

# BahnPraxisE

Zeitschrift für Elektrofachkräfte zur Förderung der Betriebssicherheit und der Arbeitssicherheit bei der DB AG



2 · 2008

- Potenzialausgleich zwischen zwei leitfähigen Teilen im Bereich von Oberleitungsanlagen
- Kommentierung von Anfragen zu Regelwerken und Vorschriften

**Liebe Leserinnen und Leser,**

die Beiträge in dem Ihnen jetzt vorliegenden Exemplar der BahnPraxis E beschäftigen sich mit der Frage des Potenzialausgleiches zwischen zwei leitfähigen Teilen im Bereich von Oberleitungen und beantworten an die Redaktion gestellte Fragen zu Regelwerken und Vorschriften.



Unser Titelbild:  
S-Bahn im  
Gleisvorfeld von  
Stuttgart Hbf.

Foto:  
DB AG/Stefan Warter.

Zum Artikel über die Tunnel-Sicherheits-Beleuchtung TSB aus Heft 1 ist eine Richtigstellung notwendig geworden, die wir Ihnen zur Kenntnis geben.

Als Themen für das Heft 2/2008 haben wir für Sie ausgewählt:

### **Potenzialausgleich zwischen zwei leitfähigen Teilen im Bereich von Oberleitungen**

Es wird ein Überblick gegeben, wo ein Potenzialausgleich notwendig ist und in welchen Fällen er überflüssig oder sogar nachteilig ist. Auch auf eine mögliche Messung wird eingegangen (Seiten 2 bis 5).

### **Kommentierung von Anfragen zu Regelwerken und Vorschriften**

Neben einer Stellungnahme zur farblichen Aderkennzeichnung geht der Autor auf das Thema „Fehlerstromschutzschalter in Tunneln und in Elektranten für Triebfahrzeuge“ ein (Seiten 6 und 7).

### **Richtigstellung zum Artikel „Tunnel-Sicherheits-Beleuchtung TSB“ aus Heft 1-2008**

Die Richtigstellung zu diesem Artikel ist auf Seite 5 abgedruckt.

**Ihr Redaktionsteam BahnPraxis E wünscht Ihnen ein schöne und unfallfreie Weihnachtszeit und ein gutes neues Jahr**



#### **Impressum „BahnPraxis E“**

Zeitschrift für Elektrofachkräfte zur Förderung der Arbeitssicherheit und der Betriebssicherheit bei der Deutschen Bahn AG.

#### **Herausgeber**

Eisenbahn-Unfallkasse (EUK) – Gesetzliche Unfallversicherung – Körperschaft des öffentlichen Rechts, in Zusammenarbeit mit der DB Energie GmbH und der DB Netz AG, alle mit Sitz in Frankfurt am Main.

#### **Redaktion**

Horst Schöberl (Chefredakteur), André Grimm, Martin Herrmann, Marcus Ruch (Redakteure).

#### **Anschrift**

Redaktion BahnPraxis E  
DB Energie – I.EBV 6  
Energieversorgung West  
Schwarzer Weg 100  
51149 Köln.

#### **Erscheinungsweise und Bezugspreis**

Erscheint in der Regel 3-mal im Jahr. Der Bezugspreis ist für Mitglieder der EUK im Mitgliedsbeitrag enthalten. Die Beschäftigten erhalten die Zeitschrift kostenlos. Für externe Bezieher: Jahresabonnement Euro 7,50 zuzüglich Versandkosten.

#### **Verlag**

Bahn Fachverlag GmbH  
Postfach 23 30, 55013 Mainz  
Telefon: (0 61 31) 28 37 0  
Telefax: (0 61 31) 28 37 37  
ARCOR: (959) 15 58  
E-Mail: mail@bahn-fachverlag.de  
Geschäftsführer: Dipl.-Kfm. Sebastian Hüthig.

#### **Druck**

Meister Print & Media, Werner-Heisenberg-Straße 7, 34123 Kassel.



Foto: DB AG/Bernd Lammel

# Potenzialausgleich zwischen zwei leitfähigen Teilen im Bereich von Oberleitungsanlagen

**Christian Budde**, DB Energie GmbH,  
Frankfurt am Main

Der Stromfluss vom Triebfahrzeug in den Schienen zurück zum Unterwerk verursacht eine Spannung, die als Gleis-Erde-Spannung messbar ist. Alle direkt an das Gleis angeschlossenen leitfähigen Teile nehmen ebenfalls dieses Gleispotenzial an. Da diese leitfähigen Teile frei zugänglich sein können, muss darauf geachtet werden, dass keine unzulässig hohen Spannungen abgegriffen werden können. Die EN 50122 Teil 1 legt die zulässigen Grenzen fest.

Es sind zwei Fälle zu unterscheiden. Erstens das abgreifbare Potenzial eines leitfähigen Teils gegenüber dem umgebenden Erdreich und zweitens der Potenzialunterschied zwischen zwei leitfähigen Objekten.

In der Richtlinie 997.02 sind Mindestableitwerte für die Schiene vorgegeben. Dadurch ist sichergestellt, dass die berührbare Spannung an erdfühlig gebauten Teilen gegenüber dem Erdreich in 1m Entfernung die gegebenen Grenzwerte nicht überschreitet.

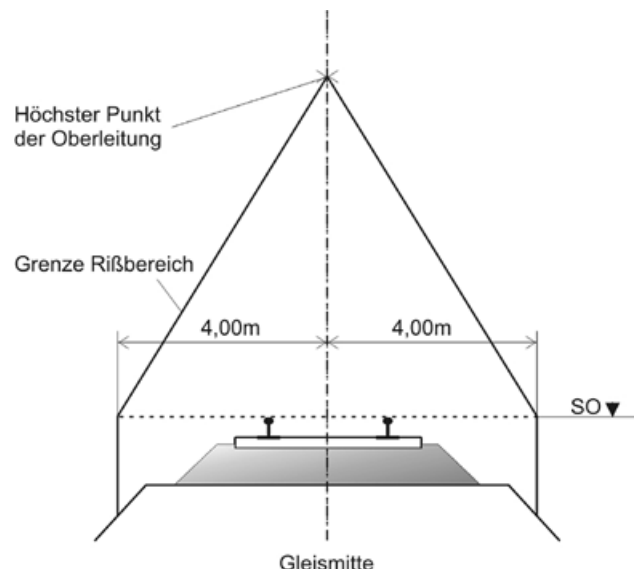
Dieser Artikel befasst sich daher ausschließlich mit dem Potenzialausgleich zwischen

zwei leitfähigen Teilen. Um den Text lesbarer zu halten, sind immer sowohl leitfähige als auch teilweise leitfähige Teile gemeint.

## Fall 1: Beide Teile im Rissbereich

Innerhalb des Rissbereichs der Oberleitung (Abbildung 1) sind die Verhältnisse relativ einfach. Alle leitfähigen Konstruktionen, die größer sind als 2 m bzw. elektrische Ausrüstung tragen, müssen mit der Bahnerde verbunden werden. Damit ist der Potenzialausgleich hergestellt. Zwischen leitfähigen Gegenständen, die eine Verbindung

Abbildung 1: Rissbereich.



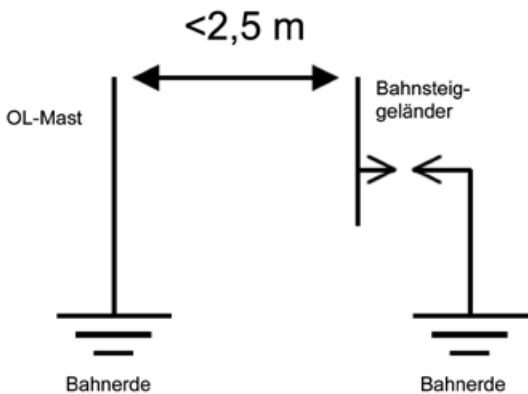


Abbildung 2:  
Zweites Teil auf Bahnerde.

mit der Bahnerde haben, muss also kein weiterer Potenzialausgleich geschaffen werden. Beispiel: Ein Oberleitungsmast und das Brückengeländer, welches im Rissbereich liegt.

### Fall 2: Ein Teil im Rissbereich

#### Zweites Teil an Bahnerde angeschlossen

Gleiches gilt für Dinge, die nicht im Rissbereich liegen, aber auf Grund von anderen Maßnahmen Kontakt zur Bahnerde haben. So braucht z.B. ein Fahrkartenautomat keinen zusätzlichen Potenzialausgleich zu bahngeerdeten Teilen, wenn der Rahmen des Fahrkartenautomaten über die Hauptpoten-

zialausgleichsschiene mit der Bahnerde verbunden ist.

#### Zweites Teil nicht an Bahnerde angeschlossen

Kompliziert wird es, wenn bahngeerdete Teile im Handbereich von nicht bahngeerdeten Dingen stehen. Hier ist darauf zu achten, ob evtl. unzulässig hohe Spannungen abgegriffen werden können. Dabei ist zuerst zu prüfen, ob die Entfernung zwischen den beiden Objekten größer als 2,5 m ist. Wird dieser Abstand überschritten, geht man davon aus, dass ein evtl. vorhandenes unterschiedliches Potenzial nicht mehr abgegriffen werden kann. Potenzialausgleichsmaßnahmen sind daher nicht erforderlich. Sind beide Gegenstände in einem Abstand kleiner 2,5 m, so ist als erstes zu prüfen, welches Potenzial der nicht an die Bahnerde angeschlossene haben kann.

#### Zweites Teil auf Bahnerde gebaut

Ist das Objekt z.B. auf einem bahngeerdeten Bahnsteig befestigt, so kann es nur zwei elektrische Potentiale annehmen: Neutral oder das der Bahnerde. In beiden Fällen ist kein Potenzialunterschied abgreifbar. Es sind auch hier keine weiteren Maßnahmen erforderlich (Abbildung 2).

#### Zweites Teil nicht auf Bahnerde gebaut

Beide Fundamente der Konstruktionen dienen als Erder. Um das Fundament mit Kontakt zur Bahnerde bildet sich ein Potenzialtrichter aus. Je nach Abstand der beiden Fundamente zueinander wird ein Anteil der Gleis-Erde-Spannung abgegriffen (Abbildung 3). Maximal können hier etwas mehr als 50 Prozent der gesamten Gleis-Erde-Spannung auftreten (siehe EN 50122-1 Anhang C). Diese maximale Spannung wird jedoch über die Erdungswiderstände der beiden berührbaren Teile verringert. Mögliche Abhilfemaßnahmen werden im nächsten Kapitel aufgezeigt.

#### Zweites Teil an fremdes Potenzial angeschlossen

Ist der Gegenstand jedoch an ein fremdes Potenzial angeschlossen, z.B. eine Leuchte der Schutzklasse 1 mit Anschluss an den EVU-PE oder -PEN, sind weitere Maßnahmen erforderlich. Ist der Erdübergangswiderstand der Erdungsanlage des EVU klein und steht diese außerhalb des Spannungstrichters der Bahn, so ist es möglich, nahezu 100 Prozent der Gleis-Erde-Spannung abzugreifen.

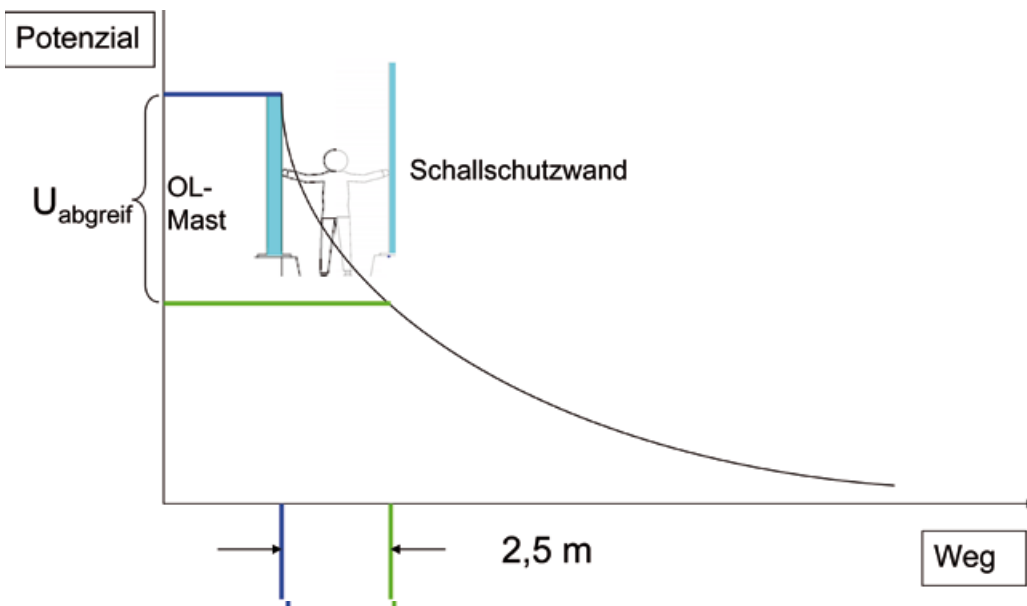
Ziel der Abhilfemaßnahmen ist es, ein unzulässig hohes, abgreifbares Potenzial zu verhindern. Um dieses Ziel zu erreichen, gibt es mehrere Möglichkeiten.

#### Abhilfemaßnahmen

Ein Hindernis zwischen den beiden Teilen verhindert die Möglichkeit, beide Potentiale zur gleichen Zeit zu berühren. Gleiches gilt für einen Isolationsanstrich.

Ein Potenzialausgleich verschiebt das Problem möglicherweise nur (Abbildung 4). Ein Potenzialausgleich zwischen dem Oberleitungsmast und dem Fahrkartenautomaten verschiebt das Problem nur zwischen den Fahrkartenautomaten und den Imbissstand. Sollten beide an den gleichen

Abbildung 3:  
Abgreifbares Potenzial.



PE angeschlossen sein, verlagert sich das Problem weiter zum Bereich Imbiss-Hydrant, usw. Die Maßnahme „Potenzialausgleich“ ist also nur zu empfehlen, wenn die Folgemaßnahmen überschaubar bleiben, z.B. der Imbiss nicht vorhanden ist. Weitere Vorgaben zur Behandlung von 50-Hz-Anlagen im Bahnbereich gibt die EN 50122 Teil 1 im Kapitel 6.

### Potenzialmessung

Sollte weder ein ausreichender Abstand gegeben sein noch ein Hindernis oder ein Potenzialausgleich in Betracht kommen, so gibt es noch die Möglichkeit die tatsächlich auftretende Spannung zu messen und so die Sicherheit der Anlage nachzuweisen. Diese Herangehensweise verspricht vor allem in dicht bebauten Gebieten Erfolg. In der 50-Hz-Technik verwendet man hier den Begriff des „globalen Erdungssystems“. In der für die Bahnerdung relevanten Norm EN 50122 Teil 1 findet man diesen Begriff jedoch nicht. Daher ist in jedem Fall eine Messung in Anlehnung an den Anhang E der Norm durchzuführen.

### Zusammenfassung

Nur in den beiden zuletzt geschilderten Fällen kann ein gesonderter Potenzialausgleich notwendig werden. Aufgrund der vielen unterschiedlichen Gegebenheiten beim Bau solcher Anlagen kann hier kein Patentrezept zur Lösung gegeben werden. Die genannten Abhilfemaßnahmen sollen dem Planer lediglich mögliche Lösungsrichtungen vorgeben. Die Aufzählung erhebt auch keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Neue zielführende Lösungen sind jederzeit erwünscht und dem Autor bitte mitzuteilen:  
Christian.Budde@bahn.de ■

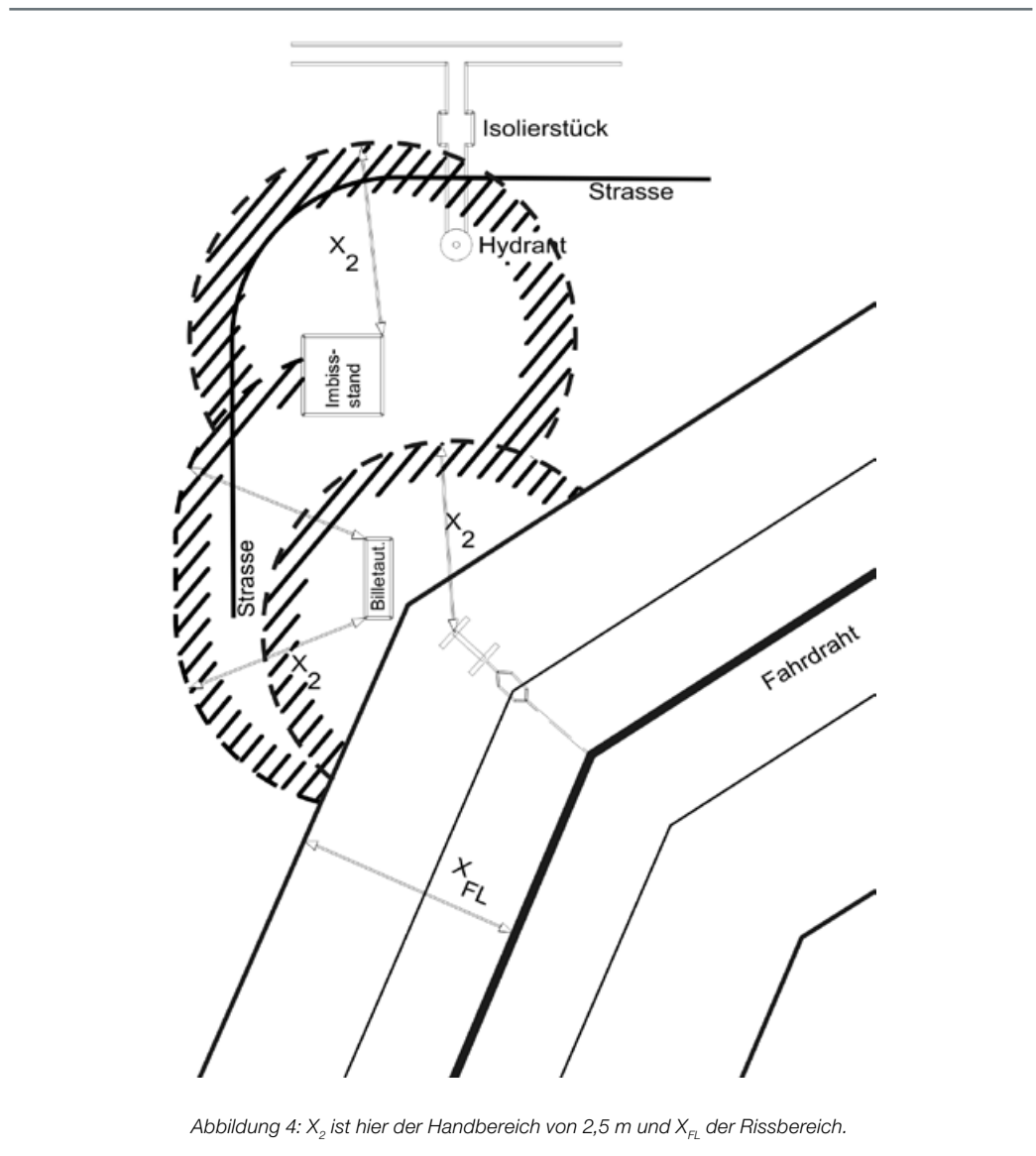


Abbildung 4:  $X_2$  ist hier der Handbereich von 2,5 m und  $X_{FL}$  der Rissbereich.

### Richtigstellung

Zu dem in der BahnPraxis E 1/2008 abgedruckten Artikel über die Tunnelsicherheitsbeleuchtung ist folgende Richtigstellung erforderlich.

#### Im Text stand:

„... Es ist deshalb zwingend erforderlich, dass eine Entstörung der Fernwirkverbindung durch den zuständigen Instandhaltungsdienst, in diesem Fall DB System, innerhalb einer maximalen Zeit von drei Stunden erfolgt.

Andernfalls darf der betroffene Tunnel nach Ablauf dieser Zeit nicht mehr mit besetzten Personenzügen befahren werden.“

#### Die für diese Aussage genutzte und nicht vollständig abgebildete Anlage 1 zur Betrieblichen Weisung Nr. 03/2006 wurde falsch zitiert. Richtig ist Folgendes:

„Bei Ausfall der technischen Überwachungssysteme (MAS90/MÜV/LeiTFÜ) beauftragt der zuständige FdI für die Dauer der Störung jeden Tf den Beleuchtungszustand des Tunnels zu melden. Damit kann auch ein Ausfall der Notstromversorgung (Batteriebetrieb der TSB) infolge eines nicht erkannten Netzstromausfalles sicher festgestellt werden.“

Wir bitten diese Fehlinterpretation zu entschuldigen. und bedanken uns an dieser Stelle bei unseren aufmerksamen Lesern. ■

# Kommentierung von Anfragen zu Regelwerken und Vorschriften

**Ludwig Linke, DB Energie GmbH, Frankfurt am Main**

*Die Geschäftsführungsverantwortung der überwiegenden Regelwerke aus der Richtlinie 954 liegt in der OE Energieverteilungssysteme und Leittechnik. Aus der Praxis heraus ergeben sich berechtigt immer wieder Anfragen, die die Umsetzung einzelner Sachverhalte beinhalten (Fortsetzung der Reihe).*

## Farbliche Aderkennzeichnung von Kabeln und Leitungen

### Anfrage

Durch die DIN VDE 0293-308 erfolgt keine farbliche Zuordnung für die Aderkennzeichnung der drei Außenleiter L1, L2 und L3. Der Anfragende möchte jedoch einen Standard definitiv für den Bereich der DB AG festgelegt haben.

### Stellungnahme

Grundlage für den angefragten Sachverhalt bilden die Normen DIN VDE 0198:2008-02 und DIN VDE 0293-308:2003-01.

Bei Kabeln und Leitungen mit bis zu fünf Adern erfolgt die Kennzeichnung der Ader hauptsächlich durch Farben. Den Aderfarben sind damit bestimmte Funktionen der Adern zugeordnet (Außenleiter, Neutraleiter, Schutzleiter). In den Ländern Europas hatten sich historisch bedingt die Farbschemata unterschieden. Durch die Harmonisierung der o.g. Normen hat man sich auf einen gemeinsamen Standard in der DIN VDE 0293-308 geeinigt. Die wesentliche Neuerung ist die Einführung der Aderfarbe „Grau“ für einen Außenleiter. Die Farben und die Farbfolgen in den Kabeln sind im Abbildung

1 ersichtlich. Unverändert ist die Regelung der Aderfarbe für den Schutzleiter „Grün-Gelb“ und den Neutraleiter „Blau“. Für Wechselstrom-Außenleiter sind Schwarz, Braun und Grau die bevorzugten Farben.

Bezüglich der Aderkennzeichnung der Außenleiter wurde bewusst normativ auf eine implizite Reihenfolge und Drehsinn der Aderfarben zu den Außenleiter L1, L2 und L3 verzichtet.

Von Seiten des ZVEH und ZVEI wurde eine Empfehlung ausgesprochen, welche die nachfolgende Zuordnung vorsieht:

- L1 = Braun,
- L2 = Schwarz,
- L3 = Grau.

Die fachliche Stelle für die EEA folgt ebenfalls dieser Empfehlung, wobei wir hiermit keine exakte Zuordnung festlegen. Dies wird auch durch Verknüpfungspunkte mit bestehenden Kabelanlagen untermauert. Ab dem Erweiterungspunkt (z.B. eine Abzweig-, Verbindungsdose oder Muffe) müssen ggf. unterschiedliche Farben miteinander verbunden werden. Eine Vorgabe, welche Farbe mit welcher zu verbinden ist, gibt es nicht, es ist funktionsgerecht zu verbinden. Letztendlich muss bei der Erstprüfung festgestellt werden, ob Motoren das richti-

ge Drehfeld aufweisen und ob an Drehstrom-Steckdosen ein Rechtsdrehfeld vorhanden ist. Ungeachtet fehlender Zuordnung empfiehlt es sich jedoch, für ein und dasselbe Objekt bzw. geänderten Teilanlage eine einheitliche Zuordnung durch den Errichter der Anlage zu wählen.

## Einsatz von RCD in Elektranten in Eisenbahntunnel

### Anfrage

Von zentraler Stelle der DB AG sollen im Bereich der Elektranten in Eisenbahntunnel die neuen Vorgaben nach DIN VDE 0100-410:2007-06 Abschnitt 411.3.3 hinsichtlich des Schutzes gegen elektrischen Schlag neu bewertet werden. Hiernach wären RCD im Elektrantenbereich einzusetzen. Die im o.g. Abschnitt genannte Ausnahme kann nicht in Ansatz gebracht werden, da nach einem Schadensereignis im Tunnel (z.B. Entgleisung), wegen den möglichen mechanischen Beanspruchungen der Anlagenteile, die hierbei genannte Überprüfung der Schutzmaßnahme durch eine Elektrofachkraft, vor Benutzung der Elektranten durch Rettungskräfte erfolgen müsste. Dies ist jedoch praktisch nicht durchführbar.

Die Erdungsverhältnisse in den nicht elektrifizierten Alttunnel sind nicht ausreichend vorhanden, sodass im Schadensfall die Abschaltbedingungen bei der Stromversorgung der Elektranten (IT-Netz) nicht mehr eingehalten werden könnten.

### Stellungnahme

Hinsichtlich des betrachteten Falls „Einsatz von RCD in Elektranten in Eisenbahntunnel“ haben sich bezüglich der neuen DIN VDE 0100-410:2007-05 keine neuen Vorgaben ergeben, somit würde sich grundsätzlich eine Neubewertung des Sachverhaltes erübrigen. Trotzdem werden wir den Sachverhalt kommentieren.

1. Die Energieversorgung der Elektranten im Tunnel wird gemäß dem Regelwerk TU 954.9107 „Elektrische Energieanlagen; Eisenbahntunnel“ im IT-System mit Isolationsüberwachungseinrichtung ausgeführt. Damit ist bei einem ersten Fehler weiterhin die Stromversorgung sichergestellt. Die Vorgaben der EBA-Richtlinie „Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an den Bau und Betrieb von Eisenbahntunneln“ in Bezug auf eine sichere Energieversorgung werden somit eingehalten.
2. Werden, wie in der Anfrage nach DIN VDE 0100-410 Abschnitt 411.3.3 für Endstromkreise im Außenbereich die geforderten 30 mA RCD eingesetzt, kann es bereits bei einem ersten Fehler durch kapazitive Ableitströme zu einer Auslösung kommen. Das Risiko steigt hierbei mit zunehmender Kabellänge. Selbst die DIN VDE 0100-410 warnt im IT-System vor dem Einsatz von RCD. Vergleiche hierzu auch DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.6.3: „Anmerkung: Wenn eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)

verwendet wird, kann beim Auftreten eines ersten Fehlers ein Abschalten der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung auf Grund von kapazitiven Ableitströmen nicht ausgeschlossen werden.“

3. Die Vorzüge des IT-Systems sind somit unwirksam und die Vorgaben der EBA-Richtlinie werden damit nicht eingehalten.
4. Die elektrischen Anlagen der Tunnelenergieversorgung werden permanent überwacht, Störungen werden ereignisorientiert übertragen. Tritt ein Isolationsfehler auf (1. Fehler), werden diese durch die Isolationsüberwachung erkannt und gemeldet. Die Entstörung wird durchgeführt. Sollte es zu einem zweiten Fehler kommen und der erste wurde noch nicht behoben, muss die vorgeschaltete Überstrom-Schutzeinrichtung auslösen. Die Zuleitungskabel zu den Elektranten sind außerdem geschützt im Kabeltrug verlegt.
5. Aus unserer Sicht sind Rettungskräfte bzgl. ihrer Arbeit an oder in der Nähe von elektrotechnischen Anlagen keine Laien, sondern elektrotechnisch unterwiesene Personen (EUP).
6. In nichtelektrifizierten Eisenbahntunnel ist zur Verbesserung des Potenzialausgleichs ein zusätzlicher Potenzialausgleichsleiter einzubauen. Der Potenzialausgleichsleiter ist in der Unfall- und brandgeschützten Kabeltrasse zu verlegen und mit den Elektranten und in regelmäßigen Abständen mit der Gleisanlage zu verbinden.

**Fazit**

Aus unserer Sicht werden trotz eines Schadensereignisses im Eisenbahntunnel (z.B. Ent-

gleisung) und möglicher Beschädigung der E-Anlagenteile die Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag eingehalten. Anzeige des 1. Fehlers mit der Isolationsüberwachungseinrichtung und Abschaltung beim auftreten des 2. Fehlers durch die vorgeordnete Überstrom-Schutzeinrichtung nach den Bedingungen des TN-Systems. Sowie den zusätzlichen örtlichen Potenzialausgleich.

Die Energieversorgung im Eisenbahntunnel für die Elektranten ist weiterhin ohne Einschränkungen gemäß der gültigen TU 954.9107 (Ausgabe 01.05.2006) auszuführen.

**Einsatz von RCD bei Elektranten für Triebfahrzeuge**

**Anfrage**

Die Regelungen zum Einsatz von RCD bei den Elektranten für die Triebfahrzeuge in der Ril 954.0107A02 Abschnitt 12(3) sind entsprechend dem Stand der DIN VDE zum Beginn der Gültigkeit der Ril – 01.06.2005 – eindeutig. In 2007 erschien die DIN VDE 0100-410 neu. Sie bringt z.T. neue konkretere Forderungen zum Einsatz von

RCD bei der Verwendung von Steckdosen im Außenbereich. Wird es hierzu neue Festlegungen und Aussagen zum Einsatz von RCD mit einem Bemessungsfehlerstrom 30 mA bzw. 300 mA für Steckdosen im Außenbereich geben?

**Stellungnahme**

Für diesen Sachverhalt sind keine Änderungen in der Ril 954.0107 notwendig, da sich die DIN VDE 0100-410:2007-06 Abschnitt 411.3.3, 2. Anstrich bei Außensteckdosen auf tragbare Betriebsmittel beschränkt. Der 1. Anstrich im gleichen Abschnitt kommt ebenfalls nicht zur Anwendung, da diese Steckdosen nicht zur allgemeinen Anwendung bestimmt sind. Dies wird durch eine eindeutige Kennzeichnung und Einweisung gewährleistet. Außerdem sind Tf aus unserer Sicht keine elektrotechnischen Laien im Sinne der Norm. Zur Verdeutlichung nachfolgend der Auszug aus der Ril 954.0107A02 Abschnitt 12:

„(2) Steckdosenstromkreise mit einem Bemessungsstrom nicht größer als 32A, die der Versorgung von tragbaren Betriebsmitteln

für den Gebrauch im Freien oder feuchten Bereichen dienen, sind neben Überstrom-Schutzeinrichtungen mittels RCD mit einem  $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$  zu schützen.

(3) Für den Anschluss der Fremdstromversorgung von Triebwagen (sind für den Einsatzzweck entsprechend zu kennzeichnen) sind RCD mit  $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$  nicht erforderlich, da durch den vorhandenen zusätzlichen (örtlichen) Potenzialausgleich das Zustandekommen einer unzulässigen hohen abgreifbaren Spannung nicht möglich ist.

Als Schutzeinrichtungen sind RCD mit einem Bemessungsfehlerstrom  $I_{\Delta N} \leq 0,3 \text{ A}$  sowie Überstrom-Schutzeinrichtungen zu verwenden.“

Abbildung 1 zu „Farbliche Aderkennzeichnung von Kabeln und Leitungen“.

Adern	bisher mit gn-ge	ohne gn-ge	neu mit gn-ge	ohne gn-ge
2				
3				
4				
5				

# Profil zeigen!



**Sicher arbeiten – es lohnt zu leben**