

Rückstromführung und Erdung in Eisenbahntunnel

Erdung in technischen Räumen nach EN 50122-1



© ENOTRAC

Inhalt:

- Einleitung und Begriffe
- Rückstromführung in Tunneln (Ziff. 10 der Norm)
 - Besonderheiten
 - Dimensionierung
 - Ausführungsbeispiele
- Erdung in technischen Räumen (Ziff. 6 und 7)
 - Besonderheiten
 - Berührungsspannungen (Ziff. 9 der Norm)
 - Massnahmen und mögliche Ausführungen unter Anwendung EN 50122-1
 - Regelmässig wiederkehrende Fragen zur Norm



Einleitung und Begriffe

Motivation:

- Die Anwendung der EN 50122-1 kann in der Praxis zu unterschiedlichen Interpretationen und Lösungskonzepten führen
- Kleiner Beitrag zu einer klareren und einheitlicheren Interpretation der Norm
- Können im Bereich Rückstromführung und Erdung bei Bau und Instandhaltung und bei gleichbleibender Funktionalität sowie Sicherheit allenfalls Kosten reduziert werden?



Begriffe

- Ausdrücke wie «Bahnerde», «bahnerden», «Erdseil» usw. sind nach wie vor gebräuchlich
- Die Norm EN 50122-1 kennt diese und weitere Begriffe aber nicht
- Bei Gleichstrombahnen ist die Verwendung des Begriffs «Erde» im Zusammenhang mit der Rückleitung nicht korrekt (gegenüber Erde ist die Rückleitung isoliert)
- Empfehlung:
Bei Überarbeitung oder Neuerstellung von länderspezifischen Regelungen, sollen durchgängig die neuen Begriffe gemäss Norm eingeführt werden



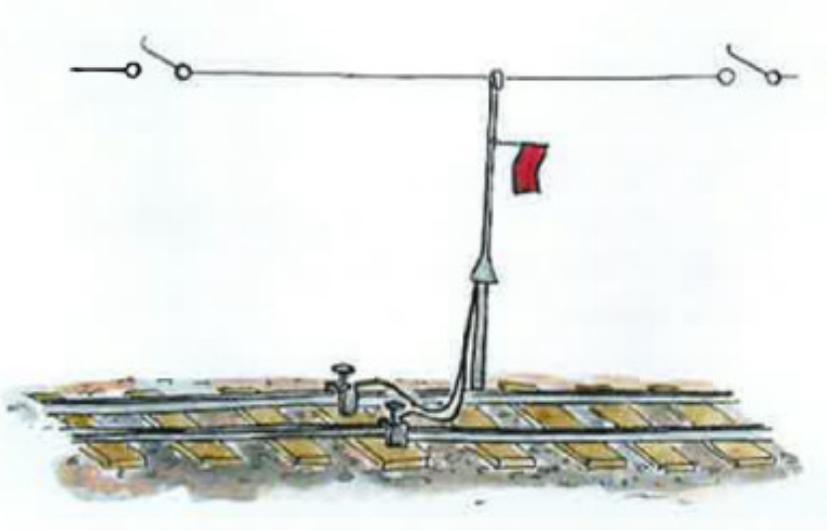
Begriffe, Übersetzungshilfe

Alt	Neu*
Bahnerde	Rückleitung
bahnerden	mit der Rückleitung verbinden
bahngeerdet	mit der Rückleitung verbunden
Betriebserdung	Der Anschluss von ...an die Rückleitung
Erdseil	Rückleiterseil (oder nur Rückleiter)
Erdung	Verbindung mit einem Erder
Erdungsschiene (ES)	Potentialausgleichsschiene (PAS)
Haupterdschiene (HES)	Hauptpotentialausgleichsschiene (HPAS)
Schiene	Fahrschiene
geerdete Schiene	Fahrschiene
isolierte Schiene	isolierte Fahrschiene
Kabelmantel-Erdschiene (KES)	Kabelmantel-Sammelschiene (KSS)
Bahnsteig(Tunnel)haupterdschiene	Bahnsteig(Tunnel)rückleiter
Quer- oder Längsverbinder	Schienenquer- oder längsverbinder

* Kein Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit



Begriffe



Ist das jetzt eine
«mit der Rückleitung Verbindungsstange»?

Nein!

Das bleibt eine **Erdungsstange**



Rückleitung in Tunnel

- In der Norm ist die Rückleitung generell etwas «stiefmütterlich» behandelt
- Eine Tunnelröhre ist in modernen Tunnel meistens gegen den Fels isoliert. Erde als «Rückleiter» entfällt somit im Tunnel
- Die Rückleitung im Tunnel erfolgt fast ausschliesslich über die dafür vorgesehenen Rückleiter (Fahrschienen, Rückleiterseile, Tunnelhauptrückleiter und allenfalls weitere)
- Immer mindestens zwei Rückleiter notwendig. Nicht nur von der Rückleitung bis ins Unterwerk, sondern über den gesamten Weg vom Verbraucher bis ins Unterwerk
- Berücksichtigung des (n-1)-Kriteriums vom Gleis bis zum Unterwerk
- Eine konsequent parallel zur Hinleitung verlegte Stromrückführung bis ins Unterwerk ergibt eine klare Rückstromführung und eine Verbesserung der EMV



Rückleitung in Tunnel, z. B. GBT



Hinleitung: total 570 mm² Cu
Rückleitung: total 545 mm² Cu +
2 Schienen
15-Min-Strom: 2390 A



© ENOTRAC

24./25.11.2016

Rückstromführung und Erdung in Eisenbahntunnel,
Erdung in technischen Räumen nach EN 50122



Rückleitung in Tunnel, z. B. GBT



© ENOTRAC

24./25.11.2016

Rückstromführung und Erdung in Eisenbahntunnel,
Erdung in technischen Räumen nach EN 50122



Erdung in technischen Räumen

Keine besonderen Massnahmen zu Berührungsspannungen in Räumen untertags:

- Es gibt in Tunnel nur ein Erdungssystem → die Rückleitung
- Standardmassnahme ist «Verbindung mit der Rückleitung»
- Eine Berührung verschiedener ganz oder teilweise leitfähigen Objekten im Fahrtunnel während dem Betrieb nicht möglich
- Grosszügige Auslegung für Ausnahmen für kleine leitfähige Bauteile möglich



Erdung in technischen Räumen

- Schutzmaßnahmen für nicht für die Traktionsenergieversorgung vorgesehene Niederspannungsanlagen (Ziff. 7)
 - Eine Verbindung mit bahnfremden Erdungssystem ist in Tunneln nicht möglich. Die Niederspannungsanlagen sind mit der Rückleitung verbunden
 - Keine Potentialverschleppungen über grössere Distanzen möglich
 - Achtung:
 - Hohe Rückströme in den Fahrtunneln
 - Rückströmen über Erdleiter in Niederspannungskabeln müssen zwingend verhindert werden
 - Konsequente Anwendung der Netzform TN-S
 - Körper elektrischer Betriebsmittel in den Fahrtunneln möglichst ausserhalb des Oberleitungs- oder des Stromabnehmerbereichs anordnen
 - An sonst direkte Verbindung mit der Rückleitung, keine Verbindung PE-Leiter mit dem Körper



Erdungsanlage in technischen Räumen

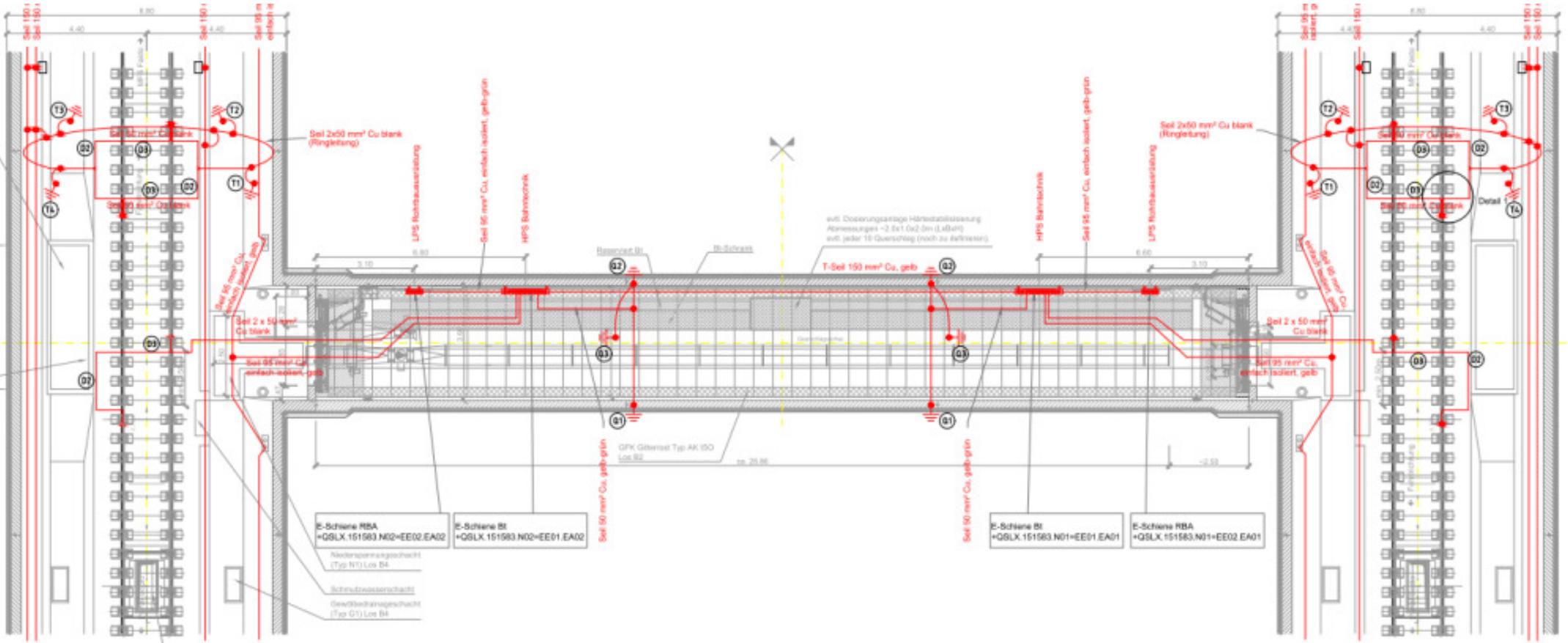
Für das Grundnetz Erdung konsequente sternförmig Ausführung



Sämtliche Räume mit Hochspannung mit doppelt geführten Erdleitern



Erdungsanlage in technischen Räumen



© ENOTRAC

24./25.11.2016

Rückstromführung und Erdung in Eisenbahntunnel,
Erdung in technischen Räumen nach EN 50122



Erdungsanlage in technischen Räumen

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV):

- Lange Leitungen und in den engen Tunneln kleine Abstände ergeben gute magnetische Kopplungen
- Gefahr durch Induktionsspannungen oder Störspannungen
- Bedingt eine konsequente Anwendung eines übergeordneten EMV-Management über alle Projektphasen und Gewerke
- Grundlage ist ein übergeordnetes und klar dokumentiertes Erdungskonzept über alle Gewerke
- Erdung und EMV sind klassische Querschnittsthemen und müssen übergeordnet vorgegeben und koordiniert werden



Regelmässig wiederkehrende Fragen zur Norm

- Ausnahmen für kleine leitfähige Bauteile im Oberleitungsbereich

Hochspannung	
Parallel zum Gleis	Horizontal, senkrecht zu Gleis
3	2
15	2

Frage: gelten die Masse «und» oder «oder»?
was ist mit der Höhe (vertikal)?

Antwort: es gilt «oder» und Höhe ist in der Praxis nicht relevant

- Abstände von Gleisquerverbinder

«Gleisverbinder müssen in geeigneten Abständen vorgesehen werden»

Frage: Was heisst geeignet?

Antwort: Geeignet ist in der Praxis ca. 250 m bis 750 m

Abhängig von äusseren Gegebenheiten, z.B.

Querschlagsabstand,

grössere Abstände reduzieren Kosten



Regelmässig wiederkehrende Fragen zur Norm

- Thematik beim Zusammentreffen mit bahnfremden Erdungssystemen ist ungenügend behandelt:
 - Gemäss Norm ist eine Verbindung mit bahnfremden Erdungssystemen (z. B. öffentliche Energieversorgung) unerwünscht.
 - Wie ist aber der Umgang, wenn ein bahnfremdes Erdungssystem «nahe» ist?
 - Fragen: - was bedeutet «nahe» resp. gleichzeitig berührbar?
 - wo werden sinnvolle Grenzen zwischen den Systemen gezogen?
 - welche Massnahmen sind zu treffen?
 - wie wird die Trennung langfristig überwacht?
 - Antworten: - Vorschlag 2 m (in CH 1.75 m). Begründung Anhang E der Norm: Messverfahren für Berührungsspannungen erfolgt über 1 m
 - Grenzen sind individuell festzulegen und zu dokumentieren
 - Schutz durch Abstand oder Isolation
 - Regelmässige Kontrollen im Rahmen der Überwachung/Instandhaltung



Regelmässig wiederkehrende Fragen zur Norm

- Erdung von Kabelmännel –(schirmen) der Hochspannungskabel
 - Zweiseitige Erdung → Schutz vor unzulässig starker Erwärmung notwendig
 - Einseitige Erdung → Schutz vor unzulässig hoher Spannung notwendigEmpfehlung: kurze (wenige 100 m) Kabel einseitig,
Rest zweiseitig erden, aber immer mit parallelem Rückleiterkabel

- Mögliche Länge von Signalkabeln parallel zum Gleis?
Durch die Zentralisierung der Stellwerke werden die Stelldistanzen immer länger
 - Stelldistanzen bis ca. 6.5 km, in Einzelfällen sind bis 10 km möglich
Bedingung: beidseitige Erdung der Kabelschirme
Überspannungsschutz an den Innenleitern
einseitig geerdete Stichleitungen, maximal 300 m



Rückstromführung und Erdung in Eisenbahntunnel und Erdung in technischen Räumen nach EN 50122

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

© ENOTRAC

