

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 42 (1951)
Heft: 2

Artikel: Brandschäden durch in genullte Apparategehäuse eingeführte armierte Isolierrohre
Autor: Riesen, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060974>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 03.04.2025

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

stens 17 % der an der stromführenden Elektrode liegenden Spannung betragen. Um dies zu erreichen, müssten die Elektroden folgendermassen distanziert sein:

- bei zwei parallel zueinander liegenden Elektroden 5,5 m,
- bei senkrecht zueinander liegenden Elektroden 2,8 m,
- bei einer kreisrunden und einer geradlinigen Elektrode, wobei die kreisrunde Elektrode stromführend ist und die geradlinige tangential zur kreisrunden liegt, 4,8 m, und schliesslich, wenn die geradlinige Elektrode in radialer Richtung zur kreisrunden liegt, 2,8 m.

Diese Versuche zeigen, wie sehr die Mindestdistanz zwischen den Elektroden von der Verlegungsart und der Form der Elektroden abhängig ist. Da die angegebenen Mindestdistanzen nur bei einem homogenen Erdreich zutreffen, so ist es unbedingt nötig, dass die gegenseitigen Beeinflussungen der verschiedenen Erdungen durch Messungen nachkontrolliert werden.

E. Zusammenfassung

Mit Hilfe des Gesagten ist es auf verhältnismässig einfache Art und Weise möglich, die Erdungen elektrischer Anlagen je nach Zweckbestimmung und spezifischem Widerstand der Erde zum voraus zu ermitteln. Dabei geht man am zweckmässigsten in folgender Reihenfolge vor:

1. Ermittlung des spezifischen Widerstandes der Erde an der Stelle wo die Elektrode verlegt werden sollte²⁾.
2. Umrechnung des gemessenen spezifischen Widerstandes auf die beiden Grenzwerte.
3. Ermittlung der Elektrodenabmessungen für die Einhaltung eines vorgeschriebenen Widerstandes oder, wenn ein solcher aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht eingehalten werden kann, Ermittlung der Abmessungen, der Form und der Verlegungsart für die Einhaltung der maximal zulässigen Schritt- und Berührungsspannungen.
4. Kontrolle der errechneten Elektroden in Bezug auf die maximal zulässige Erwärmung der Erde.
5. Bestimmung der gegenseitigen Lage der verschiedenen für ein bestimmtes Objekt in Betracht kommenden Elektroden.

F. Bemerkung

Die vorstehenden Berechnungen beziehen sich ausschliesslich auf Bandedelektroden mit dem mini-

²⁾ siehe Bull. SEV Bd. 25(1934), Nr. 23...26: Schutzmassnahmen zur Verhütung elektrischer Unfälle in den Hausinstallationen.

mal zulässigen Querschnitt von 3×30 mm. Für die maximal zulässigen Schritt- und Berührungsspannungen sind Werte angenommen worden, die in der Starkstromverordnung noch nicht verankert sind. Sollten für diese Spannungen bei einer gelegentlichen Revision der Vorschriften andere maximal zulässige Werte festgelegt werden, so müssten die für die Berechnungen der Erdungen gegebenen Darstellungen zum Teil auf Grund der von den EKZ vorgenommenen Versuche neu berechnet werden.

Ausserdem ist zu sagen, dass sich alle Berechnungen auf ein gleichmässiges Erdreich beziehen und dass bei einem geschichteten Erdreich in der Nähe der Elektroden gewisse Abweichungen entstehen, die nicht zum voraus ermittelt werden können. Ferner ist bei allen diesen Berechnungen der Einfluss der Erdleitung auf die Gestaltung der Schritt- und Berührungsspannung nicht berücksichtigt. Damit die Erdleitungen keinen ungünstigen Einfluss ausüben können, sind sie unmittelbar beim zu erdenden Objekt auf die Tiefe der Elektrode und erst dann zur Elektrode zu führen. Bei Nullpunkterdungen in Niederspannungsnetzen, in denen das «Schutzerdungssystem» für die Hausinstallationsobjekte eingeführt ist, müssen die Erdleitungen isoliert verlegt werden.

Aus den angeführten Gründen ist es unbedingt nötig, dass jede Erdung in Bezug auf den Erdwiderstand, die Spannungsverteilung an der Erdoberfläche und die Beeinflussung durch andere in der Nähe liegende Erdungen durch entsprechende Messungen nachkontrolliert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Erdungen erst nach Verlauf von 1...2 Jahren nach der Verlegung der Elektroden ihren endgültigen Wert annehmen.

Eine Nachkontrolle an einer grösseren Zahl von Erdungen im Absatzgebiet der EKZ haben gezeigt, dass der weitaus grösste Teil der Erdungen mit den Vorausberechnungen gut übereinstimmen, bei einem kleineren Teil eher günstigere Resultate erzielt wurden und nur bei einer verschwindend kleinen Zahl sich die Erdungen als ungenügend erwiesen.

Adresse des Autors:

M. Wettstein, Ingenieur, Kapfstrasse 3, Zürich 32.

Brandschäden

durch in genullte Apparategehäuse eingeführte armierte Isolierrohre

Mitgeteilt vom Starkstrominspektorat (E. Riesen)

614.84 : 621.3

Am Beispiel zweier Schäden wird gezeigt, dass es wichtig ist, die Bestimmungen von Ziffer 4 in § 42 der Hausinstallationsvorschriften (HV) des SEV über das Einführen von Isolierrohren in genullte Apparate zu beachten.

Deux exemples de débuts d'incendie montrent qu'il importe de tenir compte des dispositions du chiffre 4 du § 42 des Prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures, concernant l'introduction de tubes isolants armés dans des appareils mis à la terre par le neutre.

Einleitung

Bei Kontrollen von elektrischen Hausinstallationen in genullten Verteilnetzen stellt das Starkstrominspektorat immer wieder fest, dass armierte Isolierrohre in genullte Apparategehäuse direkt eingeführt, statt von diesen isoliert werden. Am Beispiel

zweier Schäden, die auf diesen Umstand zurückzuführen sind, sich aber glücklicherweise bemerkbar machten, bevor ein eigentlicher Brand ausbrach, soll den Kontrollorganen der Elektrizitätswerke gezeigt werden, wie wichtig es ist, die einschlägigen Bestimmungen von Ziff. 4 in § 42 der Hausinstallationsvorschriften des SEV zu beachten.

Erstes Beispiel

In einer Baumwollweberei war die neue 380-V-Drehstromzuleitung zu einem Webstuhlmotor in armiertem Isolierrohr verlegt worden. Einige Zeit nach der Inbetriebsetzung traten an den Winkelstücken und Muffen der Isolierrohre Brandspuren auf; im Innern der Rohre waren an den gleichen Stellen die Isolationen der Aluminiumleiter zerstört. Es handelt sich um ein 220/380-V-Verteilnetz, in dem die Nullung, d. h. das Anschliessen der Apparategehäuse an den geerdeten Netznullleiter, als Schutzmassnahme gegen das Auftreten von gefährlichen Berührungsspannungen an den elektrischen Apparaten dient.

Wie die Untersuchung der Motorinstallation ergab, war im zugehörigen Motorschalter ein Polleiterdraht gelöst und berührte das genullte Kastengehäuse. Ausserdem war im 380-V-Verteilkasten, wo man die neue Motorleitung abgezweigt hatte, der in der Speiseleitung eingebaute Nulleitertrenner versehentlich nicht geschlossen worden. Da also einerseits der Erdungs-Nullleiter unterbrochen und andererseits im Kastenschalter ein Isolationsdefekt vorhanden war, trat ein Erdschluss auf, dessen Fehlerstrom seinen Weg über die Isolierrohre der Motorzuleitung nahm. Die Anlage wies nämlich den Fehler auf, dass eine isolierende Trennung zwischen dem genullten Kastenschalter und der Armierung der Rohrleitung fehlte. Ausserdem wiesen diese Isolierrohre durch die Befestigung auf dem Mauerwerk und ihre Berührung mit metallenen Konstruktionsteilen eine gewisse leitende Verbindung mit der Erde auf. Der durch die Rohrmäntel fliessende Erdschlussstrom verursachte an den Rohrübergangsstellen infolge ihres schlechten Kontaktes und des damit verbundenen Übergangswiderstandes starke örtliche Erwärmungen; es traten Funken auf, die den Eisenmantel der Rohre sowie die Muffen und Winkelstücke beschädigten. Gleichzeitig wurde die Isolation des eingezogenen Leitungsdrahtes in Mitleidenschaft gezogen.

Die Anlagebeschädigungen waren demnach eindeutig auf die Nulleiterunterbrechung und die unsachgemässe Einführung eines armierten Isolierrohres in den genullten, mit einem Isolationsdefekt behafteten Kastenschalter zurückzuführen.

Zweites Beispiel

Die gesamten 220-V-Lichtinstallationen eines Spinnereigebäudes wurden einphasig mit einem Polleiter und dem Nulleiter des 220/380-V-Drehstromnetzes gespeist. In der betriebseigenen Transformatorstation ist der Niederspannungsternpunkt an der Druckwasserleitung geerdet. Als Schutzmassnahme gegen das Auftreten von gefährlichen Berührungsspannungen wird auch in diesem Betrieb die Nullung angewendet. Im Spinnereigebäude selbst sind mehrere metallene und daher genullte Verteilkästen installiert, von denen aus die Gruppenleitungen zu den zahlreichen Beleuchtungsstellen verlaufen. Diese Gruppenleitungen bestehen aus Kupferdrähten von 1 mm² Querschnitt

mit thermoplastischer Kunststoffisolation, die in armierte Isolierrohre eingezogen sind. Die Metallmäntel der Rohre berührten bisher die genullten Verteilkästen.

Eines Tages wurde die Betriebsleitung darauf aufmerksam, dass an mehreren Muffen und Winkelstücken der 220-V-Rohrinstallationen Brandspuren vorhanden waren. Vor allem wies die mit ihnen metallisch verbundene, in armierten Isolierrohren verlegte Leitung einer weit verzweigten 220-V-Suchanlage zahlreiche und starke Beschädigungen auf. Bei der Ermittlung der Schadenursache wurde festgestellt, dass im Lichthauptverteilkasten der Nullleiter (16 mm² Cu) beim Nulleitertrenner unterbrochen war. Das Ende dieses Nulleiterdrahtes war in einem Klemmstück mit einer Doppelaschenbride festgehalten, die beidseitig des Drahtes je eine Messingschraube aufwies; der Draht sass aber locker in der Bride, weil der Kopf der einen Klemmschraube abgebrochen und damit die Bride nur noch einseitig, d. h. ungenügend festgehalten war. Aus diesem Grund war die Nulleiterverbindung an dieser Stelle zeitweilig unterbrochen. Die Prüfung der Lichtinstallationen auf ihren Isolationszustand zeigte, dass sie keinen Isolationsfehler aufwiesen. Bei unterbrochenem Nulleiter floss aber im Rohrmantel jener Gruppenleitung, die die grösste Beschädigung aufwies, ein Strom, der von 1,6 A (beim Betrieb einer Lichtgruppe) bis auf etwa 15 A anstieg, wenn sämtliche Leitungen eingeschaltet wurden. Offenbar ist also der weitaus grösste Teil des Nulleiterstromes, der infolge des einphasigen Anschlusses aller Lichtinstallationen dem Polleiterstrom entsprach, durch jenes Isolierrohr und die mit ihm metallisch verbundenen Rohre der Suchanlage geflossen, da diese die beste Verbindung mit metallischen Gebäudeteilen und damit mit der Erde aufwiesen.

Die wahrgenommenen Störungen und Anlagebeschädigungen sind mit Sicherheit auch in diesem Betrieb darauf zurückzuführen, dass die Metallarmierungen der Isolierrohre die genullten Verteilkästen berührten und so die Rückleitung des Nulleiterstromes über die Erde zum geerdeten Sternpunkt in der Transformatorstation übernahmen.

Schlussfolgerungen

Für genullte Anlagen bestimmen die Hausinstallationsvorschriften des SEV in § 42, Ziff. 4, dass bei der Einführung in genullte Apparate der Metallmantel von armierten Isolierrohren hinreichend zurückzuschneiden oder von den Apparaten zu isolieren ist. Die beiden geschilderten Vorkommnisse zeigen ohne Zweifel eindrucklich, wie wichtig das Einhalten dieser Bestimmung ist, wenn Brandschäden verhütet werden sollen. Welche Schäden gerade in den in Betracht kommenden Weberei- und Spinnereigebäuden entstanden wären, wenn man den Fehler nicht rechtzeitig entdeckt hätte, braucht hier wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden; an beiden Orten war leicht brennbares Material in grosser Menge vorhanden und bot zusammen mit den Holzkonstruktionen die günstigsten Voraussetzungen für einen Grossbrand.

Daraus ergibt sich die Folgerung, dass die Fachleute dem Zusammenschluss von armierten Isolierrohren mit genullten Apparaten unbedingt vermehrte Aufmerksamkeit schenken müssen. Die Armierungen der Isolierrohre können von den genullten Apparaten auch da ohne besondere Schwierigkeiten getrennt werden, wo die Hausinstallationsvorschriften verlangen, dass die Rohre der Zuleitungen bis in die Kästen hineinzuführen sind, z. B. in feuergefährlichen Räumen (s. § 236 HV). Diese isolierende Trennung lässt sich nämlich dadurch erreichen, dass die Metallmäntel von armierten Isolierrohren etwa 5 cm vor ihrer Einführung in die genullten Apparate unterbrochen werden, indem man am Isolierrohr einen mindestens 5 mm breiten Blechstreifen entfernt, oder passende Isolier-Endtüllen (z. B. aus thermoplastischer Kunststoffisolation) verwendet. Eine weitere Lösung besteht darin, dass in die Isolierrohrleitung in der Nähe der genullten Apparate ein geeignetes, etwa 10 cm langes Rohrstück ohne Metallarmierung (Hartpolyvinylchloridrohr, PVC) als Zwischenstück eingesetzt wird. Alle diese Isolierungen haben sich selbstverständlich

auch auf sämtliche Übergangsstellen von Stahlpanzer- oder Metallrohrleitungen auf armierte Isolierrohre zu erstrecken.

Als weitere Folgerung ergibt sich aus unseren Schilderungen, dass die Schraubverbindungen von Nulleitern, besonders bei Drahtquerschnitten von 6 mm² und mehr, sowie da, wo sie zur Nullung mitbenutzt werden, zuverlässig zu gestalten und sorgfältig zu kontrollieren sind. An Verteilstellen und Klemmeneinsätzen müssen solche Drahtquerschnitte von 6 mm² und mehr mit mindestens 2 Klemmschrauben festgehalten werden. Sind die Nulleitertrenner in Verteilkästen mit einer Isoliertafel überdeckt, so soll durch eine zweckentsprechende Vorrichtung das Aufsetzen der Isolierwand verhindert werden, solange nicht alle Nulleitertrenner eingesetzt sind.

Das Starkstrominspektorat begrüsst es, wenn diese Veröffentlichung die Fachleute anregt, ihm ähnliche Vorkommnisse aus ihrer Praxis bekanntzugeben, da solche Erfahrungen für die weitere Vorschriftengestaltung stets sehr wichtig sind.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Eine Verbesserung der Starterbatterie

621.355 : 629.113—573

Es werden Versuche über das Startvermögen einer neuen Bleiakkulatorenbatterie im Vergleich mit bisherigen Starterbatterien beschrieben. Die Versuchsergebnisse zeigen, dass die neue Batterie das Starten selbst im Winter bei tiefer Temperatur erleichtert; dabei dürfte die Lebensdauer grösser sein, als die der bekannten Typen.

Des essais ont été effectués concernant la puissance de démarrage d'une nouvelle batterie d'accumulateurs, comparée avec des accumulateurs d'une exécution courante.

Les résultats de ces essais montrent que le nouvel accumulateur permet un démarrage facile, même en hiver à basse température. La durée de ces batteries devrait être supérieure à celle des accumulateurs utilisés jusqu'à maintenant.

Eine Starterbatterie soll grosses Startvermögen¹⁾ und grosse Lebensdauer haben. Die beiden Forderungen sind jedoch voneinander abhängig; vergrössert man das eine, so sinkt das andere. Blei-Batterien grossen Startvermögens haben eine kurze Lebensdauer. Baut man langlebige Batterien, so sind sie beim Starten weich und träge. Die Standardtypen der verschiedenen Akkulatorenfabriken sind deshalb notgedrungen ein Kompromiss zwischen den beiden Forderungen; sie halten in Startvermögen und Lebensdauer je einen Mittelwert ein.

Trotzdem können auf dem Gebiet der Bleiakkulatoren immer wieder Fortschritte erzielt werden, wenn auch nicht grundlegende, so doch praktisch sehr bedeutsame. Die Firma Leclanché hat in mehrjähriger, intensiver Forschungsarbeit die Qualität der Platten durch Verbesserung der Fabrikationsmethoden wesentlich erhöhen können. Es ging daraus der Batterietyp «Leclanché-Dynamic» hervor, dessen Startvermögen im Chemisch-physikalischen Laboratorium der Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne eingehend untersucht und mit dem anderer Typen verglichen wurde.

Startvermögen

Untersucht wurden 5 Batterien gleicher Nennkapazität von 3 Elementen (6 V), nämlich je eine vom Typ «Leclanché-Dynamic», «Leclanché normal» und 3 fremde, dem Markt entnommene Typen.

Zwei Versuche wurden bei intermittierender Entladung gemacht, der eine bei +20 °C, der andere bei -18 °C, und zwar folgendermassen:

¹⁾ Unter Startvermögen versteht man die Fähigkeit der Batterie, kurzzeitig sehr grosse Ströme bei kleinem innerem Spannungsabfall abzugeben.

Die Batterie wurde während 20 s mit konstant 360 A belastet, es wurden ihr also 2 Ah entnommen; am Schluss der Belastung wurde die Klemmenspannung als erster Messpunkt notiert. Dann wurden 60 s Pause eingeschaltet. Hierauf wurde wieder belastet und die Pause eingeschaltet, und dieses Spiel wurde so oft wiederholt, bis die Spannung unter 4,5 V (Versuch bei +20 °C) und unter 3,0 V (Versuch bei -18 °C) (Fig. 1 und 2) abfiel. Die Batterien wurden

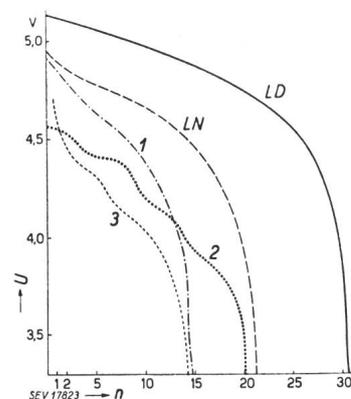


Fig. 1

Vergleichsversuche an 5 Starterbatterien

Intermittierende Entladung bei +20 °C (Belastung mit 360 A während 20 s, anschliessend Pause von 60 s)

LD Leclanché-Dynamic; LN Leclanché-Normal;
1...3 andere Fabrikate.