

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin de l'Association suisse des électriciens
<b>Herausgeber:</b>	Association suisse des électriciens
<b>Band:</b>	52 (1961)
<b>Heft:</b>	9
<b>Artikel:</b>	Zerstörungsfreie Prüfung auf Porosität mit Ultraschall von Fahrleitungsvollkernisolatoren der Schweizerischen Bundesbahnen
<b>Autor:</b>	Merz, H.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-1059049">https://doi.org/10.5169/seals-1059049</a>

### 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:** 16.01.2026

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

condaire qui circule alors dans la gaine empêche l'apparition d'importantes surtensions dans les circuits à basse tension, surtout dans le cas de phénomènes rapides.

*Les considérations ci-dessus permettent les conclusions essentielles suivantes:*

1° Dans une installation à haute tension comprenant un ou plusieurs systèmes à haute tension, il y a lieu de n'établir qu'*une seule terre commune*, à laquelle on raccordera :

a) Toutes les *lignes de terre de protection*, aussi étroitement interconnectées que possible, aux boîtiers d'appareils, bâtis, constructions en fer, armures de bétonnage, ainsi qu'aux conduites d'eau et gaines de câbles dans la zone de l'installation, aux câbles de terre des lignes aériennes, aux extrémités mises à la terre d'enroulements de transformateurs de tension, à un pôle de l'enroulement secondaire de transformateurs de courant et de tension, aux extrémités inférieures des descentes de la protection du bâtiment contre la foudre.

b) Les lignes de terre de pôles et de points neutres de transformateurs de puissance (*lignes de terre de service*) à un endroit approprié, généralement à proximité des terres.

Les points neutres de transformateurs à basse tension doivent être reliés à la terre de l'installation à haute tension, lorsque le réseau à basse tension alimenté ne sort pas de la zone de l'installation ou est alimenté par l'intermédiaire de transformateurs d'isolement.

2° Les points neutres de *transformateurs à basse tension* (transformateurs de consommateurs), ainsi que les gaines métalliques de *câbles à basse tension* pour l'alimentation de réseaux locaux hors du complexe à haute tension, doivent être reliés à une *terre séparée pour basse tension*, disposée hors de la région de tension de la terre de l'installation à haute tension.

Dans ce cas, toute l'installation à basse tension dans le complexe à haute tension doit être isolée pour une tension d'essai de 10 kV par rapport à la terre de l'installation à haute tension et être visuellement distancée de celle-ci.

Le boîtier du transformateur à basse tension doit être relié à la terre de l'installation à haute tension, comme indiqué sous 1°. Comme terre séparée pour

basse tension, on utilisera avant tout des réseaux de distribution d'eau urbains étendus, ainsi que des réseaux de la campagne, dont les conduites sont métalliques.

3° Les *installations à courant faible* qui sortent de la zone d'une terre de l'installation à haute tension seront isolées pour une tension d'essai de 10 kV dans tout le complexe à haute tension ou séparées de cette terre, vers l'extérieur, par un transformateur de protection. Dans ce cas, il suffit d'isoler pour une tension d'essai de 10 kV, par rapport à la terre de l'installation à haute tension, l'enroulement côté ligne du transformateur de protection et l'aménée de courant à ce transformateur, y compris les gaines des câbles, s'il y a lieu.

Le boîtier et le noyau du transformateur de protection doivent être reliés à la terre de l'installation à haute tension.

Le raccordement par l'intermédiaire de translateurs de protection et l'isolation des gaines de câbles par rapport à la terre de l'installation à haute tension n'est pas nécessaire lorsqu'il est prouvé que la tension longitudinale des câbles posés dans le sol ou dans des fers Zorès demeure non dangereuse pour l'isolement des installations à courant faible.

4° Les *conduites d'eau en tuyaux métalliques* (conduites d'hydrantes) dans la zone de l'installation à haute tension doivent être séparées des conduites extérieures par un tronçon isolant disposé en bordure de l'installation à haute tension, si ces conduites extérieures risquent d'atteindre des tensions dangereuses. Ce danger n'existe généralement pas dans un réseau de distribution d'eau très dense et maillé, de grandes villes. Dans ce cas, il est généralement admis de raccorder à ce réseau la terre de l'installation à haute tension, ainsi que la terre séparée pour basse tension.

#### Adresse de l'auteur:

K. Berger, Dr ès sc. techn., professeur à l'EPF, ingénieur chargé des essais de la FKH, 301, Seefeldstrasse, Zurich 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-Stabilisatoren 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 Prüfmethoden 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 Gefügeporen 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.

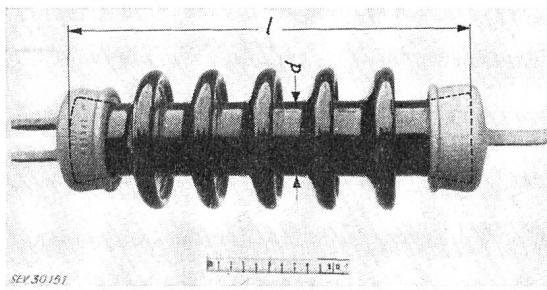


Fig. 1  
Fahrleitungs-Vollkernisolator

Struktdurchmesser  $d = 60 \pm 2$  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 Fuchsins bestimmt. Fuchsins 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 Fuchsinspuren 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 (Fuchsinsproben).

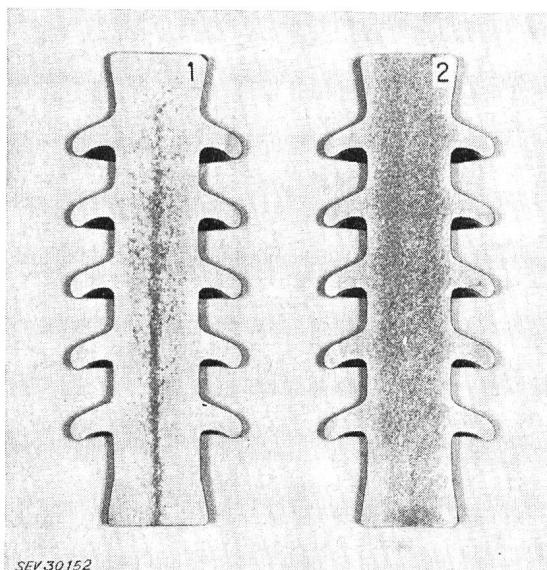


Fig. 2  
Schnitt durch poröse Vollkernisolatoren  
(Fuchsinsprobe)

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 saugfähigem, porösem Porzellanmaterial. Die Industrie hat in den letzten Jahren für solche Untersuchungen geeignete Geräte und Prüfmethoden 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 hinreichen- der 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 Fahrleitungsdiest 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-Oszilloskopens 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

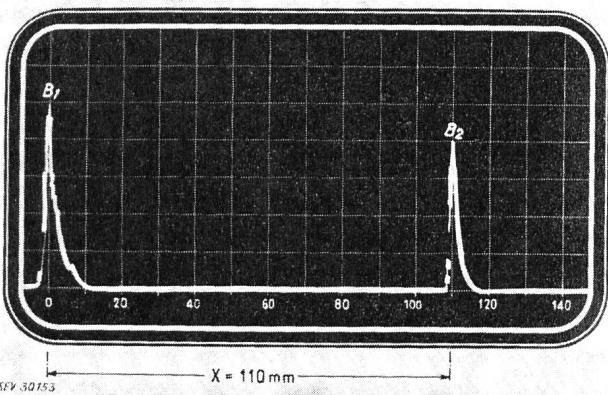


Fig. 3

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

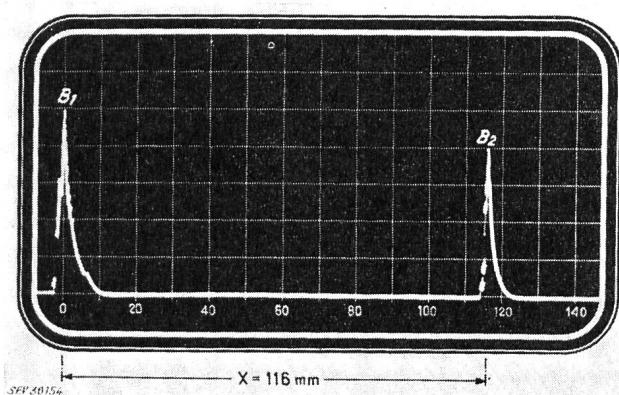


Fig. 4

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 Fuchsproben 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  $v_L = \frac{2d}{t} 10^3$  [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 mm  $\triangleq 0,2 \cdot 10^{-6}$  s

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

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

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

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

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

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

Berechnet:  $v_L = 5300$  m/s

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

Auf Grund der befriedigenden Ergebnisse der ersten zerstörungsfreien Ultraschall-Nachprüfungen 1959 in Olten wurde eine zweite Serie von weitern 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 Glyzerin erzeugt und geeicht, dessen Länge  $s = 2 l'$  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  $\pm 10 \dots 20 m/s).$

### 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

### Schallgeschwindigkeiten

Tabelle II

Gefügestruktur	Schallgeschwindigkeit $v_L$ [m/s] (je nach Porzellanmasse)
dicht gebrannt, nicht porös	$\geq 5400 \dots 5600$ $5450 \dots 5700$
saugfähig, leicht porös	$\geq 5250 \dots 5400$ $5300 \dots 5450$
stark porös	$< 5000 \dots 5250$

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.

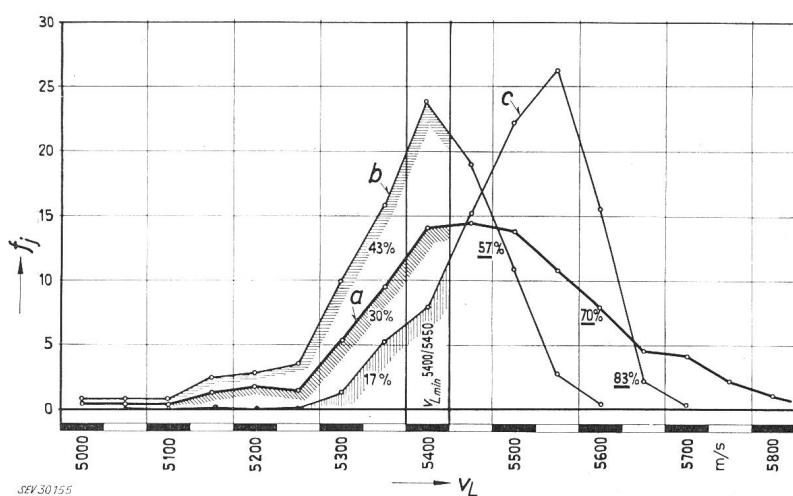


Fig. 5  
Häufigkeitskurve der gemessenen Schallgeschwindigkeit  $v_L$

- $f_j$  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 %
- $v_{L\min} = 5400 \dots 5450$  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

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 auszuscheiden. 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

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 ausgeschieden werden. Die untersuchten Isolatoren verschiedener Fabrikate und Lieferjahre ergaben im Mittel Schallgeschwindigkeitswerte nach Tabelle II.

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 verdeckte Risse untersucht. Ein Anteil von 2,7 % der insgesamten 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, ausgebaute 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.

## Nouveaux dispositifs connecteurs pour usages domestiques

Par le Secrétariat de l'ASE (A. Tschalär)

621.316.541 : 64-83

Le Secrétariat de l'ASE publie ci-après une proposition concernant l'introduction de nouveaux dispositifs connecteurs suisses. Cette proposition n'a qu'un caractère de principe et doit servir de point de départ pour l'élaboration de Normes par les instances compétentes de l'ASE; elle est basée sur un plan de normalisation établi par la Commission Internationale de Réglementation en vue de l'Approbation de l'Équipement Electrique (CEE), qui doit être prochainement approuvé par l'assemblée plénière de cette Commission. Le Secrétariat invite les intéressés suisses, notamment les fabricants d'appareils munis de fiches de connecteurs et ceux de dispositifs connecteurs, à examiner cette proposition et à adresser leurs observations éventuelles, relatives au principe même de cette proposition, par écrit, en deux exemplaires, au Secrétariat de l'ASE, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, jusqu'au 17 mai 1961.

Les Prescriptions de l'ASE sur les installations électriques intérieures (PIE), Publ. n° 1000, qui entrent en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 1961, exigent ce qui suit sous chiffre 36 110.6:

«Toute fiche de connecteur équipant un récepteur nécessitant protection doit être constituée de manière qu'il soit impossible de lui adapter une prise dépourvue de contact de protection.»

Le but de cette disposition est d'obtenir que les appareils transportables nécessitant protection soient désormais nécessairement mis au neutre, mis directement à la terre ou prévus pour couplage de protection, ceci indépendamment du local dans lequel ils sont branchés. Autrement dit, la protection automatique introduite par le nouveau système de dispositifs de prise de courant pour usages domestiques ne doit pas être interrompue par les dispositifs connecteurs.

Cette exigence ne peut pas être satisfaite par les Normes actuelles selon les Prescriptions pour les connecteurs, Publ. n° 1012 de l'ASE, Feuilles de dimensions S 24547 et S 24549, pour 10 et 6 A, 250 V, respectivement, aussi la disposition en question des PIE a-t-elle dû être complétée par la Note suivante: «Cette disposition entrera en vigueur dès que les nouveaux dispositifs connecteurs ad hoc se trouveront sur le marché.»

Les Prescriptions de sécurité stipulent en outre que les contacts de protection extérieurs ne sont pas admis; ceci provisoirement à l'exception des dispositifs connecteurs pour 6 et 10 A, 250 V, et pour 10 A, 380 V, encore en usage.

Ainsi donc, cette disposition importante pour la protection des personnes n'est pas non plus satisfaite avec les dispositifs connecteurs pour usages domestiques actuels, ce qui a déjà été la cause de maints accidents. De plus, on n'a actuellement aucune assurance que des prises de connecteurs pour 10 A, 250 V, dépourvues de partie antérieure en matière céramique, c'est-à-dire résistante à la chaleur, ne sont pas utilisées pour des appareils dont l'endroit de raccordement devient chaud, par exemple pour des fers à repasser, de sorte que de telles prises sont souvent surchauffées et deviennent de ce fait rapidement défectueuses, ce qui présente également un risque d'accident.

La Commission de l'ASE et de l'UCS pour les installations intérieures s'est donc occupée depuis fort longtemps à trouver une solution. Les premières propositions étaient toutefois basées sur l'ancienne conception des dispositifs conjoncteurs, ce qui ne pouvait pas conduire à une solution satisfaisante à longue échéance. En outre, l'élaboration d'une solution internationale dans le cadre de la CEE était proche, de sorte que l'on décida de renoncer à poursuivre la recherche d'une solution spécifiquement suisse. Cette décision fut facilitée par le fait qu'une normalisation internationale est particulièrement désirable pour les dispositifs connecteurs, car la fiche de ces dispositifs est généralement combinée avec l'enveloppe de l'appareil et ne peut pas être aussi facilement changée que dans le cas des fiches de prise de courant, lors du commerce avec l'étranger.