

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 52 (1961)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Zerstörungsfreie Prüfung auf Porosität mit Ultraschall von Fahrleitungs-Vollkernisolatoren der Schweizerischen Bundesbahnen  
**Autor:** Merz, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-916832>

### **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:** 03.04.2026

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

## Praktische Konsequenzen für Erdungen

Aus allen vorstehenden Überlegungen dürften sich grundsätzlich folgende praktischen Konsequenzen ziehen lassen:

1. In einer Hochspannungsanlage mit einem oder mehreren Hochspannungssystemen ist nur *eine einzige, gemeinsame Hochspannungserdung* zu verlegen. An diese sind anzuschliessen:

a) Alle unter sich möglichst eng vermaschten *Schutzerdleitungen* zu den Apparategehäusen, Gestellen, Eisenkonstruktionen, Betonarmierungen, ferner die Wasserleitungen und Kabelmäntel im Bereich der Anlage, die Erdseile der Freileitungen, die Erdklemmen der Überspannungsableiter, das geerdete Wicklungsende von Spannungswandlern, ein Pol der Sekundärwicklung von Strom- und Spannungswandlern, die unteren Enden der Ableitungen des Gebäudeblitzschutzes.

b) Pol- und Nullpunkterdleitungen von Leistungstransformatoren (*Betriebs-Erdleitungen*) in einem passenden Punkt, in der Regel nahe den Erdungen.

Nullpunkte von Niederspannungstransformatoren sind an die Hochspannungserdung anzuschliessen, wenn das gespiesene Niederspannungsnetz nicht über den Bereich der Anlage hinausreicht oder über Isoliertransformatoren versorgt wird.

2. Nullpunkte von *Niederspannungstransformatoren* (Verbrauchertransformatoren), sowie Metallmäntel von *Niederspannungskabeln* zur Speisung von ausserhalb des Hochspannungskomplexes liegenden Ortsnetzen sind an eine getrennte *Niederspannungserdung* zu erden, die sich ausserhalb des Spannungstrichters der Hochspannungserdung befindet.

In diesem Fall ist die gesamte Niederspannungsanlage innert des Hochspannungskomplexes gegen die Hochspannungserdung für eine Prüfspannung von 10 kV zu isolieren und sichtbar zu distanzieren.

Das Gehäuse des Niederspannungstransformators ist gemäss Ziff. 1 an die Hochspannungserdung zu erden. Als Niederspannungserdung sind in erster Linie

ausgedehnte städtische und ländliche Wasserleitungsnetze aus Metall zu verwenden.

3. *Schwachstromanlagen*, die über den Bereich einer Hochspannungserdung hinausreichen, sind entweder auf dem ganzen Hochspannungskomplex für eine Prüfspannung von 10 kV zu isolieren und von der Hochspannungserdung zu distanzieren, oder dann durch einen Schutztransformator nach aussen von der Hochspannungserdung abzuriegeln. In diesem Fall ist lediglich die leitungsseitige Wicklung des Schutztransformators und die Zuleitung zum Schutztransformator inklusive allfälliger Kabelmäntel gegen die Hochspannungserdung für eine Prüfspannung von 10 kV zu isolieren.

Gehäuse und Kern des Schutztransformators sind an die Hochspannungserdung zu erden.

Der Anschluss über Schutzübertrager und die Isolation der Kabelmäntel von der Hochspannungserdung kann unterbleiben, wenn nachgewiesen wird, dass die Längsspannung der im Erdboden oder in Zoreskanälen verlegten Kabel für die Isolation der Schwachstromanlagen ungefährlich bleibt.

4. *Metallische Wasserleitungen* (Hydrantenleitungen) auf dem Gebiet der Hochspannungsanlage sind durch eine am Rand der Hochspannungserdung befindliche Isolierstrecke von Orts-Wasserleitungen abzuriegeln, sofern diese sonst gefährliche Spannungen annehmen. Diese Gefahr besteht im allgemeinen im dichten und vermaschten Wasserleitungsnetz grosser Städte nicht. In diesem Fall ist es im allgemeinen zulässig, sowohl die Hochspannungserdung als auch die Niederspannungserdung an das Wasserleitungsnetz anzuschliessen.

Adresse des Autors:

Prof. Dr. K. Berger, Versuchsleiter der FKH, Seefeldstrasse 301, Zürich 8.

## Zerstörungsfreie Prüfung auf Porosität mit Ultraschall von Fahrleitungs-Vollkernisolatoren der Schweizerischen Bundesbahnen

Von H. Merz, Bern

620.179.16 : 621.315.624.63

*Es werden zerstörungsfreie Prüfungen an ausgebauten Porzellan-Stabisolatorn mit Ultraschall beschrieben und die Messresultate erläutert.*

*Description des essais non destructifs, à l'aide d'ultrasons, auxquels ont été soumis des stabilisateurs en porcelaine démontés, et interprétation des résultats des mesures.*

### 1. Poröses Porzellan

Im Fahrleitungsnetz der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) wurden seit 1937 über 110 000 Hochspannungs-Vollkernisolatoren (Langstabisolatoren) aus Porzellan, Typ gemäss Fig. 1, eingebaut. In den Jahren 1952/53 traten an diesen Isolatoren erstmals Brüche auf. Eingehende Untersuchungen ergaben, dass es sich um saugfähiges, poröses Porzellan handelt. In den folgenden Jahren führte man über die Isolatorenbrüche eine genaue Statistik, um Fabrikat und Lieferjahr der defekt gewordenen Vollkernisolatoren festzustellen. Es zeigte sich dabei, dass Isolatoren bestimmter Lieferjahre besonders häufig Brüche infolge Porosität aufweisen. In den vergangenen Jahren 1952—1960 sind im ganzen 228 Stück (etwa 2 % des Gesamtbestandes an Vollkernisolatoren im Fahrleitungsnetz) defekt geworden, d. h. im Mittel pro Jahr 25 Isolatoren. Derartige Isolatorbrüche verursachen jeweils sehr unange-

nehme Betriebsstörungen. Auf einzelnen Linien, wo seinerzeit bei der Elektrifikation vorwiegend ein bestimmtes Fabrikat eingebaut wurde, mussten sämtliche Vollkernisolatoren ausgewechselt werden. Die meisten Brüche verteilen sich jedoch willkürlich auf verschiedene Strecken und Netzteile, wodurch ein systematischer Austausch erschwert wird.

Mit den bisher üblichen Prüfmethode konnte poröses Porzellan — leichte Brennporosität — nicht mit genügender Sicherheit störungsfrei festgestellt werden. Poröse, saugfähige Isolatoren überstehen meistens die mechanischen und elektrischen Abnahmekontrollen und versagen erst später nach einigen Jahren im Betrieb. Es besteht dadurch eine gewisse Unsicherheit, eine Lücke in der Prüfung von Hochspannungs-Langstab- bzw. Vollkern- und Motorisolatoren. Nicht dicht gebranntes Porzellan bleibt mehr oder weniger saugfähig. Die nicht vollständig geschlos-

senen, miteinander in Verbindung stehenden, feinsten Gefügaporen nehmen mit der Zeit Feuchtigkeit auf. Witterungseinflüsse und Temperaturwechsel bewirken eine langsame Strukturlockerung, was früher oder später bei Isolatorstäben zu Brüchen (Selbstbrüche) führte. Es ist auffallend, dass bei beginnender Kälte im Winter bis gegen Frühjahr hin jeweils die meisten Isolatorbrüche auftreten.

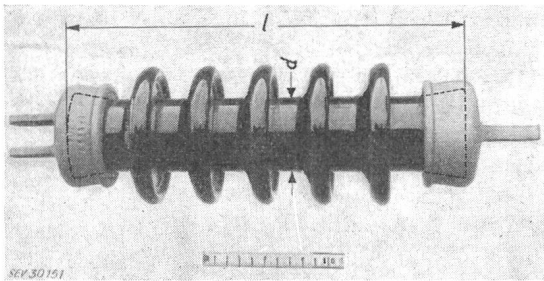


Fig. 1  
Fahrleitungs-Vollkernisolator

Strunkdurchmesser  $d = 60 \pm 2$  mm; Länge des Porzellanstabes  
 $l = 320 \pm 10$  mm

Weg der Schallwelle: Längsdurchschallung  $s = 2l$   
Querdurchschallung  $s = 2d$

Saugfähiges Porzellan wird in der Regel mit Fuchsin bestimmt. Fuchsin ist ein äusserst intensiv wirkender rotvioletter Farbstoff, der in Alkohol gelöst unter hohem Druck in die zu prüfenden Porzellanstücke gepresst wird. Die Proben werden nachher zerschlagen oder zerschnitten und auf Fuchsin Spuren untersucht; zeigt sich im Innern der Porzellanmasse die bekannte rote Färbung, so ist das Material saugfähig, porös. Fig. 2 zeigt zwei Längsschnitte durch poröse Vollkernisolatoren (Fuchsinproben).

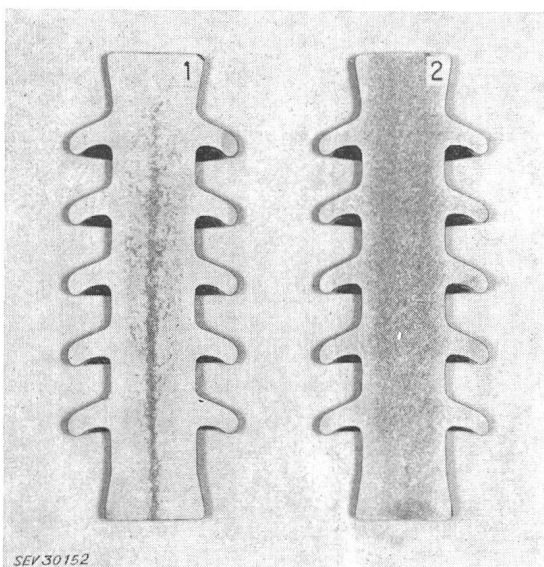


Fig. 2  
Schnitt durch poröse Vollkernisolatoren  
(Fuchsinprobe)

Isolator 1: Porzellan im Kern leicht porös ( $v_L = 5380$  m/s)  
Isolator 2: Porzellan stark porös ( $v_L = 5270$  m/s)  
 $v_L$  Schallgeschwindigkeit

Mit Ultraschall lassen sich in keramischen Stoffen innere Risse und Lunker und Fremdkörpereinschlüsse nach dem bekannten Impuls-Reflexionsverfahren

leicht ermitteln. Die Feststellung von porösem Material dagegen ist wesentlich schwieriger. Die Poren sind zu klein um ein Fehlerecho zu erzeugen. Sie beeinflussen jedoch die Schallabsorption und -geschwindigkeit. Entsprechende Messungen ermöglichen die Bestimmung von saugfähiger, poröser Porzellanmasse. Die Industrie hat in den letzten Jahren für solche Untersuchungen geeignete Geräte und Prüfmethode entwickelt [1]<sup>1)</sup>. Die Resultate konnten anfänglich nicht ganz befriedigen. Die Messverfahren mussten für die praktische Durchführung von Stückprüfungen zweckmässig angewendet werden, um mit hinreichender Sicherheit und kleinem Zeitaufwand entsprechende Werkstoffprüfungen zu ermöglichen. Anlässlich eines wissenschaftlichen Kolloquiums an der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich wurde ein Vortrag von H. Weissmantel über «Zerstörungsfreie Prüfung von Hochspannungsisolatoren» gehalten. Man stand damals den Verfahren zum Teil skeptisch gegenüber. Es ist zu beachten, dass die Zuverlässigkeit und die Anwendungsmöglichkeit der Ultraschallmessung für die Bestimmung von porösem Porzellan seine praktischen Grenzen hat. Die Deutsche Bundesbahn (DB) entwickelte mit gutem Erfolg zusammen mit der Industrie für die Prüfung ihrer ausgebauten und neuen Isolatoren auf Porosität und zur Untersuchung auf sog. Scheibenbrüche (Risse unter den Gusskappen) eigene Ultraschallmessverfahren [2]. Die SBB entschlossen sich daraufhin, ihre ausgebauten Fahrleitungs-Vollkernisolatoren ebenfalls mit Ultraschall auf Porosität nachprüfen zu lassen. Über diese Prüfungen und die Messresultate soll nachfolgend berichtet werden.

## 2. Durchführung der Ultraschallmessungen

In einer ersten Etappe wurden im Sommer 1959 mit den Messeinrichtungen und durch Personal der DB auf einem Prüfstand beim Fahrleitungsdienst in Olten 3368 Stück Vollkernisolatoren mit Ultraschall zerstörungsfrei nachgeprüft. Die Untersuchungen sollten zeigen, wie genau eine Ausscheidung saugfähiger Porzellanmasse praktisch möglich ist und wie viele Isolatoren nicht porös und noch brauchbar sind.

Es sei hier vorausgesetzt, dass die üblichen Ultraschallmessverfahren für die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung allgemein bekannt sind. Wie bei Ultraschallprüfungen an Stahl wird auch bei keramischem Material ein kurzer Schallimpuls (2,5 MHz) über einen Schallkopf durch den zu untersuchenden Körper gestrahlt. Der Schallkopf zur Übertragung der Sendeimpulse und für den Empfang des zurückreflektierten Echos muss dem Werkstoff Porzellan und der Isolatorform angepasst sein. Die Impulse werden auf bekannte Art auf einem Schirmbild eines Kathodenstrahl-Oszillographen sichtbar gemacht.

Zur Bestimmung von Porosität wird nach dem Verfahren der DB die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schallwelle im keramischen Körper gemessen. Mit zunehmender Sinterung steigt die Schallgeschwindigkeit  $v_L$  leicht an. Innerhalb gewisser Grenzen ist es möglich, aus den Laufzeit- bzw. Schallgeschwindigkeitsunterschieden poröses von nicht porösem Porzellan zu unterscheiden. Die Bestimmung der Laufzeit  $t$  der Schallwelle erfordert ein genaues Abmessen der Lage

<sup>1)</sup> Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

der Reflex-Impulse ( $B_1$  und  $B_2$  in Fig. 3 und 4) auf dem Schirmbild. Auf der Meßskala treten nur sehr kleine Verschiebungen (bei  $B_2$ ) von einigen wenigen Millimetern, oder Bruchteilen davon auf. Ein weiteres Erschwernis für die Durchführung von Ultraschallmessungen an ausgebauten Isolatoren besteht darin, dass

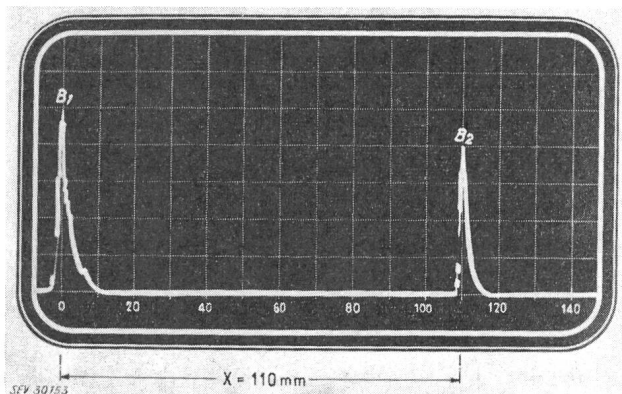


Fig. 3

Schirmbild eines nicht porösen Isolators

$B_1$  und  $B_2$  Echo-Impulse (der Sende-Impuls ist auf dem Oszillogramm nicht sichtbar); Mess-Skala = 0...140 mm; Skala-Ablesung  $X = 110$  mm

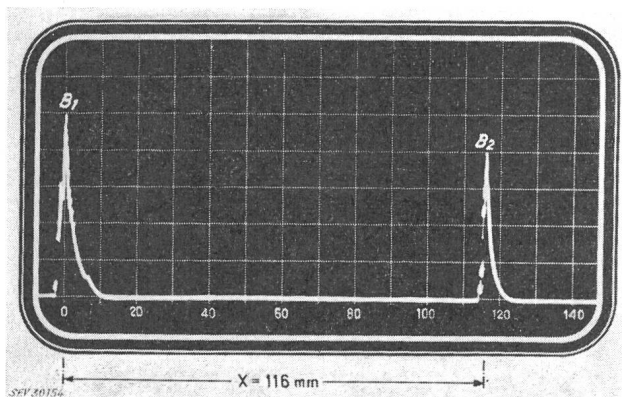


Fig. 4

Schirmbild eines porösen Isolators

Skala-Ablesung:  $X = 116$  mm  
Weitere Bezeichnungen siehe Fig. 3

diese armiert, d. h. mit Gusskappen versehen sind und nicht in der Länge des Porzellanstabes durchschallt werden können. Es müssen Querdurchschallungen, Messungen quer zum Strunk des Isolators, zwischen den Schirmen an zylindrischen Porzellankörpern mit einem entsprechend gewölbten Schallkopf, ausgeführt werden. Der Weg ( $s = 2d$ ;  $d =$  Strunkdurchmesser, Fig. 1) der Schallwelle, bzw. die zu messende Laufzeit ist wesentlich kürzer als bei einer Längsdurchschallung ( $s = 2l$ ); die Messung wird entsprechend ungenauer. Es bedarf einer gewissen Geschicklichkeit und Übung um dennoch auf dem Schirmbild eindeutige Impulse zu erhalten und eine genügende Genauigkeit der Ablesung zu erreichen. Auf der Meßskala ( $X$ -Werte) wird die Laufzeit  $t$  bestimmt, am Isolatorstrunk an der Meßstelle der genaue Durchmesser  $d$  gemessen und daraus die Schallgeschwindigkeit

$$v_L = \frac{2d}{t}$$

berechnet.

Vor der seriemässigen Durchführung von Stückprüfungen muss für jede verschiedenartige Porzellanmasse jeweils durch Vergleich mit Fuchsinproben ihre Grenzwerte der Schallgeschwindigkeit  $v_{Lmin}$  zwischen porösem, saugfähigem und dicht gebranntem, genügend gesintertem Material bestimmt werden. Die Fig. 3 und 4 zeigen zwei Oszillogramme auf dem Schirmbild eines Kathodenstrahlgerätes an einem nicht porösen und an einem porösen Isolator. In Tabelle I sind die entsprechenden Mess- und Zahlenwerte zusammengestellt. Der Grenzwert für die Schallgeschwindigkeit wurde bei diesen Messungen zu  $v_{Lmin} = 5450$  m/s bestimmt. Die als nicht porös zu betrachtenden Isolatoren müssen Werte  $v_L > v_{Lmin}$  aufweisen. Es besteht eine gewisse Ungenauigkeit und Streuung in der Abgrenzung der Schallgeschwindigkeitswerte zwischen leicht porösem und hinreichend gebranntem Porzellan. Die Messmethode erlaubt praktisch eine Ablesegenauigkeit auf der Meßskala des Schirmbildes von nur  $\pm 0,5$  mm, was einer Toleranz von  $\pm 50$  m/s entspricht. Isolatoren mit Schallgeschwindigkeiten im Grenzbereich von  $v_L = (v_{Lmin} \pm 50$  m/s) können noch Spuren von leicht porösem Porzellan enthalten und müssen ausgeschieden werden; solche mit  $v_L > (v_{Lmin} + 50$  m/s) sind als porenfrei zu betrachten. Liegen die  $v_L$ -Werte eindeutig wesentlich über  $v_{Lmin}$ , so ist das Porzellan gut und einwandfrei.

Mess- und Berechnungsbeispiel

Tabelle I

A. Dicht gebranntes, nicht poröses Porzellan  
(Oszillogramm gemäss Fig. 3)

Gesucht: Schallgeschwindigkeit  $v_L = \frac{2d}{t} \cdot 10^3$  [m/s]  
 $d$  Strunkdurchmesser [mm]  
 $t$  Laufzeit [ $10^{-6}$  s]

Gemessen: Laufzeit  $t$  der Schallwelle  
Weg hin und zurück  $s = 2d$  [mm]  
 $d = 61,5$  mm; Ablesegenauigkeit  $\pm 0,1$  mm  
Eichung der Zeiteinheit auf dem Schirmbild  
 $t$ -Maßstab:  $1 \text{ mm} \triangleq 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ s}$

Skala-Ablesung:  $X = 110$  mm; Ablesegenauigkeit:  $\pm 0,5$  mm  
 $t = X \cdot c \cdot 10^{-6} \text{ s} = 22,0 \cdot 10^{-6} \text{ s}$   
 $c$  Messkonstante = 0,2

Berechnet:  $v_L = \frac{2d}{t} \cdot 10^3 = 5590$  m/s  
Genauigkeit  $\pm 50$  m/s

Der Isolator ist nicht porös  $v_L > v_{Lmin} = 5450$  m/s  
(Grenzwert, ermittelt durch Vergleich mit Fuchsinproben)

B. Nicht vollständig gesintertes, poröses Porzellan  
(Oszillogramm gemäss Fig. 4)

Gesucht:  $v_L$   
Gemessen:  $d = 61,5$  mm

Skala-Ablesung:  $X = 116$  mm  
 $t = 23,2 \cdot 10^{-6} \text{ s}$

Berechnet:  $v_L = 5300$  m/s  
Der Isolator ist porös  $v_L < v_{Lmin} = 5450$  m/s  
was durch Fuchsinproben bestätigt wurde.

Auf Grund der befriedigenden Ergebnisse der ersten zerstörungsfreien Ultraschall-Nachprüfungen 1959 in Olten wurde eine zweite Serie von weiteren 2124 Stück ausgebauter Vollkernisolatoren mit der Ultraschall-Messapparatur der Porzellanfabrik in Langenthal

durchgeführt. Die angewandte Messmethode entspricht im wesentlichen derjenigen der DB. Es wurde ebenfalls die Schallgeschwindigkeit  $v_L$  durch eine Laufzeitmessung  $t$  bestimmt. Die Art der Ablesung und Einstellung war jedoch etwas verschieden. Die Messung der Laufzeit erfolgte nicht direkt auf der Meßskala des Schirmbildes, sondern über einen Vergleichsimpuls, welcher mit dem Impuls des Prüflings auf dem Schirmbild verglichen und zur Deckung gebracht wird. Der Vergleichsimpuls wird in einer Meßsäule aus einem Gemisch von Wasser und Glycerin erzeugt und geeicht, dessen Länge  $s = 2l$  variabel ist und über eine Mikrometerschraube derart eingestellt werden kann, dass die Laufzeit der Schallwelle in der Flüssigkeitssäule identisch dem Wert des zu prüfenden Isolators wird. Die Mikrometerschraube kann genauer abgelesen werden als die Millimeterskala auf dem Schirmbild. Das Einstellen der beiden Impulse aufeinander ist einfacher und genauer durchführbar. Dadurch wird eine grössere Genauigkeit der  $v_L$ -Werte erreicht (Toleranz  $\pm 10...20$  m/s).

### 3. Messresultate

1958/59 wurden rund 8300 Fahrleitungs-Vollkernisolatoren ausgebaut und zur Nachprüfung bereitgestellt. Vorerst erfolgte an sämtlichen Isolatoren eine mechanische Zugprüfung mit 4700 kg (ca. 88 % der Garantiebruchlast) während 5 min. Dies war eine etwas zu strenge Nachprüfung für gebrauchte Isolatoren, die während längerer Zeit den Wechselwirkungen im Betrieb ausgesetzt waren. Die Garantiebruchlast dieses Isolatorentyps beträgt 5300 kg. Damit ist zu

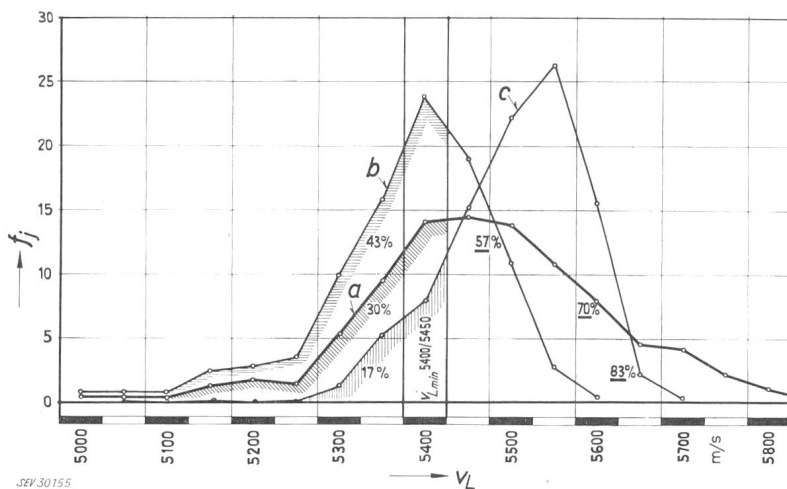


Fig. 5

#### Häufigkeitskurve der gemessenen Schallgeschwindigkeit $v_L$

- $f_j$ , Anteil (Häufigkeit) der  $v_L$ -Werte in %  
(100 % totale Zahl der betreffenden Isolatoren)
- a bezogen auf sämtliche geprüften Isolatoren, verschiedene Fabrikate und Lieferjahre;  
3368 Stück = 100 %; porös 30 %  
 $v_{L\ min} = 5400...5450$  m/s;  $v_L > 5450$  m/s
- b für ein Fabrikat und Lieferjahr mit grossem Anteil porösen Porzellans;  
1177 Stück = 100 %; porös 43 %  
 $v_{L\ min} = 5400$  m/s;  $v_L > 5400$  m/s
- c für ein Fabrikat und Lieferjahr mit geringerem Anteil porösen Porzellans;  
643 Stück = 100 %; porös 17 %  
 $v_{L\ min} = 5450$  m/s;  $v_L > 5450$  m/s
- Die unterstrichenen Zahlen geben die nicht porösen Isolatoren in Prozenten an (die Fläche der betreffenden Häufigkeitskurve entspricht der totalen Zahl der Isolatoren)

Weitere Bezeichnungen siehe im Text

### 4. Schlussfolgerungen

erklären, warum ein relativ hoher Prozentsatz von etwa 20 % mechanisch defekt wurde; darunter befinden sich stark poröse Isolatoren und solche mit Scheibenbrüchen unter den Gusskappen. Von den übriggebliebenen rund 6600 Stück wurden 3368 Isolatoren 1959 in Olten zerstörungsfrei mit Ultraschall auf Porosität nachgeprüft. Ein kleiner Prozentsatz, etwa 8 % inländischer Fabrikate wies praktisch keine Porosität auf. Von den übrigen 92 % Isolatoren ausländischer Herkunft früherer Lieferungen mussten rund  $\frac{1}{3}$  wegen ungenügender Sinterung, saugfähiger Porosität ausgeschrieben werden. Die untersuchten Isolatoren verschiedener Fabrikate und Lieferjahre ergaben im Mittel Schallgeschwindigkeitswerte nach Tabelle II.

Die Grenzwerte der Schallgeschwindigkeit ( $v_{L\ min}$ ) variieren zwischen 5400 und 5450 m/s, je nach Fabrikat und Lieferjahr, da die Porzellanmassen unterschiedliche Zusammensetzungen aufweisen. Isolatoren mit  $v_L$ -Werten über 5450 m/s können als einwandfrei und wieder verwendbar betrachtet werden. Zur Beurteilung der Qualität der Porzellanmasse in Bezug auf Porosität, bzw. Saugfähigkeit, wurde die Grössenordnung der Schallgeschwindigkeitswerte  $v_L$  nach ihrer Häufigkeit geordnet und in Fig. 5, dargestellt; Kurve a zeigt, dass von den untersuchten Isolatoren verschiedener Fabrikate und Lieferjahre (100 % = 3368 Isolatoren) 30 % leicht bis stark saugfähig, und nur 70 % davon nicht porös sind. Die Verschiedenartigkeit der Porzellanmassen ergibt im Gesamtergebnis eine Streuung und lässt die Kurve a an ihrer Spitze flacher verlaufen; wird nur ein Fabrikat und Lieferjahr mit einer bestimmten Zusammensetzung der Porzellanmasse untersucht (Kurven b und c), so tritt eine ausgeprägtere Spitze auf.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die zerstörungsfreie Untersuchung an ausgebauten Vollkernisolatoren mit Ultraschall und die Messmethoden nach dem Prinzip der Schallgeschwindigkeitsbestimmung sich bewährt hat. Es war möglich, saugfähiges, poröses Porzellan auszuselektieren. Rund  $\frac{1}{3}$  der nachgeprüften Isolatoren war porös. Für die Untersuchung neuer Isolatoren ohne Gusskappen mit Längsdurchschallung wäre eine noch schärfere Abgrenzung und ein verfeinertes Messverfahren, evtl. nach dem Absorptionsprinzip, erwünscht. Poröse Porzellanmasse mit geschlossenen Poren kann infolge ihrer weniger dichten

Struktur ebenfalls kleinere Schallgeschwindigkeitswerte unter der kritischen  $v_{Lmin}$ -Grenze ergeben, ohne saugfähig zu sein.

Nebst der beschriebenen Prüfung auf Porosität wurden die ausgebauten, nicht als porös befundenen Isolatoren auf *Scheibenbrüche* untersucht. Der konische Isolatorkopf wird schräg unter die Gusskappen mit einem Winkel-Schallkopf nach dem Ultraschall-Impuls-Echoverfahren [3] durchstrahlt und auf versteckte Risse untersucht. Ein Anteil von 2,7 % der insgesamt nachgeprüften 5492 Stück Vollkernisolatoren wies Scheibenbrüche und Fehler ähnlicher Art auf.

Das Kopfende des Isolatorstabes unter der Gusskappe wird durch die auftretenden Zug- und Druckkräfte mechanisch stark beansprucht. Es treten dort am Porzellankörper grosse zusätzliche mechanische Spannungen auf. Kleine Unregelmässigkeiten in der Formgebung, in der Herstellung des Isolatorkopfes und beim Eingiessen in die Gusskappen sowie zu hohe Beanspruchungen bei der Zugprüfung können zu Rissbildungen (Scheibenbrüche) unter den Kappen führen. Meist wird der Isolator anfänglich dadurch nicht wesentlich geschwächt und widersteht den Bean-

spruchungen der üblichen Abnahmeprüfungen. Erst später können solche versteckte Beschädigungen infolge der wechselnden Beanspruchung im Betrieb ebenfalls zu Isolatorbrüchen führen.

Es ist daher zu empfehlen, ausgebaut und neue Isolatoren mit Ultraschall auch auf Scheibenbrüche zu untersuchen. In neuester Zeit sehen die SBB bei ihren Abnahmekontrollen von Vollkern- und Langstabisolatoren die beschriebenen Ultraschallprüfungen auf Porosität und Scheibenbrüche vor.

#### Literatur

- [1] Barthelt, H. und A. Lutsch: Zerstörungsfreie Prüfung von keramischen Isolatoren mit Ultraschall. Siemens Z. Bd. 26(1952), Nr. 3, S. 114...121.  
Reverey, G.: Die zerstörungsfreie Prüfung von Isolatoren. ETZ-A Bd. 73(1952), Nr. 14, S. 451...455.  
Weyl, D.: Möglichkeit der Prüfung von Porzellanisolatoren mit Ultraschall. ATM Lfg. 257(Juni 1957), Bl. V 8242-3, S. 121...124.
- [2] Stüber, C.: Zerstörungsfreie Ultraschallprüfung von Fahr- und Fernleitungsisolatoren. Jb. des Eisenbahnwesens Bd. 9(1958), S. 150...152.
- [3] Barthelt, H. und W. Böhme: Die zerstörungsfreie Prüfung der armierten Enden von Langstabisolatoren nach dem Ultraschall-Echo-Verfahren. Siemens Z. Bd. 29(1955), Nr. 5/6, S. 206...208.

#### Adresse des Autors:

Hugo Merz, dipl. El.-Ing. ETH, Sektionschef der Bauabteilung der Schweiz. Bundesbahnen, Generaldirektion, Bern.

## Neue Haushalt-Apparatesteckvorrichtungen

Vom Sekretariat des SEV (A. Tschalär)

621.316.541 : 64-83

Das Sekretariat des SEV veröffentlicht im folgenden einen Vorschlag für die Einführung neuer schweizerischer Apparatesteckvorrichtungen. Dieser Vorschlag hat nur grundsätzlichen Charakter und soll als Ausgangspunkt für die Entwicklung von Normen in den entsprechenden Gremien des SEV dienen; er basiert auf einem Normungsplan, der von der Internationalen Kommission für Regeln zur Begutachtung Elektrotechnischer Erzeugnisse (CEE) aufgestellt und nächsthin von deren Plenarversammlung genehmigt werden soll. Das Sekretariat ersucht die schweizerischen Interessenten, insbesondere die Hersteller von Apparaten mit Apparatesteckern und von Apparatesteckvorrichtungen, diesen Vorschlag zu prüfen und allfällige Bemerkungen grundsätzlicher Art schriftlich im Doppel bis 17. Mai 1961 dem Sekretariat des SEV (Seefeldstrasse 301, Zürich 8) einzureichen.

Die Hausinstallationsvorschriften (HV), Publ. Nr. 1000 des SEV, die am 1. Juli 1961 in Kraft treten, verlangen in Ziffer 36 110.6 folgendes:

«Apparatestecker an schutzpflichtigen Energieverbrauchern müssen so ausgeführt sein, dass Steckdosen ohne Schutzkontakt nicht eingeführt werden können.»

Mit dieser Bestimmung wird bezweckt, dass in Zukunft schutzpflichtige transportable Apparate unabhängig vom Raum, in dem sie angeschlossen werden, zwangsläufig genullt, schutzgeerdet oder schutzgeschaltet sind, oder genauer gesagt, dass die durch das neue System der Haushalt-Netzsteckvorrichtungen eingeleitete Zwangsläufigkeit des Schutzes nicht durch die Apparatesteckvorrichtungen durchbrochen wird.

Diese Forderung lässt sich mit den heutigen Normen nach den Sicherheitsvorschriften für Apparatesteckvorrichtungen, Publ. Nr. 1012 des SEV, Dimensionsblätter S 24547 und S 24549 für 10 und 6 A, 250 V, nicht erfüllen, weshalb die erwähnte Bestimmung in den HV mit der Fussnote «Diese Bestimmung tritt erst in Kraft, sobald die entsprechenden neuen Apparatesteckvorrichtungen auf dem Markt erhältlich sind» ergänzt werden musste.

Die Sicherheitsvorschriften bestimmen auch, dass äussere Schutzkontakte nicht zulässig sind; vorläufig jedoch mit Ausnahme der heute noch gebräuchlichen Apparatesteckvorrichtungen für 6 und 10 A, 250 V, und für 10 A, 380 V.

Diese für die Personensicherheit wichtige Bestimmung ist also bei den heutigen Haushalt-Apparatesteckvorrichtungen auch nicht erfüllt, wodurch wiederholt Unfälle entstanden sind. Ferner besteht heute keine Gewähr dafür, dass Apparatesteckdosen für 10 A, 250 V, ohne keramischen d. h. wärmefesten Vorder- teil nicht zusammen mit Apparaten mit warmer Anschlußstelle, z. B. Bügeleisen, verwendet werden, so dass solche Apparatesteckdosen oft überhitzt und vorzeitig defekt werden, was ebenfalls Unfallgefahren in sich birgt.

Die Hausinstallationskommission des SEV und VSE hat deshalb schon lange nach einer Lösung gesucht, um diese Unzulänglichkeiten zu beheben. Die früheren Vorschläge fussten aber alle auf der alten Konzeption der Steckvorrichtungen, so dass sie keine auf lange Sicht befriedigende Lösung versprachen. Ferner rückte damals die Entwicklung einer internationalen Lösung im Rahmen der Internationalen Kommission für Regeln zur Begutachtung Elektrotechnischer Erzeugnisse (CEE) in greifbare Nähe, so dass darauf verzichtet wurde, eine nur schweizerische Lösung weiter zu verfolgen. Dieser Entschluss fiel um so leichter, als für Apparatesteckvorrichtungen eine internationale Normung ganz besonders wünschenswert ist, weil die Apparatestecker meistens mit dem Gehäuse des Apparates kombiniert sind und beim Handel über die Grenzen nicht einfach ausgewechselt werden können wie die Netzstecker.