

Betriebsvorschrift Nr. T4_440/0

Schutzmaßnahmen gegen Streustromwirkungen

- 0 Änderungshistorie
- 1 Geltungsbereich
- 2 Grundsätze / Festlegungen / Verfahrensregelungen
 - 2.1 Grundsätze
 - 2.2 Konstruktive Maßnahmen am Gleisnetz der DVB AG
 - 2.3 Messtechnische Überprüfung an Gleisanlagen
 - 2.4 Messtechnische Überprüfung an Stahlbetonbauwerken
- 3 Arbeits- und Unfallschutz
- 4 Schlussbestimmungen



Hanusch
Centerleiter Infrastruktur



Silbermann
Betriebsleiter BOStrab

Verteiler: BL BOStrab, T4, T401, T402, T41, T412, T413, T42, T421, T424, T45, T458

0 Änderungshistorie

Datum	Änderungsinhalt
29.01.2019	Erstfassung

1 Geltungsbereich

Diese Betriebsvorschrift legt Schutzmaßnahmen gegen Auswirkungen von Streuströmen fest, die die Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) als Betreiber einer Gleichstrombahn trifft.

Dieses Dokument:

- ist für alle Mitarbeiter der DVB AG sowie für Planungs- und Bauunternehmen gültig, die im Auftrag der DVB AG an deren Gleisanlagen tätig sind
- gilt für die Anlagen der DVB AG, aber auch für die Güterstraßenbahn im Bereich der Automobilmanufaktur Straßburger Platz sowie des Güterverkehrszentrums Emerich-Ambros-Ufer, die im Auftrag von VW Wolfsburg oder im Pachtverhältnis durch die DVB AG gewartet und instand gehalten werden
- fasst die Forderungen zusammen, die für die Ausführungsdokumentation der Gleisanlagen in Bezug auf Schienenisolation zu beachten sind
- beschreibt Art und Weise sowie Abfolge von Inbetriebnahme- und Wiederholungsmessungen

2 Grundsätze / Festlegungen / Verfahrensregelungen

2.1 Grundsätze

Diese Betriebsvorschrift wurde erstellt durch DVB AG Bereich T45/1, Projektierung Bahnstromanlagen, Herr Gretscher.

Eine Belehrung zum Inhalt dieser Betriebsvorschrift ist durch die jeweils verantwortliche Führungskraft in seinem Aufgabenbereich in einem Turnus von 2 Jahren aktenkundig durchzuführen.

Die nächste Revision dieses Dokuments erfolgt im Januar 2021.

Grundlage dieser Betriebsvorschrift sind die Forderungen der BOStrab § 3(1) Nr. 4, § 28, § 30(4) und § 57 und der DIN EN 50122-2 sowie die Empfehlungen der VDV-Schriften 501/1 und VDV 501/2.

Gemäß BO-Strab § 3, Abs. 1, Nr. 4 sind Gleichstrombahnen mit Stromrückleitung über die Fahrschienen so zu errichten, dass eine Korrosionsgefahr durch Streuströme und damit eine ungünstige Beeinflussung fremder Anlagen möglichst gering ist.

Die Korrosionsgefahr durch Streuströme wird maßgeblich vom Bettungswiderstand (beeinflusst den Ableitungsbelag) und vom Längswiderstand (beeinflusst den Widerstandsbelag) des Gleises bestimmt. Ein hoher Bettungswiderstand und ein geringer Längswiderstand führen zu niedrigen Streuströmen. Beide Größen lassen sich durch konstruktive Maßnahmen an der Gleisanlage beeinflussen.

Der Längswiderstand des Gleises kann mit Schienen- und Gleisquerverbindungen beeinflusst und verringert werden.

Ein hoher Bettungswiderstand kann durch eine elektrisch isolierende Befestigung der Fahrschienen auf dem Gleisunterbau, durch ein sauberes Schotterbett sowie durch eine zusätzliche Isolierung der Schienen gegen die Gleiseindeckung (Fugenverguss bei geschlossener Bettung, isolierende Kammerfüllelemente, Zwischenlagen und Schienenfußunterlagen) erreicht werden.

Im Folgenden werden verschiedene Maßnahmen im Gleisnetz der DVB AG zur Vermeidung unzulässiger Beeinflussung fremder Anlagen durch gleichstrombahnbedingte Streuströme festgelegt.

2.2 Konstruktive Maßnahmen am Gleisnetz der DVB AG

2.2.1 Maßnahmen zur Verringerung des Ableitungsbelags

Bei der Planung der Gleisanlagen ist vom zuständigen Fachplaner darauf zu achten, dass die Regelbauformen von Gleisbau und Bahnstromversorgung der DVB AG eingehalten werden. Ist dies der Fall, kann davon ausgegangen werden, dass keine zusätzlichen Maßnahmen zum Streustromschutz an den Gleisanlagen ergriffen werden müssen.

Die Verringerung des Gleisableitungsbelages wird durch alle konstruktiven Maßnahmen erreicht die dazu dienen, die Schienen vom sie umgebenden Oberbau zu isolieren. Dazu zählen u. a. die isolierende Beschichtung der Schienen, eine isolierende Schienenauflagerung und isolierende Schienenkammerelemente, isolierende Spannklemmen, Keilwinkelführungsplatten und Schwelldübel sowie die Verwendung von isolierten Anbauteilen. Mit dem Verguss der Schienenfugen soll das Eindringen von Wasser in die geschlossene Konstruktion verhindert werden.

Detaillierte Angaben zu den genannten Punkten sind den Beschreibungen im Gleisbauhandbuch bzw. den Materialanforderungen der DVB AG sowie den entsprechenden Betriebsvorschriften des Gleisbaus zu entnehmen.

2.2.2 Maßnahmen zur Verringerung des Widerstandsbelags

Zur Verringerung des Widerstandsbelages des Gleises empfiehlt die DIN EN 50122-2 den Einsatz von Schienen- und Gleisquerverbindern.

Im Gleisnetz der DVB AG sind daher alle **125 m Schienenquerverbinder** und alle **250 m Gleisquerverbinder** zu installieren. Als Verbindungskabel kommt Gummischlauchleitung für mittlere mechanische Beanspruchung, Typ „**H07RN-F 1x95 mm²**“ zum Einsatz.

Bei offen verlegten Kabeln werden aus Gründen des Diebstahlschutzes die Schienen- und Gleisquerverbinder alternativ mit Kabeln des Typs „**(N)A(ST)YY-O 110 RM 0,6/1 kV ALMGST - 110 mm²**“ mit Stahlseele ausgeführt.

Die Kabel sind am Gleis je nach Schienentyp mittels der Cembre-Kontaktierungssysteme „AR60NG“, „AR60RG“, „AR61“, „AR260NA“ oder „AR260DA“ (19 mm Bohrung für Kupferbuchse mit M12-Sechskantschraube) zu befestigen. Die Schienenanschlussstellen (Kabelschuh und Kontaktschraube) sind mit beständigem Isolationsschutz gegen das Ableiten von Streuströmen in den Erdboden zu versehen.

2.2.3 Maßnahmen zur Vermeidung elektrischer Verbindungen zwischen Schiene und Erde

Zufällige Verbindungen zwischen Schiene und Erde

Die Gleisanlage ist so zu konstruieren und zu errichten, dass keine elektrisch leitfähigen Verbindungen zwischen der Gleisanlage und dem umgebenden Erdreich existieren (vgl. Kap. 2.2.1).

Bei der Errichtung einer Gleisanlage ist diese auf zufällige bzw. unbeabsichtigte elektrische Schiene-Erde-Verbindungen zu kontrollieren. Diese sind bei Vorhandensein vom Auftragnehmer Gleisbau zu beseitigen.

Verbindungen zwischen Schiene und Erde als Folge der Schutzmaßnahme „Verbindung mit der Rückleitung“

Gemäß EN 50 122-1 sind sämtliche Anlagen in die Schutzmaßnahme „Verbindung mit der Rückleitung“ einzubeziehen,

- deren Körper elektrisch leitfähig sind und die eine elektrische Ausrüstung haben (z.B. Fahrausweisautomaten, Fahrgastunterstände)
- deren elektrisch leitfähige Bauteile länger als 15 m parallel zum Gleis oder 2 m senkrecht zum Gleis sind

Bei nicht gegen das Erdreich isolierter Aufstellung dieser Körper dürfen diese aber nicht direkt mit der Schiene verbunden werden, da damit eine dauerhafte Verbindung zwischen Schiene und Erde entsteht und dies eine permanente Ableitungsmöglichkeit von Streuströmen ins Erdreich darstellen würde.

Die zu schützenden Körper sind über die in der Betriebsvorschrift Nr. T4-432/3 „Blitz- und Überspannungsschutz sowie Schutz gegen das Bestehenbleiben von gefährlichen Berührungsspannungen im Bereich von Oberleitungsanlagen“ definierten Kabelverbindungen und Spannungsbegrenzungseinrichtungen mit der Rückleitung zu verbinden, damit nur im Fehlerfall eine (temporäre) Verbindung zwischen Schiene und Erde hergestellt wird.

Verbindung zum Netz der allgemeinen Energieversorgung

Bei der Planung und Baudurchführung ist durch die jeweils verantwortlichen Personen darauf zu achten, dass das Gleis oder daran befestigte elektrisch leitfähige Teile keine Verbindung zum Netz der allgemeinen Energieversorgung haben. So darf beispielsweise der PEN-Leiter eines Fahrgastunterstands keine elektrische Verbindung zum Gleis haben.

2.3 Messtechnische Überprüfung an Gleisanlagen

2.3.1 Allgemeines

Nach der Errichtung einer Gleisanlage oder der Rekonstruktion einer Bestandsanlage ist die elektrische Isolation der Gleise gegenüber dem Erdreich messtechnisch nachzuweisen.

Der Nachweis erfolgt gemäß DIN EN 50122-2 durch indirekte Bestimmung des Gleisableitungsbelages.

Die Messung ist vorzugsweise nach Fertigstellung der Gleisanlage (einschließlich Gleiseindeckung, aber vor Schlussschweißung) und vor der Aufnahme des Straßenbahnbetriebes durchzuführen. Im Einzelfall kann jedoch auch nach der Bauausführung und unter Straßenbahnverkehr bei Vorhandensein einer entsprechenden Messstelle der örtliche Gleisableitungsbelag nachträglich bestimmt werden.

Das Gleis gilt als bestimmungsgemäß im Sinne der DIN EN 50122-2 hergestellt, wenn die Messwerte den empfohlenen Richtwerten für Straßenbahnen entsprechen.

Das Vorliegen des Messprotokolls ist eine Voraussetzung für die Abnahme der Gleisanlage durch den Auftraggeber.

2.3.2 Messverfahren

Als Messverfahren zur Bestimmung des Gleisableitungsbelages kommen die in DIN EN 50122-2:2011 beschriebenen Verfahren zum Einsatz.

- bei vom Netz elektrisch getrennten Gleisen:
 - entsprechend DIN EN 50122-2:2011-A.3 „Ableitungsbelag für Gleisabschnitte ohne Bauwerke“

- bei mit Netz elektrisch verbundenen Gleisen und unter Straßenbahnverkehr:
 - entsprechend DIN EN 50122-2:2011-A.4 „Örtlicher Ableitungsbelag für Gleisabschnitte ohne Bauwerk“

2.3.3 Vorbereitung und Messdurchführung

Inbetriebnahme- und Wiederholungsmessungen werden von der DVB AG, Bereich Engineering, Projektteam 1 und dem Bereich Instandhaltung Bahnstromversorgung im Auftrag des Instandhaltungsbereichs Gleisanlagen durchgeführt. Sie sind für die Durchführung und Dokumentation der Messungen sowie die Beurteilung der Messergebnisse zuständig.

Die Koordinierung der Messung im Rahmen des Bauablaufes sowie deren Beauftragung obliegt dem Auftragnehmer Gleisbau. Die Beauftragung der die Messung durchführenden Bereiche T45/1 und T42 muss mindestens 3 Werktage vor Messbeginn bei der DVB AG erfolgen.

Zu den Aufgaben des Auftragnehmers Gleisbau zählen weiterhin die Gewährleistung der Baufreiheit/Verkehrsführung/Sicherung der Messstelle für die Dauer der Messung (ca. 2-3 Stunden).

Es ist sicherzustellen, dass für die Dauer der Messung das zu messende Gleis vom übrigen Gleisnetz elektrisch getrennt ist.

Seitlich der offenen Schienenstöße (Messstellen) ist ein Streifen von mindestens 1 m Breite und ca. 10 m Länge während der Messung von Verkehr freizuhalten und zu sichern. Bei Gleisen in oder unmittelbar an angrenzenden Fahrbahnen hat der Auftragnehmer dies im Plan „Verkehrsführung während der Bauzeit“ (Verkehrszeichenplan) zu berücksichtigen.

2.3.4 Zulässige Grenzwerte

Die zulässigen Werte für eingleisige Strecken sind nach EN 50122-2:

$$G'_{RE} \leq 0,5 \text{ S/km bei offenem Gleis}$$

$$G'_{RE} \leq 2,5 \text{ S/km bei geschlossenem Gleis}$$

Bei einer zweigleisigen Strecke ist der jeweils zutreffende Grenzwert mit zwei zu multiplizieren. Bei mehr als zwei Gleisen erhöhen sich die Werte entsprechend.

Die Einhaltung dieser Grenzwerte ist vor der Inbetriebnahme zu überprüfen. Werden diese Werte nicht eingehalten, ist der gemessene isolierte Streckenabschnitt (noch nicht mit dem übrigen Gleisnetz verschweißte Gleisabschnitt) auf sachgemäße Ausführung der Gleisisolation zu untersuchen und eventuelle Mängel abzustellen. Danach ist die Messung zu wiederholen.

Anhand der ermittelten Werte des Gleisableitungsbelages wird nach der Messung festgelegt, ob der elektrische Bahnbetrieb aufgenommen werden kann.

2.4 Messtechnische Überprüfung an Stahlbetonbauwerken

2.4.1 Allgemeines

Eine besondere Streustromgefährdung kann von Gleichstrombahnen ausgehen, die über Stahl- und Stahlbetonbauwerke führen. Hier kann ein durch das Bauwerk fließender Streustrom zu dessen Potentialanhebung gegenüber dem umgebenden Erdreich führen, der Materialabtrag am Bauwerk hervorrufen und damit dessen Standfestigkeit beeinträchtigen kann.

Den Nachweis, ob ein Bauwerk streustromgefährdet ist, können nur Messungen eindeutig erbringen. Das Maß der anodischen streustrombedingten Potentialverschiebung gilt dabei als Indikator für die Streustromgefährdung des Bauwerkes.

2.4.2 Konstruktive Anforderungen an das Bauwerk

Zur Verminderung von Streuströmen durch das Bauwerk ist die Bewehrung von Stahl- und Stahlbetonbauwerken in Längsrichtung metallleitend durchzuverbinden.

Der durchzuverbindende Eisenquerschnitt muss mindestens so groß sein, dass der durch Streuströme verursachte Längsspannungsfall an der Bewehrung 100 mV nicht überschreitet. Unabhängig vom Längsspannungsfall muss der durchverbundene Querschnitt jedoch mindestens 400 mm² je Bauwerksseite betragen. Beide Nachweise sind der DVB AG bei Inbetriebnahme der Brücke durch den Hersteller zu übergeben.

Weiterhin ist bei der Konstruktion des Bauwerkes durch eine geeignete Bauweise sicherzustellen, dass zwischen den Fahrschienen der Gleichstrombahn und der Bauwerksbewehrung oder der Stahlkonstruktion der Brücke keine metallleitende Verbindung besteht.

2.4.3 Messdurchführung und Grenzwert

Die Messungen werden von der DVB AG, Bereich Engineering, Projektteam 1 im Auftrag der Instandhaltungsbereiche Gleisanlagen und Bahnstromversorgung durchgeführt. Es ist für die Durchführung und Dokumentation der Messungen sowie die Beurteilung der Messergebnisse zuständig.

Gemäß VDV-Schrift 501/1 sind die streustrombedingte Potentialverschiebung der Bauwerksbewehrung sowie die elektrische Trennung zwischen den Fahrschienen und dem Bauwerk bei Inbetriebnahme und in Abständen von einem Jahr zu kontrollieren.

Laut DIN EN 20122-2 zeigt die Erfahrung, „dass es keinen Grund zur Besorgnis gibt, wenn der Mittelwert der Potentialverschiebung zwischen Bauwerk und Erde für Stahlbetonbauwerke in der Zeit mit dem stärksten Verkehr +200 mV nicht überschreitet.“

Werden unzulässig hohe Verschiebung des Potenzials gemessen, informiert der verantwortliche Mitarbeiter im Center Infrastruktur unverzüglich den Instandhaltungsbereichsleiter Gleisanlagen und den Instandhaltungsbereichsleiter Bahnstromanlagen. Das weitere Vorgehen zu Abhilfemaßnahmen wird von beiden Bereichsleitern gemeinsam festgelegt und dem Centerleiter Infrastruktur zur Entscheidung vorgelegt.

2.4.4 Streustrommessstelle und Messverfahren

Um die Überprüfung der streustrombedingten Potentialverschiebung an Bauwerken durchführen zu können, ist eine Messstelle in Bauwerksnähe erforderlich. In einen Kabelkleinverteiler sind dabei Anschlüsse für Bauwerksbewehrung, Gleis und Erdpotential einzubringen. Weiterhin sind in einer Tiefe von -1m und in Abständen von 1m und 30 m senkrecht zu äußeren Schiene stationäre Cu/CuSO₄-Dauerbezugselektroden zur Bestimmung des Erdpotentials zu installieren.

Mit diesen Messstellen lassen sich die geforderten jährliche Messungen mit geringem Aufwand durchführen.

Bei der Messung kommen Datenlogger zum Einsatz, mit denen man das Bewehrung-Boden-Potenzial und die Spannung Bewehrung-Fahrschienen gegen eine stationäre Cu/CuSO₄-Dauerbezugselektrode über mehrere Tage ohne Personenaufsicht aufzeichnen kann.

Aus beiden Messschrieben lässt sich die streustrombedingte Potentialverschiebung des Bauwerks nach der Formel:

$$U_{v(Bew.-Bo)} = \frac{1}{2} \times (U_{m(Bew.-Bo)} + U_{SCA(Bew.-Bo)} - U_{R(Bew.-Bo)})$$

mit

$U_{v(Bew.-Bo)}$	streustrombedingte Potentialverschiebung des Objektes
$U_{m(Bew.-Bo)}$	zeitlicher Mittelwert des Objekt-Boden-Potentials
$U_{SCA(Bew.-Bo)}$	Streustromaktivität (Standardabweichung) des Objekt-Boden-Potentials
$U_{R(Bew.-Bo)}$	Objekt-Boden-Potenzial in der streustromfreien Zeit (bei Straßenbahnbetriebsruhe nachts)

errechnen und die elektrische Trennung zwischen Bauwerksbewehrung und Fahrschienen nachweisen.

3 Arbeits- und Umweltschutz

Es sind die Bestimmungen der technischen Merkblätter, Sicherheitsdatenblätter sowie des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes einzuhalten.

Bei Messungen im Gleisbereich unter Verkehr ist insbesondere die Dienstanweisung Nr. 9.DA_OO_411 zu „Arbeiten im Bereich von Gleisen“ in der aktuellen Fassung sowie die DGUV Vorschrift 78 zu beachten.

4 Schlussbestimmungen

Diese Betriebsvorschrift tritt mit Unterzeichnung in Kraft.

Zur gleichen Zeit treten die Richtlinien

- „Spezielle Bedingungen für die Abnahme von Gleisanlagen der Dresdner Verkehrsbetriebe AG bezüglich Streustromkorrosion (Neubau und Rekonstruktion)“
- „Spezielle Bedingungen für die Abnahme von Gleisanlagen der Dresdner Verkehrsbetriebe AG auf Stahl- und Stahlbetonbauwerken (Brücken) bezüglich Streustromkorrosion (Neubau und Rekonstruktion)“
- „Streustrommessungen an Stahl- und Stahlbetonbrücken mit Bahnanlagen der Dresdner Verkehrsbetriebe AG“

der Dresdner Verkehrsbetriebe AG außer Kraft.