Erdungsvorschriften im Zusammenhang mit Beeinflussungsfragen

Autor(en): **Homberger, E.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **71 (1980)**

Heft 2

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-905212

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Erdungsvorschriften im Zusammenhang mit Beeinflussungsfragen

Von E. Homberger

1. Überblick

Die auf dem Elektrizitätsgesetz beruhenden Sicherheitsverordnungen über elektrische Anlagen enthalten eine Grundsatzbestimmung, wonach sich die einzelnen Anlagearten möglichst nicht gegenseitig durch Fernwirkungen stören dürfen. Verursachen Anlagen trotzdem Störungen von anderen, benachbarten Anlagen, so haben sich die Inhaber der störenden und der gestörten Anlagen über geeignete Massnahmen zur Beschränkung der Störungen zu verständigen. Diese Verordnungen sind verbindlich, also nicht nur Regeln der Technik.

2. Die Erdungsbestimmungen der Verordnung über Starkstromanlagen (Starkstromverordnung)

Da die formell heute noch gültigen Bestimmungen kaum mehr durchführbar sind, kommt meist ein von der Erdungskommission des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) ausgearbeiteter Revisionsentwurf zur Anwendung.

Rückgrat dieses Entwurfes bildet eine Kurve der höchstzulässigen Berührungs- und Schrittspannungen bei einpoligem Erdschluss in Abhängigkeit der Einwirkzeit. Die Kurvenwerte stimmen weitgehend mit den deutschen und österreichischen Vorschriften überein (Darstellungsunterschied). Sie gelten übrigens nur für Hochspannungsanlagen).

Höchstwerte von Erdungsspannungen (Spannung zwischen Erdung und neutralem Bereich) oder anderer beeinflussender Spannungen wurden einstweilen im Revisionsentwurf nicht vorgeschrieben.

3. Die Erdungsbestimmungen der Schwachstromverordnung

Die Schwachstromverordnung vom 5. April 1978 enthält ebenfalls einige Bestimmungen über das Erden.

Insbesondere enthält Art. 8 folgendes:

Können bei Erdschlüssen in Hochspannungsanlagen oder an -leitungen Spannungen von mehr als 500 V (effektiv) auf Schwachstromanlagen übertragen werden, so sind die beeinträchtigten Teile solcher Anlagen für eine Prüfspannung vom 1,3fachen oder höchstmöglich auftretenden Spannung, wenigstens aber für 4 kV, zu isolieren. Allenfalls ist die Schwachstromanlage durch Schutzübertrager mit entsprechender Spannungsfestigkeit von der Leitung zu trennen.

Im Boden verlegte Schwachstromkabel sind bei Annäherungen an Erdungen von Hochspannungskabeln gegen gefährliche Einwirkungen zu schützen.

4. Die Erdungen im Bahnbereich

4.1 Allgemeines

Nach der noch gültigen Verordnung über die elektrischen Einrichtungen von Bahnen aus dem Jahre 1933 ist zur Erdung grundsätzlich das Bahngeleise zu benützen. Bei Gleichstrombahnen darf dies allerdings nur geschehen, wenn Korrosionsschäden verhütet werden können. Diese Grundsätze sind zweifellos noch heute richtig, vermögen aber allein nicht die gewünschte Sicherheit zu erbringen. Sie tragen auch den im Laufe der Zeit in grosser Zahl entstandenen nicht schienengebundenen Bahnen in keiner Weise Rechnung. Dass sich trotzdem zweckmässige Erdungssysteme eingeführt haben, ist wohl der guten Zusammenarbeit zwischen den Bahnverwaltungen, Kontrollstellen, Elektrizitätswerken und der Korrosionskommission des SEV zu verdanken.

In diesem Rahmen interessiert wohl vor allem, wie das Erdungssystem eines elektrifizierten Bahnnetzes beim Zusammentreffen mit anderen Bahnen oder anderen elektrischen Netzen zu behandeln ist.

4.2 Wechselstrombahnen

Am wenigsten Probleme ergeben sich beim *Zusammentreffen verschiedener Wechselstrombahnen.*

Etwas schwieriger gestalten sich die Verhältnisse beim *Zusammentreffen einer Wechselstrombahn mit einem elektrischen Ortsnetz.*

Bei erdungsmässigem *Zusammenschluss* müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

– Die zwischen den beiden Netzen fliessenden Erdungsströme dürfen keine Schädigungen und Störungen verursachen.

– In keinem Betriebs- oder Erdschlussfalle dürfen unzulässige Berührungs- und Schrittspannungen auftreten.

– Schutz- und PEN-Leiter dürfen weder durch Bahn-Betriebsströme noch durch -Kurzschlußströme überlastet werden.

Bei *Trennung* dürfen:

– zwischen dem getrennten Erdungssystem keine unzulässigen Berührungs- und Schrittspannungen auftreten;

– keine Überbrückungen durch Überspannungen oder andere voraussehbare Einwirkungen erfolgen.

Bei Anwendung der Trennung sind zur Vermeidung gefährlicher Zustände je nach Art des Ortsnetzes die folgenden Massnahmen vorzusehen:

– *Direkte Speisung aus einem genullten Niederspannungs-Ortsnetz:* Die auf Bahngebiet befindlichen schutzpflichtigen Verbrauchergehäuse werden nicht genullt, sondern an die Bahnerdung (Gleise) angeschlossen. Zur Vermeidung gefährlicher Spannungen am PEN-Leiter im Ortsnetz sind den Verbrauchern auf Bahngebiet Fehlerstrom-Schutzschalter vorzuschalten. Die Zuleitungen sind im Wirkungsbereich der Bahnerdung bis zur Einführung in die FI-Schalter wenigstens für 4 kV zu isolieren. Allfällig einlaufende metallene Rohrleitungen sind im neutralen Bereich mit isolierenden Zwischenstücken zu versehen (vgl. Fig. 1).

– *Direkte Speisung aus einem schutzgeerdeten Niederspannungs-Ortsnetz:* Die auf Bahngebiet befindlichen schutzpflichtigen Verbrauchergehäuse und die in der Nähe verlaufenden Wasserleitungen sind mit der Bahnerdung zu verbinden.

– *Galvanische Trennung zwischen Bahn- und Ortsnetz:* Die Trennung kann durch einen Transformator Niederspannung/Niederspannung oder Hochspannung/Niederspannung erfolgen.

Die bahnseitigen Sternpunkte der Niederspannungssysteme sind mit den Gleisen zu verbinden. Selbstverständlich müssen auch alle in den Bahnbereich einlaufenden

metallenen Rohrleitungen und Konstruktionen mit Isolierstücken versehen oder von Erde isoliert werden.

Es ist offensichtlich, dass die galvanische Trennung die sauberste Lösung darstellt. Sie ist aber verhältnismässig kostspielig. Grundsätzlich gelten die folgenden Auswahlkriterien:

Kann sich das Potential der Bahnerdung im Betriebs- oder Störungsfall über 500 V anheben, so ist die Trennung nötig; übersteigt es 2000 V, so kommt nur noch galvanische Trennung in Frage.

4.3 Gleichstrombahnen

Wesentlich komplizierter werden die Verhältnisse beim *Zusammentreffen von Wechselstrombahnen mit Gleichstrombahnen und von Gleichstrombahnen mit Ortsnetzen.*

Zur Vermeidung von Korrosionsschäden ist es grundsätzlich nötig, das Erdungssystem einer Gleichstrombahn von allen übrigen Erdungen zu trennen. Allerdings können dadurch unangenehme Berührungsspannungen und Lichtbogen auftreten.

In Gemeinschaftsbahnhöfen von Wechsel- und Gleichstrombahnen drängte sich deshalb der Zusammenschluss aller geerdeten Metallteile auf. Jedoch hat eine Trennung nach aussen hin zu erfolgen, was den Einbau von Isolierstükken in die Gleise der Gleichstrombahn und eine Auftrennung ihrer Fahrleitung vor dem Bahnhof bedingt. Die innerhalb des Bahnhofes befindliche Bahnanlage muss eine besondere Einspeisung erhalten.

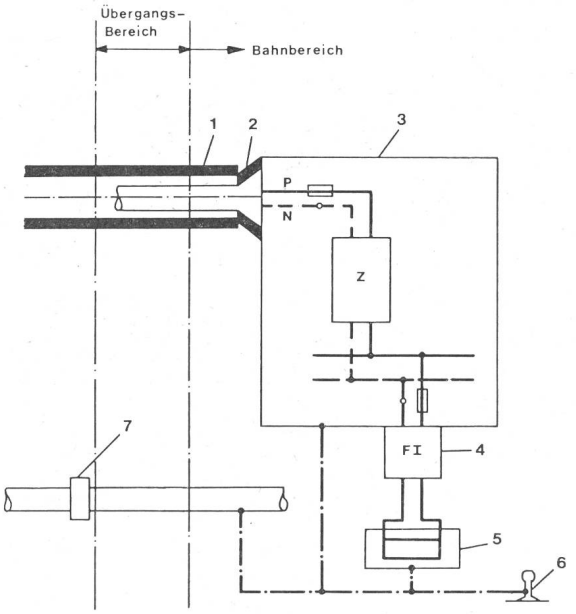

Fig. 1 Trennung zwischen Bahnerdung und genulltem Ortsnetz; Speisung von Verbrauchern auf Bahngebiet ans Ortsnetz

1 Zuleitungskabel mit Metallumhüllung in Isolierrohr eingezogen
2 Kabelendverschluss aus Isoliermaterial
3 Vom Ortsnetz gespeister Anlagebereich. Polleiter (P) und Neutralleiter (N) von Bahnerdung für 4 kV isoliert
4 Fehlerstrom-Schutzschalter für sich sonderisoliert (Bauvorschrift)
5 Schutzpflichtige Verbraucher; Gehäuse an Bahnerdung
6 Bahnerdung
7 Isolierstück in metallener Rohrleitung. Im Bahnbereich Rohrleitung an Bahnerdung

4.4 Feststellungen und Untersuchungen

An der normalspurigen Strecke der Berner Alpenbahngesellschaft Bern–Lötschberg–Simplon (BLS) wurden Kurzschlussversuche und Messungen bei der Durchfahrt schwerer Güterzüge durchgeführt. Nachstehend einige besonders interessante Resultate:

Auf einer kleinen Station an der Steilstrecke, die für allgemeine Zwecke aus einem genullten 220/380-V-Netz gespeist wird, flossen bei Durchfahrt eines schweren Zuges etwa 175 A Bahnstrom über den mit dem Gleis verbundenen Nulleiter (PEN-Leiter) ins Ortsnetz! Der vom 16⅔-Hz-Bahnstrom erzeugte Spannungsabfall am Nulleiter führte zu Flackererscheinungen an Beleuchtungsanlagen.

Nach der Auftrennung der Verbindung zum Gleis wurden zwischen dem Gleise und dem Ortsnetz-Nulleiter etwa 100 V/kA Fahrdrahtstrom gemessen. Durch die Montage von Erdseilen auf den Streckenabschnitten beidseitig der Meßstelle liess sich die Spannung auf 50 V/kA absenken. Der Erdungswiderstand der Gleise betrug etwa 0,5 Ω.

5. Die Erdungsbestimmungen der Rohrleitungsgesetzgebung

Die Schutzbestimmungen gegen Beschädigungen von im Erdreich liegenden Rohrleitungen durch Elektrizität findet man nicht in den Sicherheitsverordnungen des Elektrizitätsgesetzes, sondern im Sammelband «Vorschriften für Rohrleitungsanlagen zur Beförderung flüssiger oder gasförmiger Brenn- oder Treibstoffe». Die darin enthaltenen Abstandsvorschriften haben sich im grossen und ganzen bewährt.

Für die hier in Betracht kommenden Rohrleitungen sind nebst festgelegten Abständen auch andere Bedingungen einzuhalten. Damit man sich hierüber bei der Vielgestaltigkeit der Rohrleitungsanlagen zurechtfindet, hat das Eidg. Starkstrominspektorat in Zürich Richtlinien für «Schutzmassnahmen gegen gefährliche Berührungs- und Schrittsowie atmosphärische Überspannungen an Nebenanlagen von Rohrleitungen» herausgegeben.

6. Erdungen an Grosstankanlagen zur Lagerung von Brenn- und Treibstoffen

Das Erden von Grosstankanlagen ist besonders heikel. Trotzdem gibt es für Grosstankanlagen keine besonderen Erdungsvorschriften. Als Grundlage für das Erden dienen primär die Erdungsbestimmungen der Starkstromverordnung und zur sinngemässen Anwendung jene der Verordnung über die elektrischen Einrichtungen von Bahnen.

7. Schlussbemerkungen

Die vorstehende Zusammenstellung entbehrt der Vollständigkeit. Bei der Vielzahl von Annäherungen von Verkehrsträgern und Leitungen aller Art liessen sich noch verschiedene weitere Problemkreise anschneiden. Bis anhin fehlen aber in der Schweiz für verschiedene Teilgebiete klare Vorschriften, so dass dem Ingenieur noch ein breites Feld interessanter Tätigkeit offenbleibt.

Adresse des Autors

E. Homberger, Oberingenieur, Eidg. Starkstrominspektorat, Postfach, 8034 Zürich.