**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 58 (1967)

**Heft:** 17

**Rubrik:** Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

**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:** 09.07.2025

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

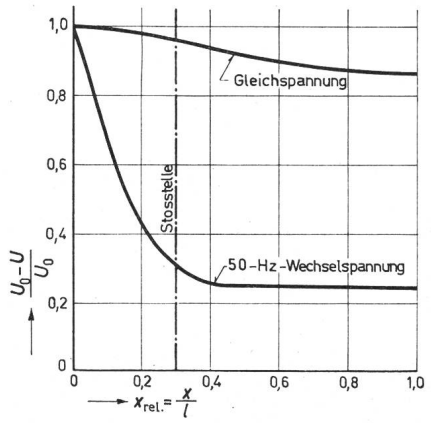


Fig. 12

**Relative Spannungsverteilung einer diskontinuierlichen Isolation bei Gleich- und Wechselspannung 50 Hz in Funktion vom relativen Abstand vom Nutaustritt**

$U_0$ angelegte Prüfspannung; $U$ gemessene Spannung im Abstand $x$ vom Nutaustritt;

$$x_{rel.} = \frac{\text{Abstand } x \text{ vom Nutaustritt}}{\text{Länge des Spulenschenkels}} = \frac{x}{l}$$

tien bei Gleichspannung einer bedeutend grösseren Belastung ausgesetzt sind. In Fig. 12 ist als Beispiel die Spannungsverteilung längs der Staboberfläche ausserhalb der Nuten bei Gleich- und bei Wechselspannung für eine diskontinuierliche Isolation experimentell bestimmt. Die Kurven zeigen eindeutig, dass die Stoßstellen der Isolation bei Gleichspannung mit fast voller Prüfspannung geprüft werden, während bei Wechselspannung die Stoßstellen nur mit 25...30 % der vollen Prüfspannung belastet werden.

Die Gleichspannungsprüfung bringt somit für die diskontinuierlichen Isolationssysteme ein erhöhtes Durchschlagsrisiko der Stoßstellen, und sollte nur dann angewendet werden, wenn insbesondere die Ausladungen der Stäbe oder Spulen aus irgendwelchen Gründen durch die Betriebsverhältnisse geschwächt sind und deshalb auf dielektrische Festigkeit geprüft werden müssen.

Als Ersatz für die Wechselspannungsprüfung mit 50 Hz scheint die Spannungsprüfung bei 0,1 Hz [4] und die Sinus-Halbwelle-Prüfung bei 50 Hz [5] eine Zukunft zu haben, da es sich in beiden Fällen um eine schonende Wechselspannungsprüfung handelt, die leistungsmässig der Gleichspannungsprüfung nahe steht. Jedoch erfordern auch diese Prüfmethoden umfangreiche Untersuchungen im Laboratorium, damit eine Korrelation mit der normalen 50-Hz-Wechselspannungsprüfung bestimmt werden kann.

### *3.4 Visuelle Kontrolle von Hochspannungsisolationen*

Die visuelle Kontrolle von Hochspannungsisolationen bildet eine sehr wertvolle und notwendige Ergänzung der Alterungsuntersuchungen, und wird von vielen Herstellern elektrischer Maschinen in den Betriebsanleitungen vorgeschrieben [1]. Normalerweise wird diese Kontrolle in Zusammenhang mit der allgemeinen Revision der Maschinen durchgeführt, und umfasst u. a.:

a) Zustand der Keile und Keilsicherungen;
b) Zustand der Bandagierungen und Abstützanordnungen;
c) Zustand der Schenkelisolation;
d) Zustand der Ausladungen der Nutenisolation;
e) Zustand der Verbindungen, Ableitungen etc.;
f) Zustand der Glimmschutzlacke;
g) Verschmutzungsgrad.

Die Einstufung der Isolation nach obigen Kriterien setzt eine grosse Erfahrung voraus, und muss in den meisten Fällen Betriebsfachleuten oder Isolationsspezialisten überlassen werden.

Die visuelle Kontrolle sollte immer dann durchgeführt werden, wenn anhand der Alterungsuntersuchungen gemäss Ziff. 3.3.1...3.3.2 ein Verdacht reduzierter Betriebssicherheit vorliegt. Je nach Resultat der zerstörungsfreien Prüfverfahren kann sich die Kontrolle auf eine visuelle Untersuchung der Wicklung beschränken oder auf die Prüfung einiger ausgebauter Stäbe in der Nähe der Phasenklemmen erstrekken. Die ausgebauten Stäbe werden ihrerseits einer eingehenden dielektrischen, mechanischen und visuellen Untersuchung unterworfen, die den Alterungszustand der Wicklungsisolation festzulegen ermöglicht.

Da der Ausbau der Wicklungsstäbe viel Zeit und Kosten verursacht, sollte diese Arbeit nur dann durchgeführt werden, wenn die zerstörungsfreien Prüfverfahren gravierende Isolationsschäden vermuten lassen, die durch abnormale Betriebsbedingungen oder das hohe Betriebsalter der Maschine entstanden sind.

### Literatur


[1] *P. Hauenstein:* Die Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit elektrischer Maschinen. Bull. SEV 56(1965)18, S. 805...811.

[2] *J. Fabre* et al.: Recherches sur l'isolations des grandes machines synchrones. Rapport CIGRE No. 137, 1956.

[3] *A. Wickmann:* Das Alterungsverhalten von Isolierungen als Grundlage der Betriebsüberwachung von Wicklungen elektrischer Maschinen. Journées internationales AIM d'études des centrales électriques modernes 1966, Liège, 23...27 mai. Document 45, Institut électrotechnique Montefiore, Liège, 1966.

[4] *L. G. Viersberg* et *A. Kelen:* Quelques observations concernant l'essai à très basse fréquence de l'isolement des machines à haute tension. Rapport CIGRE No. 108, 1964.

[5] *H. G. Tempelaar* et *R. F. Goossens:* Essais diélectriques de l'isolement de turbo-alternateurs. Rapport CIGRE No.133, 1966.

[6] *G. Leroy:* Les problèmes d'ionisation dans les isolants solides en relation notamment avec les techniques de construction et vieillissement du nouveau matériel électrique. Bull. Soc. franç. Electr. 8/3(1962)26, S. 69...87.

[7] *K. Edwin* und *W. Zwicknagel:* Grundlagen für die Überwachung der Generator-Wicklungsisolation. ÖZE 13(1960)6, S. 423...429.

[8] *L. G. Virsberg:* Puncture Risks when Testing Large Synchronous Machines with Direct Voltage. Proc. IEE 110(1963)9, S. 1637...1639.

[9] *K. Edwin* und *W. Zwicknagel:* Neue Ergebnisse bei Alterungsmessungen an Hochspannungswicklungen von Synchronmaschinen. E. u. M. 81(1964)5, S. 95...99.



**Adresse der Autoren:**

*K. Nylund,* dipl. Ingenieur ETH, und *Th. Mosimann,* Dipl. Elektrotechniker, Maschinenfabrik Oerlikon, Postfach, 8050 Zürich.


# Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

## Sitzungen der SC 59C und 59D des CE 59 vom 6. bis 10. März 1967 in Arnhem

### SC 59C. Petits appareils de chauffage

Das SC 59C tagte am 9. und 10. März 1967 unter dem Vorsitz von R. Coutris (Frankreich), um den vom englischen Nationalkomitee unterbreiteten Entwurf über Messmethoden zur Prüfung des Gebrauchswertes von Heisswasserspeichern zu beraten. Nachdem an der letzten Sitzung des SC 59C ein Entwurf über Messmethoden zur Prüfung des Gebrauchswertes von Heizkissen und dgl. im wesentlichen abgeschlossen werden konnte, so dass der bereinigte Entwurf nun unter die 6-Monate-Regel gestellt werden kann, beschäftigten sich die ca. 30 Delegierten aus 11

Ländern mit dem 2. Gegenstand, den das SC 59C zu behandeln hat. Die sehr zahlreichen Stellungnahmen, die zum Entwurf eingereicht wurden, zeigten, wie verschiedener Auffassung man über die Kriterien sein kann, die den Gebrauchswert eines Heisswasserspeichers bestimmen, und dass sich naturgemäss die Ansichten der Konsumenten nicht immer mit jenen der Produzenten decken. Auch von schweizerischer Seite wurde der Entwurf eingehend kommentiert und die zu messenden Kriterien als nicht genügend aussagekräftig bezeichnet. Im weiteren wurde es als Mangel empfunden, dass die verschiedenen Prüfungen der unterschiedlichen Verwendungsart in den einzelnen Ländern nicht oder nur ungenügend Rechnung tragen.

Kernpunkt der Beratungen war die Messmethode zur Bestimmung der mittleren Wassertemperatur. Der Entwurf sah die Messung der mittleren Wassertemperatur im Auslaufverfahren vor, was nur durch Entnahme des Wassers durch die Einlauföffnung, mit den leider gegenüber dem praktischen Gebrauch veränderten Verhältnissen möglich ist. Trotz etlicher anderer Vorschläge, die Wassertemperatur mit Hilfe von im Innern des Behälters plazierten Thermoelementen zu messen, was auch die nachfolgenden Messungen einfacher gestalten würde, behielt man die von England vorgeschlagene Methode bei. Die Wasserausflussmengen wurden jedoch dem praktischen Gebrauch besser angepasst. Als wichtigste Kriterien, über die man sich grundsätzlich einigen konnte, gelten die Ermittlung der Wärmeverluste, die Aufheizzeit, die Warmwasserentnahme sowie der Mischeffekt. Verschiedene weitere Kriterien, die ebenfalls als wesentliche Informationen für die Konsumenten zu betrachten sind, können aus diesen Messungen errechnet werden. Ein auf Grund dieser Beschlüsse bereinigter Entwurf wird nochmals im SC 59C zur Behandlung gelangen. *C. Bacchetta*

### SC 59D. Appareils de lavage du linge

Zur Sitzung des SC 59D, die vom 6. bis 8. März 1967 dauerte, versammelten sich 50 Delegierte aus 12 Ländern. Der bisherige Vorsitzende dieses Sous-Comités, J. A. J. Boumann (Holland), gab zu Beginn der Sitzung bekannt, dass er aus Altersgründen den Vorsitz abgeben möchte, worauf sich R. Coutris (Frankreich) bereit erklärte, interimistisch die Sitzung zu leiten. Diese diente einiger noch der Lösung harrender Probleme im Entwurf für Messmethoden zur Prüfung des Gebrauchswertes von Waschmaschinen. In der letzten Sitzung des SC 59D konnte über einige grundlegende Fragen, wie z. B. über die Art und Weise der Beschickung der Maschinen, über die Eigenschaften der zur Prüfung verwendeten Wäsche usw., Einigkeit erzielt werden. Es gelang auch, die anfänglich stark auseinandergehenden Auffassungen über die Ermittlung der Waschtauglichkeit einander näher zu bringen, dies allerdings nicht, ohne die Lösung der Kernprobleme, nämlich die Festlegung der zu verwendenden Normschmutzstreifen, der Wasserhärte und der Waschmittel, einer speziellen Arbeitsgruppe zu übertragen.

Mehr oder weniger getrennt von diesen Problemen, die später nach Vorliegen von konkreten Resultaten der Arbeitsgruppe wieder vom Sous-Comité behandelt werden müssen, konnten die Methoden zur Ermittlung der Spülwirkung, des Trocknungseffektes sowie des Faserabriebes beraten werden. Es sind dies 3 Kriterien, die ebenfalls von entscheidender Bedeutung für den Gebrauchswert einer Waschmaschine sind. Sehr umstritten war die zu wählende Methode für die Ermittlung der Spülwirkung, standen sich doch nicht weniger als 6 mit Nachdruck vertretene Methoden gegenüber. Die schweizerische Delegation sprach sich erneut für die Kochsalzmethode aus, und zwar unter Hinweis auf ihre Einfachheit sowie auf die hohe Genauigkeit und Empfindlichkeit, die es erlaubt, sehr starke Verdünnungsverhältnisse noch nachzuweisen. Diese Methode, der allerdings der Nachteil anhaftet, dass Kochsalz ein Fremdkörper ist, der nicht im Waschmittel erscheint, begegnete deshalb starker Kritik. Ähnlich erging es den meisten anderen Vorschlägen, die alle als zu aufwendig und kompliziert beurteilt wurden. Da die Spülwirkung nach verschiedenen Gesichtspunkten beurteilt werden kann, wobei je nachdem das Schwergewicht auf das Verdünnungsverhältnis des Spülwassers oder auf den Restgehalt in der trockenen Wäsche gelegt wird, brauchte es geraume Zeit, bis man sich über diesen Punkt im klaren war und schlussendlich die Ermittlung beider Werte als richtig erkannte. Die Detailberatung der Methode erfolgte anhand eines Vorschlages der englischen Delegation, der eine Titration, ursprünglich ohne Zugabe weiterer Fremdstoffe vorsah. Die Erhöhung der Empfindlichkeit dieser Methode, die nach übereinstimmenden Angaben nur Verdünnungsverhältnisse bis $^1/_{100}$ erfassen kann, was als unzureichend angesehen wurde, soll durch Zugabe von 10 g $Na_2CO_3$ erzielt werden. Vom so ermittelten Verdünnungsverhältnis soll zusätzlich, über die Restfeuchtigkeit, der Restgehalt in der Wäsche errechnet werden.

Die Diskussion über den mechanischen Verschleiss konzentrierte sich grundsätzlich auf 2 Methoden. Die eine basierte auf der Ermittlung der abgeriebenen Flusenmenge, die andere auf der Bestimmung herausgezogener, verschobener oder gerissener Fäden an einer sackförmigen, vernähten Polyestergardine. Hinzu kamen noch Anträge, unter anderem auch von der Schweiz, zur Bestimmung des Gesamtverschleisses der Wäsche, infolge chemischen Faserabriebes und mechanischer Beanspruchung. Zuverlässige Messwerte können jedoch nur erwartet werden, wenn etwa 25 Waschbehandlungen vorgenommen werden. Die durch eine solche Prüfung zu erfassenden Kriterien sind die Abnahme der Reissfestigkeit, der mechanische Faserabrieb (Fluidität, Polymerisationsgrad), die Veränderung des Weissgrades und die Zunahme an Asche und Inkrustation. Die Messmethode zur Bestimmung der herausgezogenen oder beschädigten Fäden wurde mit verschiedenen Präzisierungen und Änderungen angenommen. Über den Gesamtverschleiss sollen weitere Untersuchungen gemacht werden und insbesondere die Unterlagen anderer Organisationen, die sich, wie zu erfahren war, ebenfalls mit diesen Problemen beschäftigen, beschafft und studiert werden.

Anschliessend wurde auf Grund eines holländischen Vorschlages noch die Messmethode zur Bestimmung des Trocknungseffektes besprochen und grundsätzlich gutgeheissen. Die Detailberatung musste allerdings wegen Zeitmangel auf die nächste Sitzung verschoben werden. In der Zwischenzeit wird nun das französische Sekretariat einen neuen Gesamtentwurf ausarbeiten, der alle bis jetzt beschlossenen und bereinigten Messmethoden enthält. Dieser Entwurf soll an der nächsten Sitzung, die im April 1968 stattfinden wird, erneut im Sous-Comité zur Diskussion gestellt werden. *C. Bacchetta*

# Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

## Genauigkeit praktischer Näherungsmethoden zur Berechnung der Beugungsverluste an zwei Halbebenen

621.391.812.623

[Nach *Terho Haikonen:* The Accuracy of Practical Approximations of Double-Knife Edge Diffraction Loss. Sähkö, Electricity in Finland 39(1966)7/8, S. 209...212]

Befindet sich auf dem Ausbreitungswege von elektromagnetischen Wellen ein Hindernis, welches sich durch eine Halbebene ersetzen lässt, so können die Übertragungsverluste mit Hilfe des einfachen Fresnelintegrals ermittelt werden. Ähnlich ist dies bei zwei solchen Hindernissen, es wird nur das einfache durch das doppelte Fresnelintegral ersetzt, wobei jedes der beiden Hindernisse eine Integrationsvariable liefert. Obwohl das doppelte Fresnelintegral integrierbar ist, so ist diese Rechnung sehr zeitraubend und aufwendig. Es wurden daher Näherungsmethoden gesucht, bei denen die doppelten Fresnelintegrale durch einfache ersetzt werden. Diese Näherungsmethoden sind:

a) Methode nach Epstein-Peterson;

b) Die gesamten Übertragungsverluste werden gleich der Summe der unabhängig voneinander berechneten Verluste der Einzelhindernisse gesetzt;