

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 78 (1987)

Heft: 13

Artikel: Die neuen Erdungsvorschriften für Starkstromanlagen

Autor: [s.n.]

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-903885>

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: 01.02.2025

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

Die neuen Erdungsvorschriften für Starkstromanlagen

Bericht über die ETG-(SEV)-Informationstagung vom 29. Januar und 28. April 1987 in Zürich

Einleitung

Unter der Leitung von F. Schlittler, Vizedirektor, Leiter des Starkstrominspektorats, sind die neuen Erdungsvorschriften mit verschiedenen Referenten an zwei Informationstagungen in Zürich, einer in Lugano sowie einer in Lausanne vorgestellt worden. Das Ziel war, den Teilnehmern einen Überblick über den neuen Erdungsartikel der Starkstromverordnung und die entsprechenden Regeln der Technik zu verschaffen und einige wesentliche Themen im Detail zu zeigen. Das echte Bedürfnis für Informationen zu diesem Thema zeigen die grossen Teilnehmerzahlen von total gegen 1500 Personen. Die Referate sind in einem Tagungsband zusammengefasst und können, solange Vorrat, bei der Drucksachenverwaltung des SEV (Tel. 01/384 92 37) à Fr. 40.- bezogen werden. Die zahlreichen Fragen, welche in den Diskussionen an diesen Tagungen gestellt wurden, zeigen die Unsicherheiten und die Schwierigkeiten, die bei Neuauflagen von Vorordnungen entstehen können. Der SEV ist gewillt, sich mit diesen Problemen auseinanderzusetzen. Sachverhalte, die von übergeordnetem Interesse sind, werden im «Info-System» des SEV publiziert. Diese «Info-Blätter» werden laufend veröffentlicht. Sie können ebenfalls bei der SEV-Drucksachenverwaltung bezogen werden, im Abonnement für SEV-Mitglieder Fr. 50.- p.a. (Nichtmitglieder Fr. 75.- p.a.).

Zusammenfassung der Referate

Erdung als erste Schutzmassnahme

F. Schlittler, Vizedirektor, Leiter des Starkstrominspektorats

Die alten Vorschriften waren zum Teil unklar und unter den heutigen Verhältnissen vielfach nicht mehr einhaltbar. Der Personen- und Sachschutz war nicht mehr in allen Teilen gewährleistet. Dies waren 1964 Gründe für die Erdungskommission des SEV, die Revision der Erdungsartikel in Angriff zu nehmen. Zielsetzung war, grösstmögliche Sicherheit bei vernünftigem wirtschaftlichem Aufwand zu erreichen, und man war bestrebt, nur die Grundsätze in der Verordnung festzuhalten und für deren Erläuterung und Anwendung einschlägige Regeln der Technik zu erarbeiten. Daraus ergibt sich eine Gliederung in drei Stufen:

1. Elektrizitätsgesetz (EIG)
2. Verordnung aufgrund des EIG
3. Regeln der Technik (Normen), basierend auf der Verordnung.

Aus 17 Artikeln in der Starkstromverordnung von 1933 sind neu deren 10 geworden, ergänzt durch eine dreiteilige Norm des SEV. Deren Inhalt ist als *anerkannte Regeln der Technik* genau so verbindlich wie die Vorschriften.

Als Grenze zwischen gefährlicher und ungefährlicher Spannung wurde der in der Starkstromverordnung festgelegte Wert von 50 V beibehalten. Neue Erkenntnisse, wie die Zusammenhänge zwischen zulässiger Fehlerspannung und Zeiteinwirkung oder die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Fehlerereignisses bei gleichzeitiger Anwesenheit von Personen im Gefahrenbereich, sind jetzt berücksichtigt. Im weiteren ist die Vermaschung aller nicht spannungsführenden leitfähigen Anlagenteile vorgeschrieben (Potentialausgleich).

Wesentlich für das Verständnis der neuen Erdungsartikel sind die neuen Begriffe für die verschiedenen Erdungsarten:

- Anlagenerdung (mit verschiedenen Bereichen)
- Sondererdung
- Nullung als Schutzmassnahme im Niederspannungsverteilstromnetz
- Schutzerdung als Schutzmassnahme im Niederspannungsverteilstromnetz.

Für Hochspannungsanlagen hat der Verlauf der Kurve «zulässige Schritt- und Berührungsspannungen» in Abhängigkeit der Zeit grundsätzliche Bedeutung. Im übrigen werden für Tragwerke von Hochspannungsfreileitungen Gefahrenbereiche mit unterschiedlichen Anforderungen an die Schutzmassnahmen definiert. In Niederspannungsanlagen darf zwischen dem Schutzleiter und der neutralen Erde keine höhere Fehlerspannung als 100 V auftreten, und die Speisung fehlerbehafteter Polleiter muss sicher unterbrochen werden. Für Niederspannungsinstallationen wird die maximale Fehlerspannung auf 50 V begrenzt. Bei Nichteinhaltung muss innerhalb 5 s abgeschaltet werden.

Die heutige Sicherheitsphilosophie des Erdens geht also dahin, Berührungs- und Schrittspannungen in deren Grösse und in der Dauer ihres Auftretens auf ungefährliche Werte zu reduzieren. Ausnahmen werden an Orten zugelassen, wo der Aufwand des Erdens in keinem Verhältnis zur Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens eines Fehlerfalles und der Anwesenheit von Personen steht.

Die Technik des Erdens ist aber auch stark beeinflusst durch die Erfordernisse von Artikel 5 der Starkstromverordnung zur Vermeidung von Störungen. Die Erfahrung zeigt, dass in Hochspannungsanlagen und auch in Verbraucheranlagen empfindliche Steuer-, Mess-, Regel- und Computeranlagen am besten, d.h. mit einem Minimum an Störungen infolge unsachgemässer Erdung arbeiten, wenn sämtliche Erdungen isoliert auf separate isolierte Sammelschienen geführt und diese direkt an einer einzigen Stelle mit den Erden der Anlage verbunden werden.

Die heutigen Erdungsvorschriften

M. Witzig, Motor Columbus Ingenieurunternehmung AG

Die Regeln für das Erden in elektrischen Starkstromanlagen sind in der SEV-Publikation Nr. 3569 enthalten und umfassen im Teil 1 Bestimmungen, im Teil 2 Beispiele und Erläuterungen und im Teil 3 Methoden zur Ermittlung von Berührungs-, Schritt- und Erdungsspannungen für Anlagen mit einpoligen Erdschlussströmen unter 1 kA.

Bei Hochspannungsanlagen wird zwischen Werks- und Übergangsbereich unter-

Adresse des Autors

L. Wolfisberg, Ing. HTL, Starkstrominspektor, Engelbergstrasse 34, 6370 Stans.

schieden. Da die Erdungsspannung einen höheren Wert als 50 V aufweisen darf, sind besondere Vorkehrungen zu treffen, um Gefährdungen auszuschliessen.

Als erstes wird nach wie vor ein möglichst kleiner Erderwiderstand angestrebt. In der Anlage wird durch Vermaschen und Erden ein Spannungsausgleich realisiert, um im Erdschlussfall keine gefährlichen Berührungs- und Schrittspannungen auftreten zu lassen. Im Übergangsbereich muss das Spannungsgefälle unter Umständen gesteuert werden. Problempunkte sind Gegenstände aus leitfähigen Materialien, welche in Werks- oder Übergangsbereiche eindringen oder diese durchqueren. Dem ist praktisch nur durch Isolieren beizukommen.

Einen Sonderfall bilden Niederspannungsanlagen, welche über den Werkbereich hinausführen und beim höchstmöglichen einpoligen Erdschlussstrom unzulässige Berührungs- und Schrittspannungen erzeugen. In diesem Fall muss der Systemnullpunkt der Niederspannungsanlage an eine Sondererde angeschlossen werden.

Ausserhalb des Übergangsbereiches befindet sich der Niederspannungsbereich. Eine wesentliche Änderung besteht in folgender Forderung: «Der zur Nullung dienende Leiter ist beim Übergang vom Niederspannungsnetz zur Niederspannungsinstallation zu erden.» Damit wird sichergestellt, dass eine von aussen über den Schutzleiter eingebrachte Fehlerpotentialausgleich bei allen elektrisch leitfähigen Teilen im Gebäude auf das gleiche Niveau angehoben wird.

Beim Erden von Leitungen stellen die Mastschalter einen Sonderfall dar, weil die Anwesenheitswahrscheinlichkeit beim Schalten 100% beträgt. Im weiteren werden die Massnahmen für Kabel mit Metallummantelung erläutert und die Ausführung der Erdung mit und ohne Benützung der Wasserleitung umschrieben.

Erfahrungen in der Anwendung der neuen Erdungsvorschriften

P. Conrad, Starkstrominspektor

Die Mittelspannungsnetze bis 30 kV werden in der Schweiz mehrheitlich als isolierte oder gelöschte Netze betrieben. Die Ausführungen beziehen sich deshalb nur auf diese beiden Betriebsarten. In der SEV-Publikation 3569-3.1986 wird die Messung und überschlägige Berechnung des Erdschlussstroms erläutert. Die Reduktion des Erdschlussstroms und rasche Abschaltung des Fehlers begrenzen das Gefahrenpotential. Die Ausführung der Erder oder der Entscheid, Anlagen mit oder ohne Sondererdung auszuführen, sind nach wie vor wesentlich, um einen optimalen Personen- und Sachschutz zu erreichen.

Beim Erden von Leitungsmasten wird aus wirtschaftlichen Überlegungen unterschieden zwischen Gebieten mit zu erwartenden grossen Menschenansammlungen, besiedelten Gebieten sowie übrigen Gebie-

ten. Erfahrungsgemäss besteht bei der Betätigung von Mastschaltern erhöhte Gefahr, deshalb gelten die Erleichterungen dort nicht, die bei der Erdung von Hochspannungstragwerken zugestanden werden. Um Spannungsverschleppungen auf Leitungen mit zwei oder mehr Spannungssystemen auf gleichen Tragwerken zu vermeiden, sind z.T. aufwendige Vorkehrungen notwendig.

Die Forderung für die Einhaltung der Nullungsbedingungen in Niederspannungsnetzen lautet: Bei Berührung zwischen einem Polleiter und dem zum Schutz dienenden Leiter muss eine sichere Abschaltung erfolgen. Als *sicher* gilt, wenn die Abschaltung innerhalb von 2 min. erfolgt. Ferner darf die Fehlerspannung zwischen dem zum Schutz dienenden Leiter und neutraler Erde 100 V nicht übersteigen.

Fundamenterder und -armierungen als Erder

F. Wyss, Gebäuderversicherung des Kantons Bern

Die Erkenntnis, dass Armierungen von Gebäudefundamenten für Erdungszwecke interessant sind, ist nicht neu. Schon die Leitsätze für Blitzschutzanlagen SEV 4022.1967 enthielten entsprechende Bestimmungen. Fundamentarmierungen haben eine bessere elektrische Wirkung als separat verlegte Fundamenterder, und das Erden wird dadurch mit kleinerem Aufwand realisierbar. Die Erdungskommission des SEV hat entsprechende Regeln erarbeitet. Der Erderstrom bestimmt die Anforderungen an den Anschluss der Erdungsleitung an die Fundamentarmierung bzw. den Fundamenterder. Nachdem diese Verbindungen in Beton liegen, ist für einwandfreien Kontakt zu sorgen. Die Leitsätze SEV 4113.1979 verlangen, dass die Erdungsleitung mit mindestens 4 Armierungseisen verbunden wird. Klemm-, Quetsch-, Schweiss- und Keilschlagverbindungen sind zugelassen.

Erdungsmessung an Starkstromanlagen bis 30 kV

R. Rieger, Starkstrominspektor

Im letzten Artikel der neuen Erdungsvorschriften in der Starkstromverordnung weist der Gesetzgeber darauf hin, dass die Ausführung, die Erhaltung der Wirksamkeit und die Kontrolle der Erdungsanlagen nach den anerkannten Regeln der Technik erfolgen müssen. Die Regeln des SEV (3569-1.1985) präzisieren diese Forderungen. Die Kontrolle nach der Erstellung verlangt für Anlageerdungen, dass die Berührungs- und Schrittspannungen beim höchstmöglichen einpoligen Erdschlussstrom nach einer vom Starkstrominspektorat genehmigten Methode bestimmt werden. Im weiteren ist jede Anlage- oder Sondererdung periodisch in Abständen von höchstens 10 Jahren auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen. Eine Prüfung ist auch bei Änderungen am Netz oder der Erdung not-

wendig. Über die Ergebnisse und Untersuchungen sowie über die Lage der Erder und der Erdungsleitungen sind Aufzeichnungen zu führen. Im Teil 3 der Erdungsregeln (3569-3.1986) sind die Methoden zur Ermittlung von Berührungs- und Schrittspannungen für Anlagen mit einpoligen Erdschlussströmen unter 1 kA beschrieben. Für Anlagen im Mittelspannungsnetz ergibt eine Prüfung mit handelsüblichen Erdungsmessgeräten im allgemeinen gute Resultate.

Erdungsmessung an Hochspannungsanlagen der Überlandnetze 50-400 kV

Dr. H.G. Gerlach, Versuchsleiter FKH

Vermaschte Systeme mit hohem Erdschlussstrom bei geerdetem Sternpunkt verlangen eine umfassende Betrachtungsweise, umfassend im Sinne von mehreren Kurzschlussstromkreisen, diversen Fehlerfällen, aussergewöhnlichen Betriebsituationen, aber auch der örtlichen Ausdehnung (aller Erdungsträger, z.B. einer grossen Industrieanlage, einer Talschaft oder einer ganzen Stadt). Die wichtigen Erdungsstrukturen lassen sich vereinfacht wie folgt gliedern:

- Eigenerdung der Anlage
- erdfühlig verlegtes Kabel
- isoliert verlegtes Kabel mit offenem oder beidseitig geerdetem Mantel
- Freileitungen mit hochleitfähigem Erdseil und mit geerdeten Mastfundamenten.

Die Tatsache, dass Leitungen mit Stahl-Erdseilen in den Berechnungen für solche Systeme nicht berücksichtigt werden, deutet darauf hin, dass Beurteilungen und Untersuchungen in diesen Bereichen Tätigkeitsgebiete für den Spezialisten darstellen. Die FKH (Forschungskommission des SEV und VSE für Hochspannungsfragen) übernimmt Aufträge von Werken und Anlagebesitzern, welche nicht über eine entsprechende Infrastruktur verfügen.

Diskussion

Nachfolgend die wichtigsten an den Tagungen gestellten Fragen sowie die entsprechenden Antworten der Referenten.

Weshalb wird der kapazitive Anteil bei der Berechnung des Erdschlussstromes vernachlässigt?

Das Beispiel des Blitzes zeigt die Wichtigkeit der Kapazität bei der atmosphärischen Entladung. Es handelt sich dabei aber um Ströme mit sehr steilem Frontanstieg. Bei stationären Vorgängen kann man diesen kapazitiven Anteil vernachlässigen.

Sind Kabel mit einseitiger Mantelerdung gestattet?

In SEV-Norm 3569 Teil 1 ist in Ziffer 3.4.2.1 festgehalten, dass die Metallummantelungen von Hochspannungskabeln grundsätzlich beidseitig zu erden sind. Bei Abweichungen vom Grundsatz sind

die im Teil 2 der Regeln verlangten Massnahmen zu beachten.

Wie werden Erdschlüsse festgestellt und wer entscheidet, ob sofort oder nach einiger Zeit abgeschaltet wird?

Erdschlüsse müssen registriert und gemeldet werden. Der Betriebsinhaber, welcher auch die Verantwortung trägt, entscheidet, mit welchen Mitteln er Gefährdungen ausschliesst und ob er sofort oder nach dem Auffinden des Fehlers abschaltet.

Welche Zeit ist massgebend für die Werte aus der Spannungszeitkurve?

Im Teil 2 der SEV-Regeln wird vorausgesetzt, dass die Schutzeinrichtungen immer betriebsfähig sind. Dabei ist der Erdschlussstrom mit der längsten Einwirkzeit massgebend.

Wer übernimmt die Verantwortung für die Festlegung der Zonen bei den Masten?

Die Unterteilung in die Zonen A, B und C wird durch den Betriebsinhaber vorgenommen, der auch dafür verantwortlich ist.

Wie lauten die neuen Nullungsbedingungen für den Anschlussüberstromunterbrecher? Sind die Bedingungen für das Niederspannungsnetz oder diejenigen für die Hausinstallationen massgebend?

Bis zur definitiven Behandlung dieser Frage im FK 64 gelten die Nullungsbedingungen, welche für die Hausinstallationen massgebend sind.

Beim Kabelabgang ab einer Gemeinschaftsleitung mit zwei verschiedenen Spannungssystemen wird u.a. die Isolation des Kabelendes auf dem Gemeinschaftsgerüst oder in den nächsten Transformatorstationen empfohlen. Dabei wird der Einbau eines Überbrückungstrenners am isolierten Kabelende verlangt. Nach welchen Kriterien wird dieser Überbrückungstrenner ausgewählt?

Für die Bemessung des Überbrückungstrenners sind die höchstmögliche Erdspannung und der maximale Erdungsstrom sowie die Abschaltzeit zu berücksichtigen. Die Dimensionierung ist also entsprechend den örtlichen Gegebenheiten von Fall zu Fall vorzunehmen. Das gleiche gilt auch für die Auswahl der Überspannungsableiter, welche zur Überbrückung der Isolierstelle im Fall von atmosphärischen Überspannungen notwendig sind.

Kann eine Drosselspule für das gelöschte Netz ohne Trenner direkt beim Transformator eingebaut werden?

Nein, eine Löschspule ist in bezug auf die Abtrennbarkeit gleich zu behandeln wie z.B. ein Transformator. Eine Trennstelle muss also eingebaut werden. Der Trenner ist unter Spannung stehend zu betrachten. Dies erfordert eine entsprechende Platzierung sowie Massnahmen für die Bedienung.

Im Grundwasserbereich werden häufig unter dem Gebäudfundament Dampfsperren aus elektrisch isolierendem Material verlegt. Dadurch wird die Fundamentierung zweifelhaft und hat nur noch eine Käfigwirkung.

In diesem Fall muss der Fundamenterder unter der Isolierfolie verlegt werden. Die Erdungsleiter zu den Anschlussstellen sind aussenseitig hochzuführen, so dass die Folie nirgends verletzt wird.

Die Leitsätze betreffend den Fundament- und Armierungserder wurden vor allem für Neubauten ausgelegt. Wie steht es mit den Altbauten?

Die Leitsätze SEV 4113. 1979 sind nicht ausschliesslich auf Neubauten beschränkt. Es gilt aber zu beachten, dass die neue Norm nicht rückwirkend gilt. Für bestehende Gebäude gibt die SEV-Norm 4118. 1987 «Lösungsmöglichkeiten für die Erdung mit und ohne Benützung des Wasserleitungsnetzes» Auskunft.

Geben die Leitsätze 4113 auch Auskunft darüber, wann, wer und was in bezug auf Fundamenterder bei Neubauten gemacht werden muss?

Da die praktische Durchführung unzählige Möglichkeiten offen lässt, ist es nicht angezeigt, diesen Aspekt zu normen. Es wird darum auch nur darauf hingewiesen, dass bereits bei der Planung die allfällige Verwendung der Armierung als Erder zu beschliessen sei. Entsprechende Unterlagen müssen für diesen Fall vor Baubeginn dem Unternehmer zur Verfügung gestellt werden.

Darf ein Ringerder aus Kupfer bei einem Gebäude mit Armierungs- und Fundamenterdern mit diesen verbunden werden?

Ja, die beiden Erdersysteme sollen miteinander verbunden werden. Es gibt spezielle Anschlusslaschen. Diese werden aus dem Betonmauerwerk herausgeführt, und daran werden die Kupferbänder angeschlossen. undefinierte Verbindungen

wären ohnehin vorhanden. Elektrochemisch verhält sich das Armierungsseisen im Beton gleich wie ein Kupferband im Erdreich. Anders ist es bei einem Eisenband als Ringerder. Dieses würde elektrolytisch abgebaut.

Neben den elektrischen Erdern und Wasserleitungen gibt es noch andere, z.B. Gasleitungen, Bahnschienen usw. Warum wurden diese nicht in die ganze Betrachtungsweise einbezogen, und wer ist in der Lage, darüber Auskunft zu geben?

Es gibt spezielle Vorschriften; z.B. werden Gasleitungen vor der Hauseinführung separat abisoliert, da sie keinesfalls der Korrosion ausgesetzt werden dürfen. Im Haus jedoch werden diese in den Potentialausgleich einbezogen. Dabei müssen auch die Vorschriften der Schweizerischen Gas- und Wasserfachmänner berücksichtigt werden. Aber auch alle Bahnanlagen unterliegen separaten Vorschriften. Im weiteren gibt es die Korrosionsschutzkommission, welche komplexe Probleme analysiert und Lösungsvorschläge erarbeitet.

Sind metallene Kabelverschraubungen an Klemmen- und Verteilkästen aus Kunststoff an Erde zu legen?

Nein, in der metallenen Kabelverschraubung ist eine Gummitülle, dann kommt der Kunststoff-Mantel und erst dann der isolierte Leiter. Zudem ist die Kabelverschraubung ein ganz kleiner, zwar leitender, aber nicht zur Stromführung dienender Teil. Somit ist nach menschlichem Ermessen eine Gefährdung ausgeschlossen.

Müssen Potentialausgleichsleiter in explosionsgefährdeten Räumen separat geführt werden oder kann das vorhandene Erdungssystem der 3x380/220-V-Versorgung benutzt werden?

In explosionsgefährdeten Bereichen muss ein zusätzlicher Potentialausgleich erstellt werden (HV 41421.1).

Welchen Querschnitt hat ein separater Potentialausgleichsleiter aufzuweisen?

Ein separater Potentialausgleichsleiter wird für leitende und nicht stromführende Teile verlangt. Der Mindestquerschnitt beträgt 6 mm².

Müssen für verschiedene explosionsgefährdete Räume verschiedene separate Potentialausgleichsleiter geführt werden?

Nein, es ist der gleiche Leiter (Fundamenterder usw.) zu benutzen, damit keine Potentialdifferenz entsteht.