—	(292)	336	140	—	—	—	(2330)	(2470)	2580	—
16	—	—	—	—	—	—	352	150	—	—	—	(2420)	(2570)	2690	—
18	—	—	—	—	—	—	381	160	—	—	—	—	(2670)	(2800)	—
20	—	—	—	—	—	—	(407)	180	—	—	—	—	—	(3000)	—
22	—	—	—	—	—	—	(431)	200	—	—	—	—	—	(3180)	—
24	—	—	—	—	—	—	(452)	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	(463)	—	—	—	—	—	—	—	—

Bei den eingeklammerten Zahlen ist  $s : D > 0,75$ ; siehe Ziff. 53 und 54.

VII angegebenen Spannungswerte gelten für eine Temperatur von 20° C und einen Luftdruck von 760 mm Hg.

Die Ueberschlagspannung der Kugelfunkenstrecke verändert sich nahezu proportional mit der relativen Luftpfeuchtigkeit, sie sinkt also z. B. mit fallendem Luftdruck und steigender Temperatur. Sie ist dagegen praktisch unabhängig von der Luftpfeuchtigkeit.

Die relative Luftpfeuchtigkeit δ berechnet sich nach der Formel

$$\delta = \frac{273 + 20}{273 + t} \cdot \frac{b}{760} = 0,386 \cdot \frac{b}{273 + t}$$

wo  $t$  die Temperatur in °C und  $b$  der Barometerstand in mm Hg ist.

Für relative Luftpfeuchtigkeiten im Bereich  $0,7 \dots 1,1$  berechnet sich der wirkliche bei der betr. Luftpfeuchtigkeit bestimmte

Wert  $u$  der Ueberschlagspannung der Kugelfunkenstrecke zu:

$$u = K \cdot u_n$$

wo  $u_n$  der in der Eichtabelle für  $\delta = 1$  festgesetzte Spannungswert ist. Der Korrekturfaktor  $K$  bestimmt sich aus der relativen Luftpfeuchtigkeit δ nach Tabelle VIII.

*Korrektur der Eichwerte unter dem Einfluss von Luftdruck und Temperatur.* Tabelle VIII.

δ	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10
<b>K</b>	0,72	0,77	0,81	0,86	0,91	0,95	1,00	1,05	1,09

Im Bereich  $0,95 < \delta < 1,05$  weicht der Korrekturfaktor  $K$  von der relativen Luftpfeuchtigkeit δ nicht ab.