

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 28 (1937)  
**Heft:** 18

**Artikel:** Ueber die Bewertung der elektrischen Eigenschaften von Innenraumstützern  
**Autor:** Puppikofer, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059864>

### **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:** 02.04.2026

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

einem Z-förmigen Kranz versehen, womit sie sich für die neue Einbauart gut eignen. Die Schalter sind von aussen zugänglich, wodurch eine Revision ohne Ausbau möglich ist. Die Montage erfolgt ebenfalls von unten, wozu ein Schalterwagen verwendet wird. Dieser besitzt eine bewegliche Plattform, mit welcher der Schalter, wie in der Figur gezeigt ist, in die Einbaulage gehoben werden kann.

Im Untergeschoss zwischen den Schalterzellen finden die Transformatoren und die Verteilanlage für eine Netzstation Platz. Damit wird im Winter eine gewisse Erwärmung der Schaltanlage erreicht.

Das Projekt «Rieter» betrifft eine unterirdische Station. Hier wird unter den Schalterzellen ein

reichlich bemessener Explosionskanal durchgeführt, der bei der Zugangstreppe ins Freie mündet. Fig. 14 zeigt eine Ansicht dieser Station während des Baues. Der verwendete Schaltertyp ist bedeutend leichter und gestattet die Montage von oben. Die Verschaltungen sind leicht wegnehmbar. Die Kosten der Anlage werden trotz der etwas grösseren Höhe, welche durch die hochgeführten Kabel bedingt ist, nur wenig höher als bei der normalen Bauart mit offenen Zellen, wobei die Kabel in der Sickergrube unter und hinter den Schaltern durchgeführt werden. Diese Bauart dürfte daher in denjenigen Fällen, wo eine möglichst grosse Betriebssicherheit erforderlich ist und man nicht zum Druckluftschalter greifen will, gerechtfertigt sein.

## Ueber die Bewertung der elektrischen Eigenschaften von Innenraumstützern.

Von H. Puppikofer, Zürich.

621.315.623.4

Der Autor zeigt an einer Entwicklungsreihe von Innenraumstützern und an Hand der Ergebnisse von Vergleichsversuchen den Einfluss der Elektrodenformen auf die Spannungsverteilung längs dem Isolator und auf die mittlere Ueberschlagsfestigkeit bei 50periodigem Wechselstrom und bei Stoss. Um die Möglichkeit einer Bewertung der verschiedenen Isolatorbauformen zu geben, definiert er die relative nutzbare Isolationslänge und die auf die totale Bauhöhe bezogene Ueberschlagsfestigkeit.

L'auteur montre, à l'aide d'une série de supports pour installations couvertes ainsi que des résultats d'essai comparatifs, l'influence qu'exerce la forme des électrodes sur la répartition de la tension le long de l'isolateur ainsi que sur la résistance au contournement sous charge alternative à 50 pér./s ou lors de chocs. Pour permettre d'apprécier les différentes formes d'isolateurs, il définit la longueur d'isolation utile relative, et la résistance au contournement rapportée à la hauteur totale de construction.

Es ist seit einigen Jahren um das Problem des Stützisolators für Innenraum und Spannungen bis 30 kV recht still geworden. Höchstens sind gelegentlich noch Kontroversen zu hören über die Frage der Armaturbefestigung: Kitten oder Klemmen. Ob aber die betrachteten Isolatoren die wirtschaftlichste Bauform bilden, d. h. ob sie für eine bestimmte

aus Porzellan und Hartpapier durchgeführten Messungen zeigen <sup>1)</sup>, dass, wenn sowohl die Erde, als auch die spannungsführenden Teile aus ebenen und parallelen Flächen bestehen, sich die Spannung längs der Mantellinie eines zylindrischen Isolators vollkommen linear verteilt. Wenn man nun die Erde in vielen Fällen wohl als ebene Platte be-

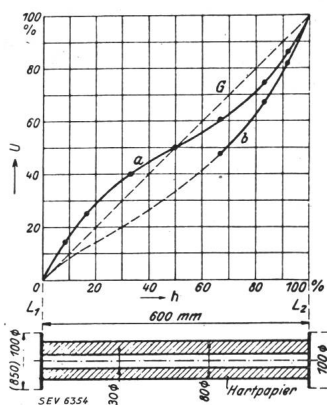


Fig. 1 (links).  
Spannungsverteilung an einem zylindrischen Stützisolator.

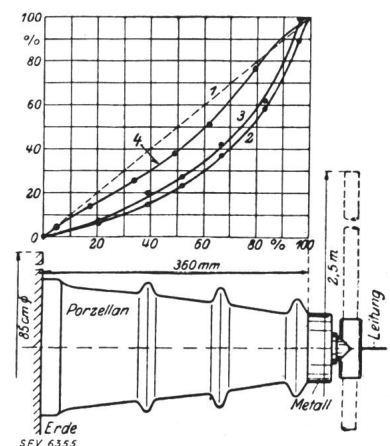


Fig. 2 (rechts).  
Spannungsverteilung an einem parabolischen Stützer mit Rippen.

minimale Grösse auch die maximale Isolationsfestigkeit bieten, wird nicht untersucht. Es sei daher an Hand der Entwicklung der Stützerbauformen bei der Maschinenfabrik Oerlikon gezeigt, was sich durch zweckmässige Ausbildung heute noch erreichen lässt.

Die Aufgabe der Stützisolatoren innerhalb einer Anlage ist lediglich die Isolation, die Distanzierung der spannungsführenden Teile von den geerdeten. Die von Schwaiger an zylindrischen Stützisolatoren

trachten kann, so weisen die spannungsführenden Teile ganz andere Formen auf. Die Wirkung der Elektrodengrösse auf die Spannungsverteilung zeigen die in Fig. 1 zusammengestellten Messresultate von Schwaiger. Die punktierte Gerade G zeigt die

<sup>1)</sup> Schwaiger: «Die Ueberschlagsfestigkeit des Porzellans», ETZ 1922, S. 875.

Schwaiger: «Zur Theorie der Hochspannungsisolatoren», ETZ 1921, S. 845.

Schwaiger: «Theorie der Hochspannungsisolatoren», E. u. M. 1920, S. 441.

ideale (isodynamische) Spannungsverteilung bei grossen Plattenelektroden. Werden diese Platten gegenüber der Isolatorhöhe klein, aber gleich gross gewählt, so ergibt sich die symmetrische Kurve *a*. Der dritte Versuch, mit ungleichen Platten, entspricht dem normalen Fall des Stützers, wo man die Erde (Wand, Boden etc.) gegenüber der Kopfarmatur mit der Leitung als gross bezeichnen muss. Dann ergibt sich die einseitig liegende Kurve *b*, wo die grösste Steilheit, die höchste Beanspruchung an der Stelle der kleinen Elektrode, also am Isolatorkopf, zu finden ist. Derselbe Verlauf, aber mit noch ausgesprochener Ausbiegung der Kurve der Spannungsverteilung, ergibt sich bei den von Kuhlmann eingeführten Stützern mit parabolischen Mantelflächen. Die Kurve 2 (Fig. 2) gilt für den Fall, dass die spannungführende Leitung in der Richtung der Stützeraxe vom Stützer weggezogen wird. Die Kurve 3 gilt für eine parallel zur Erde geführte Leitung. Schliesslich zeigt Kurve 4 den Verlauf der Spannung, wenn der Isolator verkehrt, d. h. mit dem Kopf gegen Erde montiert wird. Man ersieht daraus den überwiegenden Einfluss der Um-

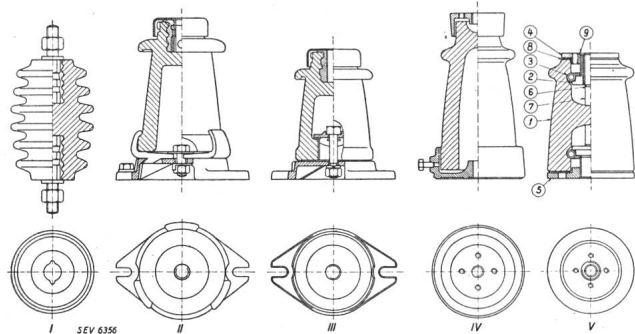


Fig. 3.  
Verschiedene Stützerbauarten.

gebung des Stützers auf sein eigenes Verhalten. Dass damit natürlich die Ueberschlagsspannung geändert wird, wird später an Beispielen gezeigt werden.

Der älteste eigentliche Stützisolator für Hochspannung war der Rillenisolator (I in Fig. 3), der jahrzehntelang die einzige Bauform war und noch heute, speziell in Amerika, bis zu 30 kV Betriebsspannung verwendet wird. Als Armaturen waren beidseits einfache Gewindebolzen in den Porzellankörper eingekittet. Schwierigkeiten ergaben sich bei diesem Isolator erst bei grossen mechanischen Beanspruchungen durch Kurzschlusskräfte und bei unsorgfältiger Herstellung, wie schlechte Kittung der Bolzen, Verwendung treibenden Zementes etc. Weil die Porzellanindustrie mit den damaligen Mitteln keine starken Porzellanscherben mit Sicherheit brennen konnte, wurden die Stützer für die höheren Spannungen aus verschiedenen Stücken gemacht und zusammengarniert.

Als in den Jahren 1906 . . . 1910 Kuhlmann durch seine Felder-Untersuchungen an Durchführungen <sup>2)</sup>

<sup>2)</sup> Kuhlmann: Hochspannungsisolatoren, ETZ 1910, S. 51—86—116.

Kuhlmann: Hochspannungsisolatoren, Arch. Elektrotechn., Bd. 3 (1914/15), S. 203.

dazu kam, auch für die Stützer die Parabelform vorzuschlagen, ging auch die Maschinenfabrik Oerlikon zu dieser Bauart über. Grundsätzlich wurde jedoch das Kitteten verlassen. Der Porzellankörper wurde durch 3 Klauen an den Bodenflansch angeklemt, während im Kopf das Muttergewinde zur Befestigung der Leitungsarmaturen mit Bleiantimon eingegossen wurde. Diese damals fortgeschrittenste Konstruktion wurde während 2 Jahrzehnten verwendet. Inzwischen hatte sich die Parabelform nach Kuhlmann derart eingeführt, dass im Jahre 1928 in Deutschland der VDE an deren Normalisierung ging <sup>3)</sup>. Es wurden für die Nennspannungen bis zu 30 kV 6 Typen normalisiert und für eine Anzahl von Nennspannungen bis zu 3 Ausführungen vorgesehen mit den Umbruchkräften von 375, 750 und 1250 kg.

Da die Stützer der Bauart II nicht überall die verlangten Umbruchfestigkeiten aufweisen, wurde bis zur Entwicklung einer eigenen Konstruktion der VDE-Isolator verwendet. Dabei stiess man da und dort auf den Widerstand von Werksleitern, die mit gekitteten Isolatoren schlechte Erfahrungen gemacht hatten. Eingehende Untersuchungen zeigten, dass bei sorgfältiger Fabrikation auch bei Kittung keine Fehler zu erwarten sind. Unter anderem liegt das Zeugnis eines grösseren Werkes vor, welches seit ca. 1 1/2 Jahrzehnten seine Isolatoren mit vollem Erfolg selber einkittet und dabei allerdings dem Zement vor der Verwendung der Isolatoren eine längere Zeit zum Abbinden lässt. Ein Vergleich des VDE-Isolators mit dem alten Rillenisolator fiel bezüglich der mittleren Ueberschlagsfestigkeit (bezogen auf 1 cm der Höhe) derart zugunsten des zweiten aus, dass man nähere Untersuchungen ausführte. Konstruktiv suchte man sich der Tradition gemäss von Kitteten freizuhalten, und zwar speziell um rasch und mit immer gleichbleibender Qualität liefern zu können. Man kam dabei auf die Wirkung der eingezogenen Elektroden, die schon beim Rillenisolator in ausgesprochenem Masse vorhanden sind. Auch Schwaiger <sup>4)</sup> hat schon auf diese Wirkung aufmerksam gemacht und Messungen publiziert.

Die Suche nach einer eingezogenen und geklemmten Armatur führte über die Zwischenform IV von Fig. 3 zu einer Klemmung mit eingelegter Spiralfeder, die schon in den Jahren 1925 . . . 27 bei verschiedenen Stützerisolatoren und in ähnlicher Weise auch beim Federringisolator der Hermsdorf-Schomburg A.-G. für Freileitungen vorhanden war (V nach Fig. 3).

In die Isolatorhöhle wird ein mit rundem Kopf versehener Gewindebolzen 2 eingesetzt, so dass der Gewindeteil nach aussen gerichtet ist. Dann wird die Spiralfeder 3 in die Nut des Porzellankörpers gelegt und mit der das Muttergewinde enthaltenden Kopfplatte 4 oder Fussplatte 5 wird die Armatur an den Porzellankörper 1 mechanisch fest angeklemt, ohne dass das Porzellan beschädigt

<sup>3)</sup> Siehe ETZ vom 20. Dez. 1928, S. 859.

<sup>4)</sup> Schwaiger: Die elektrische Festigkeitslehre; Springer, Berlin 1919 und 1925.

werden kann. Eine Nase 6 am Bolzen 2 läuft in einer Nut 7 und verhindert so das Drehen des Bolzens beim Anziehen der Fuss- oder Kopfplatte. Der Gewindebolzen 2 ist selber durchgebohrt und mit Innengewinde versehen, so dass sowohl der Isolator selber, als auch andere Teile auf ihm mit einer einzigen coaxialen Schraube befestigt werden können. Die Reibung zwischen Kopf- und Fussplatten und Porzellan, bzw. mit dem zwischenliegenden Kartonring 8 ist sehr hoch, so dass schon dadurch ein Lösen der Verschraubung ausgeschlossen ist. Ausserdem hat man an der Stelle 9 die Möglichkeit, noch wirksam zu sichern. Fig. 4 zeigt einen solchen Isolator der Reihe 10 komplett und in seine Einzelteile zerlegt. Bei höheren Spannungen wird die Wandung der Isolatorhöhlung metallisiert.

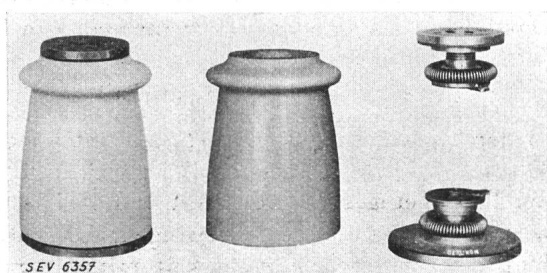


Fig. 4.  
Stützer Typ K.

Um die Wirkung der eingezogenen Elektroden an diesem Isolator genau zu untersuchen, wurde sein Feld am Modell im Elektrolytbad aufgenommen. Bei dieser Methode, die zuerst durch Fortescue im Jahre 1913<sup>5)</sup> bekanntgegeben wurde, treten an Stelle der Verschiebungsströme im Dielektrikum die Leitungsströme im Elektrolyten und

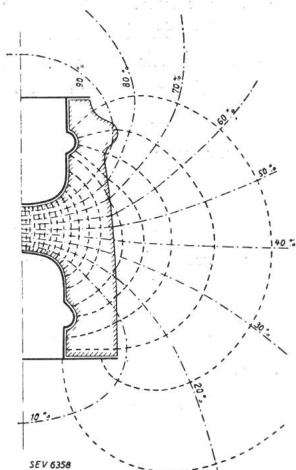


Fig. 5.  
Feldbild eines Stützers  
Typ K bei freier  
Aufhängung.

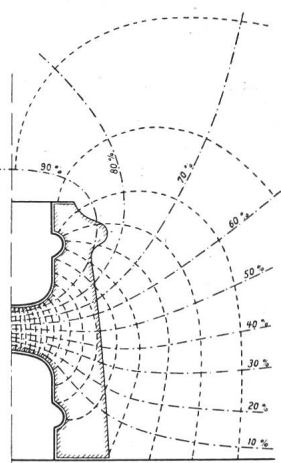


Fig. 6.  
Feldbild eines Stützers  
Typ K bei Aufstellung auf  
geerdeter Platte.

mit einem Spannungsteiler und nach einer Nullmethode (Summer) werden die Aequipotentialflächen durch Abtasten aufgenommen. Hat man es wie hier mit zwei verschiedenen Dielektrika zu tun, so wird das eine durch einen flüssigen,

<sup>5)</sup> Proceedings AIEE 1913, S. 757.

das andere durch einen gallertartigen Elektrolyten dargestellt. Diese Methode, die durch verschiedene Autoren wie Förster<sup>6)</sup>, Estorff<sup>7)</sup>, Zschaage<sup>8)</sup> und andere weiter ausgebaut wurde, bietet für systematische Untersuchungen sehr grosse Erleichterungen. Fig. 5 zeigt das auf diese Weise aufgenommene Feld des neuen Stützisolators Typ K, wobei die freie Aufhängung des Isolators zwischen Spannungspol und Erde vorausgesetzt wurde. Bei Fig. 6 wurde die Aufstellung des Isolators auf einer geerdeten Platte angenommen. Obgleich nun beide Feldbilder stark voneinander abweichen, ist die daraus ermittelte Verteilung der Spannung längs des Isolators (Fig. 7) nicht nur sehr gleichmässig, sondern für beide Fälle der Aufstellung beim Prüfen fast gleich. Diese Gleichmässigkeit zeigt sich auch bei

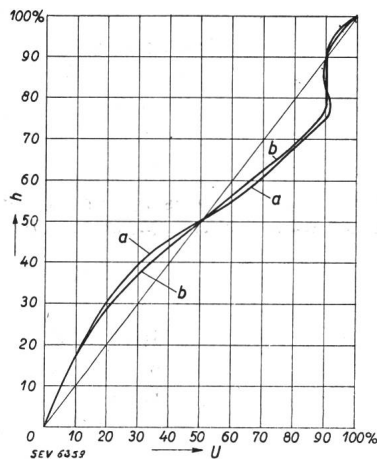


Fig. 7.  
Spannungsverteilung  
des Stützers Typ K.

der Prüfung auf Ueberschlag. Es wurden dort folgende Effektivwerte in kV gemessen:

- a) Isolator mit normal eingesetzten Armaturen aufgehängt und mit 0,5 m langem Draht mit Erde verbunden: 93 kV.
- b) Isolator do, aber auf geerdete Platte gesetzt: 90 kV.
- Um in prägnanter Weise den Unterschied mit einem Isolator gleicher Abmessungen ohne eingezogene Elektroden zu zeigen, wurde
- c) der nackte Porzellankörper auf die geerdete Platte gesetzt und als Kopfarmatur eine ebene Platte verwendet: 60 kV.
- Der Einfluss einer leichten Distanzierung des Porzellankörpers von der Erdplatte zeigt
- d) Isolator ohne Innenelektroden auf die umgekehrte Fussplatte gestellt, umgekehrte Kopfplatte aufgelegt: 63 kV

Derselbe Isolator ohne eingezogene Elektroden hält nur noch  $\frac{2}{3}$  der Spannung aus. Der Gewinn durch das Einziehen der Elektroden liegt sowohl in der absoluten Erhöhung der Ueberschlagsspannung als auch darin, dass dieser Wert praktisch unabhängig von der Umgebung des Isolators wird.

Schliesslich wurden die 4 Isolatortypen I, II, IV und V nach Fig. 3 sowohl mit 50periodigem Wechselstrom, als auch mit Stoßspannung auf Ueberschlag geprüft und die Werte in Tabelle I zusammengestellt. Darin wurde auch die «mittlere Ueberschlagfestigkeit» aufgeführt, d. h. der Quotient Ueberschlagsspannung dividiert durch Ueberschlagsdistanz und die relativ nutzbare Iso-

<sup>6)</sup> Arch. Elektrotechn., Bd. 2 (1913), S. 175.  
<sup>7)</sup> ETZ 1916, S. 60, und 1918, S. 53.  
<sup>8)</sup> ETZ 1925, S. 1215.

Tabelle I.

Prüfobjekt	1 Totale Bauhöhe <i>h</i> mm	2 Ueberschlagsdistanz mm	3 Relative nutzbar. Isolationslänge 2:1	4 5 6 7 Ueberschlagsspannung				8 9 Mittlere Ueberschlagsfestigkeit $U_f$ kV/cm		10 Stossfaktor 6:5	11 $U_{th\ eff}$ bezogen auf <i>h</i> kV 4:1 = 8:3
				50 Per./s		Stoss		Eff. Wert 50 Per./s 4:2	Scheit. Wert Stoss 6:2		
				Eff. W. kV	Scheit. W. kV	+	-				
Rillenisolator I . .	148	140	0,95	77	109	140	195	5,5	10,0	1,28	5,2
MFO-Stützer Typ SJD4 . . .	184	120	0,65	70	99	99	113	5,84	8,25	1	3,8
VDE-Stützer Typ SAR 10 . .	190	130	0,68	55	78	97	175	4,23	7,45	1,24	2,89
MFO-Stützer Typ K4	150	145	0,97	90	127	144	163	6,21	9,92	1,13	6,0

lationslänge, d. h. der Quotient Ueberschlagsdistanz dividiert durch Bauhöhe.

Diese Koeffizienten erlauben schon eine gewisse Bewertung der Isolatoren. Je näher die relative nutzbare Isolationslänge der Zahl 1 kommt, um so wirtschaftlicher ist die Konstruktion, denn sie bietet die höchstmögliche Isolationsdistanz. Diese Zahl kann beim neuen Isolator Typ K noch grösser gemacht werden, indem man die Fussplatte weglässt und den Isolator direkt auf die Konstruktionseisen festklemmt. Diese Ausführungsform wurde vorläufig nicht aufgenommen, weil sie nicht universell verwendbar ist.

Die «mittlere Ueberschlagsfestigkeit» zeigt, wie nahe man durch gute Wahl der Konstruktion an die überhaupt erreichbaren Maximalwerte herangekommen ist.

Es ist klar, dass dieser Mittelwert um so höher wird sein dürfen, je mehr sich die Kurve der Spannungsverteilung längs dem Isolator der idealen Geraden nähert. Durch Versuche hat Schwaiger <sup>9)</sup> die Ueberschlagsfestigkeit eines Porzellanzylinders zwischen zwei grossen Platten, d. h. mit nachkontrollierter, absolut linearer Spannungsverteilung bei variabler Isolatorhöhe festgestellt (Fig. 8). Bei einer Isolatorhöhe von 140 mm, die gerade mit der

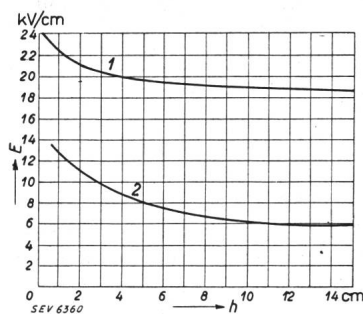


Fig. 8.  
Durchschlagsfestigkeit von Luft (Kurve 1) und Ueberschlagsfestigkeit von Porzellanstützern zwischen 2 parallelen Platten in Luft (Kurve 2) von 60% rel. Feuchtigkeit in Abhängigkeit der Plattendistanz resp. Stützerlänge.

des betrachteten Stützers übereinstimmt, betrug die Festigkeit ca. 6 kV (Effektivwert). Es darf daher der am Stützer Typ K erreichte Effektivwert von 6,2 kV als ausserordentlich günstig taxiert werden. Interessant ist die Feststellung, dass die reine Luftstrecke zwischen 2 Platten <sup>10)</sup> rund 260 kV (Effektivwert entsprechend 18,6 kV/cm Festigkeit aushält

<sup>9)</sup> Schwaiger: «Die Ueberschlagsfestigkeit des Porzellans»; ETZ 1922, S. 875.

<sup>10)</sup> A. Roth: «Hochspannungstechnik»; Springer, Berlin 1927, bzw. Schumann: «Elektr. Durchbruchfeldstärke von Gasen», Berlin 1923.

und dass durch die Einführung der Distanzierung durch einen Porzellanzylinder oder durch den günstigen Stützisolator K die Ueberschlagsspannung auf ca.  $\frac{1}{3}$ , d. h. auf 90 kV sinkt. Eine Funkenstrecke mit zwei Kugeln von 50 mm Durchmesser würde in Luft beim Abstand der eingezogenen Elektroden nur ca. die Hälfte, d. h. 45 kV, aushalten.

In der Tabelle I müsste, nach der mittleren Festigkeit beurteilt, der Stützer SJD 4 gleich nach dem neuen Typ K eingereiht werden. Um die wirtschaftliche Seite zum Ausdruck zu bringen, sollte daher die mittlere Ueberschlagsfestigkeit mit der relativen Isolationslänge multipliziert oder, anders ausgedrückt, auf die totale Bauhöhe bezogen werden. Die so erhaltenen Zahlen der Kolonne 11 geben eine Art Güteziffer, die einen guten Maßstab zur Beurteilung der Stützer ergibt. Nach diesen Zahlen ist der ungünstigste Stützer der normierte Isolator SAR 10. Dieselben Verhältnisse werden alle bekannten Stützer mit aufgekitteten Fuss- und Kopfarmaturen aufweisen. Am schlechtesten, bzw. unwirtschaftlichsten werden jene Konstruktionen sein, bei denen zur Unterbringung irgendeines Systems von Klemmung der Armaturen die Bauhöhe gross und die relative Isolationslänge klein gemacht wurde. Interessant ist auch die Feststellung, die schon Schwaiger gemacht hat, wie gut der älteste Stützer, der Rillenisolator, infolge seiner eingekitteten Armaturen schon war.

Auch bei der Stossprüfung zeigte sich, dass der Wert der Ueberschlagsspannung beim Stützer Typ K 4 von der Art der Aufstellung praktisch unabhängig ist. Bei negativem Stoss blieb die minimale Ueberschlagsspannung genau gleich, ob der Stützer aufgehängt war oder auf einer geerdeten Platte stand. Bei positivem Stoss stieg sie bei der Aufhängung um 5% über den Wert der Tabelle I.

Selbstverständlich wird durch das Einziehen der Elektroden in den Isolatorkörper hinein das Material desselben auf Durchschlag beansprucht. Nun können aber heute die Porzellanfabriken nach den langjährigen Erfahrungen mit den Vollkernisolatoren (Motorisolator u. a.) einwandfreies Porzellan fabrizieren, das dieser Beanspruchung ohne weiteres standhält. Es wurde daher der erwähnte Stützer Typ K 4 mit immer steileren Stössen geprüft, deren Scheitelwert von 200, 250, 300, 350, 450 bis auf 600 kV anstieg (je 10 Stösse

gleicher Amplitude), ohne irgendwie Schaden zu nehmen. Eine weitere Steigerung der Spannung war durch die momentanen Verhältnisse der Prüfanlage nicht möglich. Es kann jedoch schon auf Grund dieser Versuche der Isolator als völlig «stoss-

fest» bezeichnet werden, d. h. er wird auch bei steilen Stößen nur über-, nicht durchschlagen.

Aus einer Reihe von Versuchen wurde schliesslich eine minimale Umbruchkraft von 430 kg festgestellt.

## Energieverbrauch und Energiekosten im elektrifizierten Restaurant „Kappelerhof“ in Zürich.

Von A. Härry, Zürich.

621.311.152 : 725.71

Vom Restaurant Kappelerhof an der Kappelergerasse in Zürich 1 erschien im Bull. SEV 1930, Nr. 18, S. 615, eine Beschreibung mit Angaben über den Energieverbrauch. Die Erhebungen umfassten damals nur 2 Monate. Heute sind wir dank des Entgegenkommens des Besitzers, Herrn Brunner, in der Lage, die Erfahrungszahlen für zwei Jahre mitzuteilen.

Bei unserer Darstellung halten wir uns an die Form, die für das Grossrestaurant Kunsthhaus in Luzern<sup>1)</sup> gewählt wurde.

Es handelt sich beim Restaurant Kappelerhof um einen kleineren Betrieb. Es wird eine sehr gute Küche geführt (Fischspezialitäten); doch ist die flottante Kundschaft stark vorherrschend. Die Einnahmen aus warmer Küche (ohne Kaffee) betragen im Mittel der 2 Jahre ca. 30 % der Gesamteinnahmen von Fr. 193 972.—. Der Anteil der aus der Küche verpflegten Familienmitglieder und des Personals (10 Personen) ist verhältnismässig gross (im Mittel 30 % der effektiven Einnahmen aus warmer Küche). Die Erhebungen fielen in eine Zeit wirtschaftlicher Depression. Wir haben es also hier mit einem verhältnismässig ungünstigen Fall zu tun.

Das Restaurant Kappelerhof verfügt über folgende elektrischen Anschlüsse:

Tabelle I.

		kW
<b>1.</b>		
1 Kochherd . . . . .		49,60
2 Kippkessel . . . . .		11,25
1 Grill . . . . .		10,50
1 Heisswasserspeicher . . . . .		8,30
<b>Total</b>		<b>79,65</b>
am Zähler Nr. 456 angeschlossen		
<b>2.</b>		
1 Kaffeemaschine . . . . .		3,00
1 Kühlschrank . . . . .		0,38
<b>Total</b>		<b>3,38</b>
am Zähler Nr. 6427 angeschlossen		
<b>3.</b>		
2 Motoren . . . . .		0,555
am Zähler Nr. 1050 angeschlossen		
<b>4.</b>		
22 Lampen . . . . .		1,800
am Zähler Nr. 4186 angeschlossen		
<i>Zusammenstellung der Anschlusswerte:</i>		
Küche . . . . .		74,730
Heisswasser . . . . .		8,300
Kraft . . . . .		0,555
Licht . . . . .		1,800
<b>Total</b>		<b>85,385</b>

### 1. Kochen und Heisswasserbereitung für die Küche.

Für jeden Monat wurden die Einnahmen aus warmer Küche in Franken und der Energieverbrauch für das Kochen und die Heisswasserbereitung in kWh festgestellt und die-

<sup>1)</sup> Bull. SEV 1936, Nr. 21.

er pro 100 Fr. Einnahmen berechnet. Das gleiche Verfahren wurde für die Heisswasserbereitung angewendet (Fig. 1).

Aus der Küche werden auch die Familienmitglieder des Besitzers und das Personal verpflegt, im ganzen 10 Personen. Der Wert dieser Speisen wird vom Besitzer auf Fr. 2.50 pro Person u. Tag, d. h. Fr. 760.— pro Monat geschätzt. Das sind

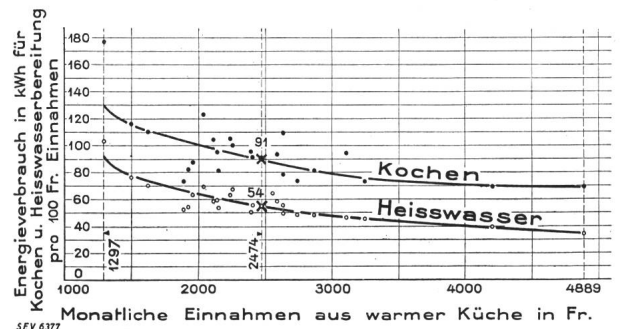


Fig. 1. Familie und Personal nicht eingerechnet.

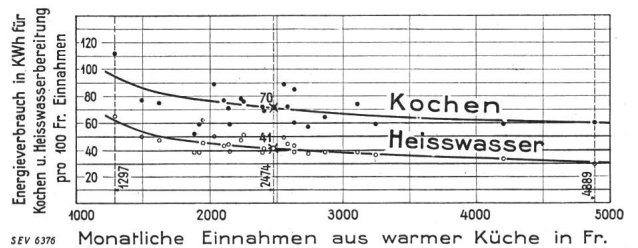


Fig. 2. Familie und Personal eingerechnet.

ca. 30 % der mittleren Einnahmen. Im schlechtesten Monat stieg dieser Prozentsatz auf 50 %. Fig. 2 zeigt die Beziehungen zwischen Einnahmen und Energieverbrauch unter Berücksichtigung des Verbrauches der Familienmitglieder und des Personals.

Mit Hilfe der Ausgleichskurve wurden für verschiedene monatliche Einnahmen die mittleren Verbrauchszahlen für

Tabelle II.

Monatliche Einnahmen		Energieverbrauch in kWh pro 100 Fr. Einnahmen			
		für das Kochen		für die Heisswasserbereitung	
Fr.	Fr.	(a)	(b)	(a)	(b)
1300	2060	130,0	82,0	92,0	58,0
1500	2260	115,0	76,2	78,0	51,9
2000	2760	100,0	72,5	64,0	46,3
2500	3260	88,0	67,3	54,0	41,5
3000	3760	79,0	63,0	48,0	38,2
3500	4260	73,0	60,0	43,5	35,7
4000	4760	70,0	59,2	40,0	33,6
4500	5260	69,0	59,0	37,0	31,7
5000	5760	68,0	58,8	34,0	29,6
<b>Mittel</b>					
2474	3234	<u>91,0</u>	<u>69,5</u>	<u>54,0</u>	<u>41,3</u>

(a) Ohne Berücksichtigung der Verpflegung der Familien-Mitglieder und des Personals.  
 (b) Mit Berücksichtigung der Verpflegung der Familien-Mitglieder und des Personals.