

R RTE 20600

Sicherheit bei Arbeiten im Bereich von Bahnstrom- anlagen

Herausgeber VöV	Ausgabedatum 15.01.2012	Inkrafttreten 01.07.2012	Zuordnung –
Erarbeitet durch Arbeitsgruppe VöV	Genehmigung PL RTE	Anpassungen 24.11.2014 (siehe Seite 3)	Ersatz für D RTE 20150 vom 30.06.2004 SBB R 323.1 vom 01.04.2000
Verteiler Bahnunternehmen des VöV Bundesamt für Verkehr BAV VöV Extranet / RTE-Webshop (www.rte.voev.ch)			Sprachfassungen d, f, i Anzahl Seiten 95

Sicherheit bei Arbeiten im Bereich von Bahnstrom- anlagen



Anwendungsbedingungen für das Regelwerk Technik der schweizerischen Eisenbahnen (RTE)

Bei der Anwendung der Dokumente ist zu beachten, dass sie ausschliesslich für die Bedürfnisse der Eisenbahnen verfasst und für diesen Gebrauch bestimmt sind. Eine korrekte Anwendung setzt somit eine entsprechende Ausbildung und Praxis voraus. Das Regelwerk RTE beschränkt sich auf zwei Stufen von Dokumenten:

- Die R-Regelungen ersetzen die ehemaligen Reglemente und Weisungen der Bahnunternehmen. Sie enthalten fehlende und/oder ergänzende Regelungen zu hoheitlichen Vorschriften und technischen Normen.
- Die D-Regelungen umfassen Handbücher und Dokumentationen, deren Inhalte oft disziplinenübergreifend sind und die sich vor allem an Fachleute «vor Ort» richten.

Arbeitsgruppe VöV**Leitung**

Robert Leemann, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern

Mitglieder

Pascal Abgottspon, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern (ab 2011)

Jürg Bebi, Rhätische Bahn (RhB), Chur

Thomas Berger, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern

Bruno Huber, Schweizerische Südostbahn (SOB), St. Gallen (bis 2011)

Bernhard Schärer, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern (bis 2010)

Peter Studer, Regionalverkehr Bern-Solothurn (RBS), Worblaufen

Projektunterstützung

Jonas Fankhauser, SNZ Ingenieure und Planer AG, Zürich

Herausgeber

VöV Verband öffentlicher Verkehr

Technik Bahn

Dählhölzliweg 12, CH-3000 Bern 6

www.voev.ch, RTE@voev.ch

Tel +41 31 359 23 23, Fax +41 31 359 23 10

RTE-Webshop

www.rte.voev.ch

Änderungsgeschichte

Datum	Änderungen
15.01.2012	Erstausgabe
	Anpassungen 21.06.2012: - Seite 1: Ersatz Titelbild: Neue Arbeitsbühne - Seite 22: Ersatz Bilder 1 und 2, Ziff. 6.3 sowie Textanpassung in Ziff. 6.3.1
	Anpassungen 24.11.2014: - Seite 71: Ersatz SBB-spezifische Ergänzungen Anhänge A5 und A6

Vorwort

Die bisherige Regelung D RTE 20150 «Betrieb und Instandhaltung elektrischer Anlagen» hat sich seit 2004 bei vielen Bahnunternehmen bewährt und dabei wesentlich zur Verhinderung von Unfällen beigetragen. Während die Elektrotechnik und das Bahnsystem unverändert denselben Grundgesetzen folgen, sind in der Regelung Nachführungen und Retuschen vorzunehmen.

Wichtige Nachführungen haben die Ablösung der «Verordnung über die elektrischen Anlagen von Bahnen» VEAB sowie ihrer Ausführungsbestimmungen AB-VEAB zur Folge. Deren Inhalte sind ab Juli 2012 in der Eisenbahnverordnung EBV und in ihren Ausführungsbestimmungen AB-EBV enthalten.

Die SBB gehören neu auch zu den Anwendern und haben gewünscht, einige Ergänzungen aus ihrem älteren Reglement R 323.1 «Betrieb von Starkstromanlagen der Bahn – Verhalten des Personals gegenüber den Gefahren des elektrischen Stromes» aufzunehmen. In diesem Rahmen erhält die Regelung neu die Bezeichnung R RTE 20600 «Sicherheit bei Arbeiten im Bereich von Bahnstromanlagen».

Die Struktur, einige Teile des Textes und viele Darstellungen aus der Regelung D RTE 20150 sind direkt in die neue Regelung R RTE 20600 übernommen worden. Neu sind insbesondere die Anhänge 1 bis 4.

Arbeitsgruppe R RTE 20600

Bern, 15. Januar 2012

1	Grundsätze.....	8
1.1	Geltungsbereich	8
1.1.1	Verordnungen und Vorschriften	8
1.1.2	Weitere bahnspezifische Regelungen.....	9
1.1.3	Normen.....	9
1.1.4	Ergänzende Literatur.....	10
1.1.5	Aufhebung früherer Regelungen	10
2	Begriffe und Abkürzungen	11
2.1	Begriffe	11
2.2	Abkürzungen	16
3	Gefahren des elektrischen Stroms	17
3.1	Unfälle durch Direktberührung	17
3.2	Unfälle durch Lichtbogen.....	17
3.3	Sekundärunfälle	17
4	Allgemeine Grundsätze	18
4.1	Kontrolle, Instandhaltungspflicht	18
4.2	Personal, Organisation.....	18
4.3	Ausrüstung	18
4.3.1	Persönliche Schutzausrüstung (PSA)	18
4.3.2	Werkzeuge, Ausrüstungen und Schutzmittel	19
4.4	Sprache	19
5	Personalinstruktion.....	20
5.1	Allgemein.....	20
5.2	Zu instruierendes Personal	20
5.3	Instruierendes Personal	20
6	Bahnstromverteilungsanlagen.....	21
6.1	Allgemein.....	21
6.2	Übertragungsleitungen	21
6.3	Anlagen mit Übertragungsleitungen und Fahrleitungsanlagen	21
6.3.1	Leitungen auf Trasse der Bahnstromverteilungsanlage (Fall 1).....	22
6.3.2	Leitungen auf Trasse der Fahrleitungsanlage (Fall 2).....	22
7	Fahrleitungsanlagen	23
7.1	Allgemein.....	23
7.2	Schaltpläne.....	23
7.3	Schaltordnung	23
7.3.1	Allgemeines (Verantwortung)	23
7.3.2	Zuständigkeit, Anforderungen zur Vornahme von Schaltungen (Berechtigung).....	24
7.3.3	Umfang des Schaltauftrags	24
7.3.4	Ausschalten / Wiedereinschalten im bzw. nach einem Notfall	25

7.4	Sicherheitsmassnahmen	25
7.4.1	Grundsatz	25
7.4.2	Gefahren	25
7.4.3	Abstände und Zonen gegen direkte Berührung	26
7.5	Prinzip des Schaltens und Erdens	29
7.5.1	Sicherheitsregeln	29
7.5.2	Vorgehen beim Erden mit mobiler Erdungsvorrichtung	30
7.5.3	Aufheben der Erdung	30
7.5.4	Vorgehen beim Erden mit permanenter Erdungsvorrichtung	30
7.5.5	Anzahl und Ort der Erdungen	31
7.5.6	Einfache Anlagen (Depot-, Verladegleise, feste Erdungseinrichtungen usw.)	33
7.6	Betrieb der Anlagen	34
7.6.1	Betriebsvorschriften	34
7.6.2	Arbeiten in der Nähe der Bahn, bei denen mehrheitlich Dritte beteiligt sind	34
7.7	Instandhaltung von Anlagen und Fahrzeugen	36
7.7.1	Allgemeines	36
7.7.2	Arbeiten im spannungslosen Zustand	37
7.7.3	Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile	37
7.7.4	Arbeiten unter Spannung	38
7.7.5	Arbeiten am Gleis / Rückleitung	40
7.7.6	Arbeiten an Kabeln	42
7.7.7	Arbeiten an Fahrzeugen	43
7.8	Zusammentreffen verschiedener elektrischer Systeme	44
7.8.1	Speisungssysteme	44
7.8.2	Erdungssysteme	44
8	Betriebsstörungen und Unregelmässigkeiten	45
8.1	Grundsätzliches	45
8.2	Schutz gegen weitere Unfälle und Schäden	45
8.3	Rettung von Unfallopfern	45
8.3.1	Bei Hochspannung	46
8.3.2	Bei Niederspannung	46
8.3.3	Wiederbelebungsmaßnahmen	46
A	Anhang	47
A1	Schutzmassnahmen beim Betrieb von Kranen, Hebezeugen und Baumaschinen in der Nähe von Bahnanlagen (Form. 4838)	47
A2	Baustromversorgung (Erdung)	63
A3	Mobile Baumaschinen	67
A4	Merkblatt «Erste Hilfe bei Elektrounfällen»	68
A5–A10	SBB-spezifische Ergänzungen	71
A5	Ansprechstellen SBB	71
A6	Arbeiten an Hochspannungskabeln (Ergänzung zu Ziff. 7.7.6)	71
A7	Vorgehen bei Betrieb, Instandhaltung und Störungen (Ergänzungen SBB zu Ziff. 7.3, 7.5, 7.6 und 7.7)	72
A8	Erläuterungen und praktische Beispiele	83
A9	Warnanlagen	93
A10	Codeliste der Querschnitte für SBB	95

1 Grundsätze

1.1 Geltungsbereich

Diese Dokumentation gilt für den Betrieb und die Instandhaltung von Bahnstromanlagen und für alle Arbeiten an, mit oder in der Nähe dieser Anlagen. Sie bezieht sich auf alle Spannungsebenen von Kleinspannung bis Hochspannung und auf alle Bahnstromanlagen von der Innenraumanlage bis zur Übertragungsleitung von Bahnen. Konkret behandelt sie folgende elektrische Anlagen von Bahnen (gemäss Struktur der EBV, Art. 44):

	R RTE 20600
a) Bahnstromerzeugungs- und Bahnstromumformungsanlagen	---
b) Bahnstromverteilungsanlagen	Behandelt, insbesondere Kapitel 6
c) Fahrleitungsanlagen	Behandelt
d) Bahnrückstrom- und Erdungsanlagen	Behandelt
e) Bahnspezifische elektrische Anlagen	--- ¹
f) Schutztechnik und Leittechnikanlagen	---
g) Elektrische Teile von Fahrzeugen	Teilweise behandelt (Kapitel 7.7.7)

Die Regelung beschreibt die Anforderungen an das sichere Bedienen, das Arbeiten und das Instandhalten an oder in der Nähe von Bahnstromanlagen. Sie gilt auch für nicht elektrotechnische Arbeiten, wie Bauarbeiten in der Nähe von Freileitungen, Fahrleitungen oder Kabeln. Sie behandelt die elektrischen Aspekte. Weitere Risiken nicht elektrotechnischer Art wie Herunterstürzen von Leitern und Gerüsten, Gefährdungen durch fahrende Züge, Strassenverkehr usw. werden nicht berücksichtigt. Diese Regelung gilt nicht für Laien beim Benutzen elektrischer Anlagen und Betriebsmittel.

1.1.1 Verordnungen und Vorschriften

Bestimmungen über den Betrieb von Starkstromanlagen finden sich ausserdem in folgenden Verordnungen:

StGB	Strafgesetzbuch (SR 311.0)
StV	Verordnung über elektrische Starkstromanlagen «Starkstromverordnung» (SR 734.2) Stand 20.01.1998
SchV	Verordnung über elektrische Schwachstromanlagen «Schwachstromverordnung» (SR 734.1) Stand 01.01.2010

¹ Gemäss EBV, Anhang 4 zählen zu bahnspezifischen elektrischen Anlagen insbesondere Sicherungsanlagen und Zugbeeinflussung. R RTE 20600 in der aktuellen Fassung behandelt diese Anlagen nicht.

LeV	Verordnung über elektrische Leitungen (SR 734.31)
EBG	EBG Eisenbahngesetz (SR 742.101 vom 20. Dezember 1957, Stand 01.11.2011)
EBV	Verordnung über Bau und Betrieb der Eisenbahnen (SR 742.141.1 vom 23. November 1983, Stand 01.07.2012)
AB-EBV	Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (SR 742.141.11, Stand 01.07.2012)
FDV	Schweizerische Fahrdienstvorschriften (SR 742.173.001, Stand 01.07.2012)
NIV	Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (SR 734.27)

1.1.2 Weitere bahnspezifische Regelungen

R RTE 20100	Sicherheit bei Arbeiten im Gleisbereich
D RTE 26900	Installationskontrollen von elektrischen Anlagen
D RTE 27900	Erdungshandbuch
SBB R 323.3	Bedienung der Schalteinrichtungen für die Fahrleitungen in den Lokomotivremisen
SBB I-VS-06/03	Verwendung der Schienenkrane (21.03.2003, in Überarbeitung)
SBB Merkblatt 7478	Merkblatt für Bahnkunden

1.1.3 Normen

SN SEV 1000:2010	Niederspannungs-Installations-Norm (NIN) des schweizerischen elektrotechnischen Vereins
STI 407.0909.d	Sicherer Betrieb von elektrischen Anlagen (ESTI)
SN EN 50110-1:2004	Betrieb von elektrischen Anlagen (CENELEC)
SN EN 50122-1:2011 + A1:2011	Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung Teil 1: Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag (CENELEC)
TR 50488:2006	Railway applications – Safety measures for the personnel working on or near overhead contact lines (CENELEC)

1.1.4 Ergänzende Literatur

VSE	Sicherheitshandbuch des VSE, Fehrltorf
EKAS 6506	Richtlinie Arbeiten auf hölzernen Masten von Freileitungen
EKAS 6508	Richtlinie über den Beizug von Arbeitsärzten und anderen Spezialisten der Arbeitssicherheit (ASA-Richtlinie)
EKAS 6512	Richtlinie Arbeitsmittel

1.1.5 Aufhebung früherer Regelungen

Die vorliegende Dokumentation ersetzt folgende Regelungen:

D RTE 20150	Betrieb und Instandhaltung elektrischer Anlagen (30.06.2004)
SBB R 323.1	Verhalten des Personals gegenüber den Gefahren des elektrischen Stromes (01.04.2000), inkl. Anhänge 1 und 2

2 Begriffe und Abkürzungen

2.1 Begriffe

Für die Anwendung dieser Regelung gelten folgende Begriffe:

Abdeckung	<i>Ein Teil, der gegen direktes Berühren aus allen üblichen Zugangsrichtungen schützt.</i>
Abdeckung, isolierend	<i>Eine starre oder flexible Vorrichtung aus isolierendem Material zur Abdeckung unter Spannung stehender, ausgeschalteter oder benachbarter Teile, um unbeabsichtigtes direktes Berühren zu vermeiden.</i>
Anlagenverantwortlicher Starkstromanlagen	<i>Eine Person, die benannt ist, die unmittelbare Verantwortung für die Starkstromanlagen zu tragen.</i>
Annäherungszone	<i>Ein begrenzter Bereich, der die Gefahrenzone umgibt. Wenn Personen oder Gegenstände in die Annäherungszone eindringen können, ist zu prüfen, ob und welche Vorsichtsmassnahmen zu treffen sind.</i>
Arbeiten (im Sinne dieser Dokumentation)	<i>Jede Form elektrotechnischer oder nicht elektrotechnischer Tätigkeit, bei der die Möglichkeit einer elektrischen Gefährdung besteht.</i>
Arbeiten im spannungslosen Zustand	<i>Arbeiten an Starkstromanlagen, deren spannungsloser Zustand zur Vermeidung elektrischer Gefahren hergestellt und sichergestellt ist.</i>
Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile	<i>Alle Arbeiten, bei denen eine Person mit Körperteilen oder Gegenständen in die Annäherungszone gelangen kann, ohne die Gefahrenzone zu erreichen.</i>
Arbeiten unter Spannung	<i>Jede Arbeit, bei der eine Person mit Körperteilen oder Gegenständen unter Spannung stehende Teile berühren oder in die Gefahrenzone gelangen kann.</i>
Arbeiten, elektrotechnisch	<i>Siehe «Elektrotechnische Arbeiten»</i>
Arbeiten, nicht elektrotechnisch	<i>Arbeiten im Bereich einer Starkstromanlage, z.B. Bau- und Montagearbeiten, Erdarbeiten, Säubern (Raumreinigung), Anstreich- und Korrosionsschutzarbeiten usw.</i>
Arbeitsleiter [R RTE 20100]	<i>Eine Person, die benannt ist, die unmittelbare Verantwortung für die fachgemässe Durchführung der Arbeit zu tragen.</i>
Arbeitsstelle [R RTE 20100]	<i>Gleisbereich oder daran angrenzende Stelle, in denen Arbeiten ausgeführt werden.</i>

Bahnerde [R RTE 20600]	<i>Die zur Fahrstromrückleitung dienenden Fahrschienen und damit verbundene Rückleiter, Anlagenteile und Fahrzeuge einer elektrischen Eisenbahn.</i>
Bahnerdung [R RTE 20600]	<i>Bahnerdung ist eine Schutzmassnahme gegen Berührungs- und Schrittspannung in Bahnanlagen mit elektrischer Traktion einschliesslich damit verbundener anderer Anlagen. Bahnerdung ist auch eine Schutzmassnahme auf Eisenbahnfahrzeugen.</i>
Bahnnetz, elektrisch	<i>Die zum Betrieb einer elektrischen Eisenbahn notwendigen, metallisch verbundenen stationären Anlagen. Zum elektrischen Bahnnetz gehören auch nicht elektrifizierte Gleise, sofern sie mit elektrifizierten Gleisen verbunden sind.</i>
Bereich, öffentlich [EN 50122-1; Kap. 3]	<i>Ein Bereich, zu dem die Öffentlichkeit unbeschränkten Zutritt hat.</i>
Bereich, nicht öffentlich	<i>Ein Bereich, in dem die Transportunternehmung die Verantwortung hat und zu dem nur befugten Personen der Zutritt erlaubt ist.</i>
Berührungsspannung [AB-EBV; Anhang 4]	<i>Spannung zwischen leitfähigen Teilen, wenn diese gleichzeitig von einem Menschen oder einem Tier berührt werden.</i>
Betrieb (im Sinne dieser Dokumentation)	<i>Alle Tätigkeiten, auch Instandhaltungsarbeiten, die erforderlich sind, damit die Starkstromanlage sowohl unter bestimmungsgemässen als auch unter ausserordentlichen Bedingungen funktionieren kann.</i>
Betriebsinhaber nach Art. 46 EBV [AB-EBV; Anhang 4]	<i>Verantwortlicher Betreiber (Eigentümer, Pächter, Mieter usw.) einer elektrischen Anlage (Artikel 3, Ziffer 5 Starkstromverordnung).</i>
Elektrische Gefahr	<i>Risiko einer Verletzung, das von einer Starkstromanlage ausgeht.</i>
Elektrotechnische Arbeiten	<i>Arbeiten an einer Starkstromanlage, bei denen eine elektrische Gefährdung bestehen kann. Dies kann bei Tätigkeiten wie Errichten, in Betrieb nehmen, in Stand halten, Prüfen, Erproben, Messen, Auswechseln, Ändern, Erweitern der Fall sein.</i>
Erden	<i>Einen leitfähigen Gegenstand über eine Erdungsleitung mit dem zugehörigen Erdungssystem verbinden.</i>
Erder	<i>Leitender Körper, der ausschliesslich zum Erden im Erdreich eingebettet ist und mit dem Erdreich in gut leitender Verbindung steht.</i>
Erdseil	<i>Siehe Rückleiter</i>
Erdung	<i>Die miteinander verbundenen Erder und Erdungsleitungen.</i>
Erdungsleitung	<i>Die Verbindung von zu erdenden Anlagenteilen unter sich und zu Erdern.</i>

Erdungssystem	<i>Gesamtheit der miteinander galvanisch verbundenen Erdungen und der daran geerdeten Anlagenteile.</i>
Fahrdrabt, Stromschiene [AB-EBV; Anhang 4]	<i>Abnützbarer Leiter, welcher der Stromübertragung zwischen Fahrleitungsanlage und Fahrzeug dient.</i>
Fahrleitung [AB-EBV; Anhang 4]	<p><i>Fahrleitung ist der Überbegriff von Oberleitung (Kettenwerk, Einfachfahrleitung oder Stromschiene) und Stromschiene im Fahrschienenbereich, Fahrleitung ist ein Leiter- und Stromschienensystem zur Versorgung von Fahrzeugen mit elektrischer Energie über Stromabnehmereinrichtungen. Es umfasst alle Leiter, die zur Stromabnahme nötig sind und beinhaltet folgendes:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>– Fahrdrabt</i> <i>– Trageinrichtungen, die nicht von den Leitern isoliert sind</i> <i>– Verstärkungsleitung</i> <i>– Schalterquerleitung</i> <i>– Trennschalter, Streckentrenner</i> <i>– Überspannungsschutzeinrichtung</i> <i>– Isolatoren, die mit aktiven Teilen verbunden sind.</i>
Fahrleitungsanlage [EN 50122-1; Kap. 3]	<p><i>Gesamtheit der Betriebsmittel der elektrischen Energieversorgung von den Unterwerken zu elektrischen Triebfahrzeugen, bestehend entweder aus Oberleitungsanlagen oder aus Stromschienenanlagen; die elektrischen Grenzen der Fahrleitungsanlage im Stromkreis bilden der Speisepunkt und die Kontaktstelle zum Stromabnehmer. Siehe auch EBV, Anhang 4</i></p> <p>Hinweis: <i>In der vorliegenden Regelung R RTE 20600 bilden die Abspannung bzw. der Kabelendverschluss im Unterwerk die Schnittstellen zur Bahnstromverteilungsanlage.</i></p>
Freischalten	<p><i>Allseitiges Abschalten eines Stromkreises.</i></p> <p><i>Das Freischalten ist Voraussetzung zum Erden. Erst nach dem Erden ist sichergestellt, dass der Stromkreis spannungslos ist.</i></p>
Gefahrenzone	<i>Ein Bereich rund um unter Spannung stehender Teile, in dem zur Vermeidung einer elektrischen Gefahr Schutzmassnahmen nötig sind.</i>
Gleichrichteranlage	<i>Ort der Umformung des Wechselstroms aus dem Landesnetz in Gleichstrom für die Transportunternehmung.</i>
Gleistrenner, Fahrleitungstrenner	<i>Vorrichtung zur galvanischen Trennung von zwei benachbarten Fahrleitungsabschnitten.</i>
Hindernis (im Sinne dieser Dokumentation)	<i>Ein Teil, der ein unbeabsichtigtes direktes Berühren verhindert, nicht aber ein beabsichtigtes direktes Berühren.</i>
Hochspannung [EN 50122-1; Kap. 3]	<i>Jede Nennspannung von mehr als AC 1'000 V oder DC 1'500 V.</i>

Instandhaltung [AB-EBV; Anhang 4]	<i>Kombination aller technischen und administrativen Massnahmen sowie Massnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Einheit, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung ihres funktionsfähigen Zustandes dient, sodass sie die geforderte Funktion erfüllen kann. Entspricht dem SIA-Begriff Erhaltung.</i>
Instruierte Person in elektrischen Anlagen [AB-EBV; Anhang 4]	<i>Person ohne elektrotechnische Grundausbildung, die aufgrund einer Instruktion begrenzte, genau umschriebene Tätigkeiten in Starkstromanlagen ausführen kann und die örtlichen Verhältnisse und die zu treffenden Schutzmassnahmen kennt.</i>
Kleinspannung	<i>Kleiner oder gleich 50 V Wechselspannung oder 120 V überschwingungsfreie Gleichspannung zwischen Leitern oder gegen Erde.</i>
Kurzschliessen	<i>Verbinden beider oder aller Pole eines Stromsystems. Im Bahnnetz, mit dem Gleis als Rückleitung, kommt die Bahnerdung einer Fahrleitung dem Kurzschliessen gleich.</i>
Laie	<i>Eine Person, die weder sachverständige noch instruierte Person ist.</i>
Niederspannung [EN 50122-1; Kap. 3]	<i>Jede Nennspannung bis einschliesslich AC 1'000 V oder DC 1'500 V.</i>
Pol	<i>Hin- und Rückleitung eines Stromkreises werden einzeln als Pole bezeichnet; im Bahnnetz unterscheidet man Phasen- und Schienenpol (AC) oder Plus- und Minuspol (DC).</i>
Rückleiter (alt Erdseil) [EN 50122-1; Kap. 3]	<i>Parallel zur Schienenrückleitung verlegter Leiter, der in wiederkehrenden Abständen mit den Fahrschienen verbunden ist.</i>
Rückleitung [EN 50122-1; Kap. 3]	<i>Alle Leiter, die den vorgesehenen Pfad für den Bahnrückstrom bilden. Diese Leiter können z.B. sein:</i> <ul style="list-style-type: none"> – Fahrschienen – Rückleistungsstromschienen – Rückleiter – Rückleistungsanschlussleiter
Sachverständige Person für elektrische Anlagen [AB-EBV; Anhang 4]	<i>Person mit elektrotechnischer Bildung (elektrotechnische Berufslehre, gleichwertige betriebsinterne Ausbildung oder Studium im Bereich der Elektrotechnik), die Erfahrung im Umgang mit Starkstromanlagen hat und die örtlichen Verhältnisse und die zu treffenden Schutzmassnahmen kennt.</i>
Schaltauftrag [R RTE 20600]	<i>Auftrag zur Vorbereitung einer Schalthandlung. Schaltaufträge sind schriftlich zu erteilen.</i>
Schaltbefehl [R RTE 20600]	<i>Befehl zur unmittelbaren Ausführung einer Schalthandlung. Schaltbefehle können mündlich erteilt werden.</i>
Schalthandlung	<i>Umfasst alle Aktivitäten, die zum Verändern eines Schaltzustandes einer elektrischen Anlage erforderlich sind.</i>

Schrittspannung	<i>Teil der Erdungsspannung, welcher man sich mit einem Schritt von 1 m aussetzen kann.</i>
Schutzerdung	<i>Schutzerdung ist eine Schutzmassnahme gegen Berührungs- und Schrittspannung in Niederspannungsanlagen unter Verwendung eines örtlichen Erders zur Rückführung des Fehlerstromes. Bahnfremde Niederspannungsnetze können an der Bahnerde Schutzgeerdet sein.</i>
Schutzvorrichtung	<i>Jede isolierte oder nicht isolierte Vorrichtung, die den Zugang zu einem Betriebsmittel oder Anlagenteil, von dem eine elektrische Gefahr ausgeht, verhindert.</i>
Sektor	<i>Abschaltbarer, allseitig mit Trennstellen abgegrenzter Teil einer Fahrleitungsanlage.</i>
Sonderisolation	<i>Eine elektrische Isolierung spannungsführender Teile gegen zufällige Berührung oder gegen berührbare leitfähige Teile. Sie muss die doppelte Prüfspannung der Betriebsisolation aushalten.</i>
Spannungslos	<i>Spannung Null oder annähernd Null, d.h. ohne anstehende Spannung oder vorhandene Ladung.</i>
Starkstromanlage [StV, Art.3]	<i>Elektrische Anlage zur Erzeugung, Transformierung, Umformung, Fortleitung, Verteilung und Gebrauch der Elektrizität, die mit Strömen betrieben wird oder bei der in voraussehbaren Störfällen Ströme auftreten, die Personen gefährden oder Sachbeschädigungen verursachen können.</i>
Streckentrennung [FDV, 300.1]	<i>Die Trennung der Bahnhoffahrleitung von der Streckenfahrleitung.</i>
Trennung	<i>Unterteilung von Stromkreisen durch Schalter, Isolatoren usw.</i>
Übertragungsleitung [AB-EBV; Anhang 4]	<i>Leitungsanlage des Bahnstromversorgungsnetzes (= Sondernetz), hauptsächlich zur Übertragung von Bahnenergie von der Produktionsebene zu den Unterwerken.</i>
Verletzung (durch elektrische Energie)	<i>Tod oder Verletzung einer Person infolge von unsachgemäsem Verhalten/Arbeiten an, mit oder in der Nähe einer Starkstromanlage durch elektrischen Schlag, Verbrennung, Lichtbogen oder durch Brand, Explosion, ausgelöst durch elektrische Energie.</i>

[...]: Quelle

2.2 Abkürzungen

AB-EBV	Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung
AC	Wechselstrom / Wechselspannung
CENELEC	Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
DC	Gleichstrom / Gleichspannung
D _L	Äussere Grenze der Gefahrenzone (gemessen ab Oberfläche des unter Spannung stehenden Teils)
D _S	Sicherheitsabstand für Personen und Gegenstände
D _T	Technischer Abstand für Maschinen und Geräte
D _V	Äussere Grenze der Annäherungszone (gemessen ab Oberfläche des unter Spannung stehenden Teils bzw. inkl. Gefahrenzone)
EBV	Verordnung über Bau und Betrieb der Eisenbahnen
EN	Europäische Norm
ESTI	Eidgenössisches Starkstrominspektorat
EW	Elektrizitätswerk
FDV	Schweizerische Fahrdienstvorschriften
FL	Fahrleitung
kV	Einheit der elektrischen Spannung (1 kV = 1'000 V)
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
RTE	Regelwerk Technik Eisenbahn
SUVA	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
TR	Technischer Bericht (Technical Report)
U _N	Nennspannung
UL	Übertragungsleitung
VSE	Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
VöV	Verband öffentlicher Verkehr

3 Gefahren des elektrischen Stroms

Stromerzeuger, Stromverbraucher und die dazwischenliegenden Verbindungsleitungen bilden zusammen einen elektrischen Stromkreis. Die Verbindungsleitungen bestehen aus Hin- und Rückleitung. Bei der elektrischen Traktion zählen Erdreich, Schienen und allfällig vorhandene Rückleiter (Erdseil) zu den Rückleitungen.

Die Gefahr im Umgang mit Elektrizität liegt vor allem darin, dass diese selber nicht sichtbar ist, sondern nur durch deren Auswirkungen wie z.B. Wärme, Licht, magnetische Kräfte, chemische Reaktionen etc. wahrnehmbar werden kann.

Diese Auswirkungen können eine Person verletzen oder töten. Grundsätzlich sind drei Arten von Unfällen möglich:

- Unfälle durch Direktberührung
- Unfälle durch Lichtbogen
- Sekundärunfälle in Folge Direktberührung / Lichtbogen

3.1 Unfälle durch Direktberührung

Berührt eine Person ein unter elektrischer Spannung stehendes Teil, so wird der menschliche Organismus von einem elektrischen Strom durchflossen. Dabei kann es, je nach Stromstärke und Einwirkungsdauer, zu Reizwirkungen, Muskelkrampf, Herzkammerflimmern sowie inneren und äusseren Verbrennungen etc. kommen, die bis zum Tode führen können.

3.2 Unfälle durch Lichtbogen

Im Bereich von Starkstromanlagen sind schwere Unfälle auch dann möglich, wenn eine Person keinen direkten Kontakt zu spannungsführenden Teilen hat. Kommt ein elektrisch leitendes Teil oder eine Person einem unter elektrischer Spannung stehenden Teil zu nahe, so kann dadurch ein Lichtbogen gezündet werden. Durch seine intensive Hitze- und Lichtentwicklung können ungeschützte Personen, die sich in der Nähe befinden, Verletzungen erleiden, die ebenfalls bis zum Tod führen können.

3.3 Sekundärunfälle

Auch die Möglichkeit von Sekundärunfällen in Folge Direktberührung / Lichtbogen ist immer in Betracht zu ziehen. Dies lässt sich am besten anhand eines Beispiels erklären. Eine Person arbeitet auf einer Leiter und berührt dabei ein unter relativ kleiner, an und für sich ungefährlicher Spannung stehendes Teil. Die Person erschreckt dabei, verliert das Gleichgewicht und fällt von der Leiter.

4 Allgemeine Grundsätze

4.1 Kontrolle, Instandhaltungspflicht

Elektrische Anlagen sind stets so in Stand zu halten, dass bei bestimmungsgemäsem Betrieb und in voraussehbaren Störungsfällen weder Menschen, Tiere noch Sachen gefährdet werden.

Die Anlagen sind in gutem Zustand zu halten und regelmässig zu kontrollieren. Über die Ergebnisse der Kontrollen sind Protokolle zu erstellen.

4.2 Personal, Organisation

Für jede Arbeit muss eine verantwortliche Person als Arbeitsleiter bestimmt werden.

Dieser überprüft und ist verantwortlich, dass

- alle einschlägigen Vorschriften und Anweisungen eingehalten werden.
- die vorgesehenen Sicherheitsmassnahmen im Bereich elektrischer Anlagen und die getroffenen Vorkehrungen ausreichen.
- alle an der Arbeit beteiligten Personen über die herrschenden Gefahren unterrichtet sind.
- vor der Arbeit aufgrund der Art und des Schwierigkeitsgrades zur Ausführung fähige Personen bestimmt werden. Erfüllt eine Person diese Voraussetzung nicht, so darf sie die Arbeit nur unter Aufsicht einer instruierten Person ausführen.
- jede Person, die aus Sicherheitsgründen Bedenken hat, eine Arbeit auszuführen, die Gelegenheit erhält, ihm diese Bedenken unmittelbar mitzuteilen. Er hat die Sachlage zu untersuchen und nötigenfalls bei einer fachlich kompetenten übergeordneten Stelle eine Entscheidung herbeizuführen.
- überprüft wird, ob die zur Verfügung stehende Zeit für die auszuführende Arbeit ausreicht.

Die Belange der Arbeitsstellensicherheit sind durch einen Sicherheitschef und ein Sicherheitsdispositiv zu gewährleisten.

4.3 Ausrüstung

4.3.1 Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Die Ausrüstung, welche von den Personen, die entsprechende Arbeiten ausführen, zu tragen ist, wird als «Persönliche Schutzausrüstung» (PSA) bezeichnet. Sie wird durch den Betriebsinhaber festgelegt und muss den anerkannten Regeln der Technik entsprechen.

4.3.2 Werkzeuge, Ausrüstungen und Schutzmittel

Alle Werkzeuge, Ausrüstungen und Schutzmittel, die für den sicheren Betrieb und das Arbeiten an, mit oder in der Nähe von elektrischen Anlagen vorgesehen sind, müssen für diesen Einsatz geeignet sein, in ordnungsgemäßem Zustand erhalten und bestimmungsgemäß angewendet werden.

4.4 Sprache

Für die Instruktion legen die AB-EBV folgendes fest: *«Der Betriebsinhaber und an seinen elektrischen Anlagen oder in deren Nähe tätig werdende Dritte sind verpflichtet, die Schutzmassnahmen dem eigenen Personal in einer für sie verständlichen Sprache zu vermitteln» [AB-EBV 46.4].*

Entsprechend sind auch die wichtigen Dokumente (Schaltpläne und weitere Unterlagen) in einer für das Personal verständlichen Sprache zu verfassen.

5 Personalinstruktion

5.1 Allgemein

Das Personal und wo nötig auch Drittpersonen sind im Umgang mit den elektrischen Anlagen sowie den damit verbundenen Gefahren und Massnahmen zur Unfallverhütung, ihren Aufgaben entsprechend zu instruieren.

Die Instruktionen sind nach Bedarf zu wiederholen. Über die durchgeführten Instruktionen und die instruierten Personen sind Aufzeichnungen zu führen.

5.2 Zu instruierendes Personal

Neben der allgemeinen Instruktion über die Gefahren des elektrischen Stroms müssen die Betriebsinhaber den Umfang der erforderlichen Instruktionen über elektrische Anlagen von Bahnen für die diversen Personalkategorien festlegen.

Dabei hat sich die Instruktion auf die Aufgaben der einzelnen Personalkategorien und Personen auszurichten und ist in geeigneter Weise zu dokumentieren.

Die betriebsinterne Ausbildung einer sachverständigen Person ist in AB-EBV 45.2, Ziff. 2 geregelt.

5.3 Instruierendes Personal

Die Instruktion des Personals hat durch eine im Fachbereich sachverständige Person zu erfolgen.

6 Bahnstromverteilungsanlagen

6.1 Allgemein

Für Bahnstromverteilungsanlagen kommen die Sicherheitsabstände und Zonen der Starkstromverordnung zur Anwendung.

Zu den Bahnstromverteilungsanlagen gehören (gemäss EBV, Anhang 4):

- Unterwerke sowie Unterwerk-Schaltposten
- Transformatorenstationen
- Gleichrichterstationen
- Kabel- und Freileitungen samt Tragwerken, mit Ausnahme der Fahrleitungsanlagen.

6.2 Übertragungsleitungen

Die Aspekte der Sicherheit sind in den «Sicherheitsregeln für Arbeiten auf Hochspannungsfreileitungen» (ESTI 245.0311) festgehalten.

6.3 Anlagen mit Übertragungsleitungen und Fahrleitungsanlagen

Es können Übertragungsleitungen (UL) und Fahrleitungsanlagen auf dem gleichen Mast (Gestänge) vorkommen. Die geltenden Sicherheitsabstände werden nachfolgend geregelt.

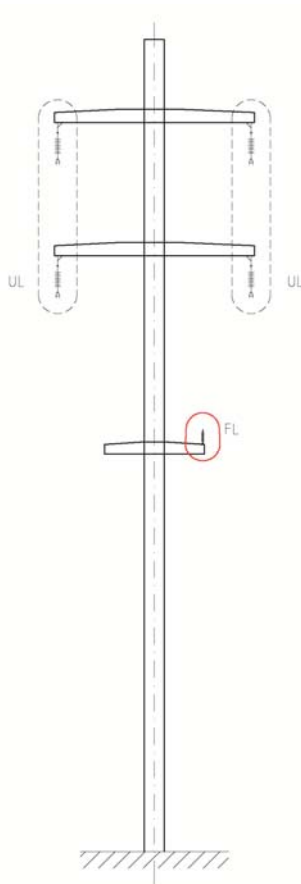


Bild 1: Leitungen auf dem Trasse der Bahnstromverteilungsanlage (Fall 1)

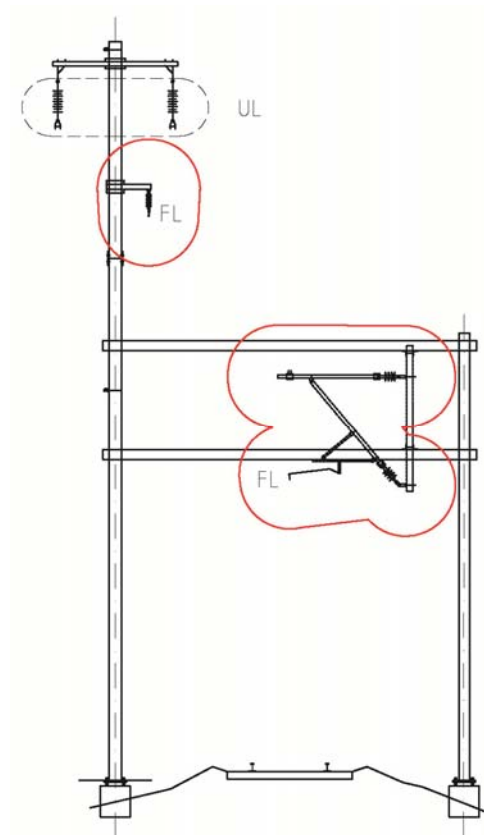


Bild 2: Leitungen auf dem Trasse der Fahrleitungsanlage (Fall 2)

6.3.1 Leitungen auf Trasse der Bahnstromverteilungsanlage (Fall 1)

Übertragungsleitungen und Fahrleitungsanlagen auf dem Trasse der Bahnstromverteilungsanlage. Zustandsverantwortlich für den Mast ist der Eigentümer der Bahnstromverteilungsanlage.

Für die Übertragungsleitungen gelten die Sicherheitsabstände gemäss Starkstromverordnung. Für die Fahrleitungsanlagen gelten die Sicherheitsabstände gemäss AB-EBV, 45.3, «Sicherheitsabstände und besondere Sicherheitsmassnahmen».

6.3.2 Leitungen auf Trasse der Fahrleitungsanlage (Fall 2)

Übertragungsleitungen und Fahrleitungsanlagen auf dem Trasse der Fahrleitungsanlage. Zustandsverantwortlich für den Mast ist der Eigentümer der Fahrleitungsanlage.

Für die Übertragungsleitungen gelten die Sicherheitsabstände gemäss Starkstromverordnung und für die Fahrleitungsanlagen gelten die Sicherheitsabstände gemäss R RTE 20600, Ziff. 7.4.3.1.

7 Fahrleitungsanlagen

7.1 Allgemein

Die elektrischen Teile der Fahrleitungsanlagen sind als dauernd unter Spannung stehend zu betrachten.

In Trolleybusnetzen ist auch der betriebsmässig geerdete oder mit einer Rückleitung verbundene Pol als unter Spannung stehend zu betrachten.

Fahrleitungsanlagen über Verladegleisen müssen, soweit bahnbetrieblich möglich, dauernd ausgeschaltet und sichtbar geerdet werden.

Über den Zustand von Fahrleitungsanlagen in Instandhaltungsanlagen, Abstellanlagen und Abstellräumen kann keine allgemeine Aussage formuliert werden, da diese von Anlage zu Anlage variieren.

7.2 Schaltpläne

Der Betriebsinhaber sorgt dafür, dass aktuelle Schaltpläne und Unterlagen für die Starkstromanlagen vorhanden und für das Personal jederzeit zugänglich sind (gilt auch für Provisorien). Der Ablageort der Unterlagen ist durch den Betriebsinhaber zu definieren.

Namentlich können dies u.a. folgende Schemas sein:

- Allgemeine Übersicht über Produktion und Verteilung der Energie (Kraftwerksanlagen, Übertragungsleitungen usw.)
 - Prinzipschaltung und Leitungsschaltpläne (Unterwerk, Umformer, Gleichrichter usw.)
 - Schaltpläne der Fahrleitung (Bahnhofsschaltplan, Streckenschaltplan usw.)
- Schaltpläne werden im ordentlichen Betriebszustand dargestellt.

7.3 Schaltordnung

7.3.1 Allgemeines (Verantwortung)

Schalthandlungen dienen dazu, den Schaltzustand von Starkstromanlagen zu ändern. Das Ausschalten vor oder Wiedereinschalten nach Arbeiten im spannungslosen Zustand muss durch Sachverständige oder instruierte Personen durchgeführt werden.

Vor Beginn und während Schalthandlungen muss der Arbeitsleiter sicherstellen, dass alle einschlägigen Anforderungen, Vorschriften und Anweisungen eingehalten werden. Der Arbeitsleiter muss alle an der Arbeit beteiligten Personen über besondere Gefahren unterrichten, die für diese nicht ohne weiteres erkennbar sind.

Fehlt einer Person für eine Arbeit das zur Vermeidung elektrischer Gefahren erforderliche technische Wissen oder die notwendige Erfahrung, so darf sie diese nur ausführen, wenn sie dabei ausreichend beaufsichtigt wird.

7.3.2 Zuständigkeit, Anforderungen zur Vornahme von Schaltungen (Berechtigung)

Alle planbaren Schaltungen müssen bei einer beim Betriebsinhaber bezeichneten Stelle beantragt werden.

Rechtzeitig vor der Durchführung einer geplanten Schaltung muss ein schriftlicher Schaltauftrag durch eine sachverständige Person verfasst werden. Dieser ist durch eine zweite sachverständige Person zu kontrollieren und gegenzuzeichnen. Der Schaltauftrag wird an alle an der Schaltung beteiligten Stellen verteilt.

Der Auftrag für die Durchführung einer Schaltung mit Schaltauftrag oder die Betätigung eines Handschalters gemäss Schaltauftrag muss durch eine instruierte oder sachverständige Person erfolgen.

Die Unternehmen haben die Schaltberechtigungen entsprechend der Betriebsorganisation und dem Ausbildungsgrad des Personals zu ordnen und festzulegen, in welchen Fällen die Schalthandlungen schriftlich zu vereinbaren sind. Die zur Durchführung von Schaltungen berechtigten Personenkreise können im Anhang dieser Dokumentation aufgeführt werden.

7.3.3 Umfang des Schaltauftrags

Jeder schriftlich oder mündlich erteilte Schaltauftrag hat folgende Angaben zu enthalten:

- Standort und Namen von Auftraggeber und Empfänger
- Nummer und Bezeichnung der Schalter und der betroffenen Leitungen, die ein- oder ausgeschaltet werden müssen.
- Zeitpunkt oder fahrdienstliche Abhängigkeit der Schaltung
- Jede Schaltung ist dem Auftraggeber durch eine Rückmeldung zu bestätigen.

Ist ein mündlich erteilter Auftrag sofort auszuführen, hat der Auftraggeber die Rückmeldung abzuwarten. Der Auftraggeber ist für die richtige Rückmeldung des Schaltauftrags mitverantwortlich.

7.3.3.1 Schriftlicher Schaltauftrag

Der schriftliche Schaltauftrag ist in der Regel für alle voraussehbaren Schaltungen zu erteilen.

Die Schaltung ist sofort nach Vollzug zu protokollieren. Die Protokollierung der Schaltung kann schriftlich oder automatisch erfolgen.

7.3.3.2 Mündlicher Schaltauftrag

Mündliche Schaltaufträge sind nur dann erlaubt, wenn es sich um eine Störung oder eine sehr kurzfristige Anordnung handelt.

Mündliche Schaltaufträge müssen vom Empfänger wiederholt und vom Auftraggeber kontrolliert und quittiert werden.

Die Schaltung ist sofort nach Vollzug zu protokollieren. Die Protokollierung der Schaltung kann schriftlich oder durch eine technische Einrichtung automatisch erfolgen. Die Protokollierung kann unterbleiben, wenn der Ausführende die Schaltung unter Aufsicht des Auftraggebers unmittelbar vollzieht (z.B. Ausschalten eines Freiverladegleises innerhalb des Bahnhofsbereichs).

7.3.4 Ausschalten / Wiedereinschalten im bzw. nach einem Notfall

Bei Gefahr dürfen im Notfall auch Laien die dafür vorgesehenen Notaus- oder Fahrleitungsschalter betätigen.

Solange das Kurzschliessen und Erden bzw. Verbinden mit der Rückleitung nicht erfolgt ist, ist die Fahrleitung als unter Spannung stehend zu betrachten.

Die Wiedereinschaltung hat stets durch das zuständige, instruierte Personal zu erfolgen.

7.4 Sicherheitsmassnahmen

7.4.1 Grundsatz

Teile der Fahrleitungsanlagen sind nur dann ungefährlich, wenn sie ausgeschaltet und geerdet sind.

7.4.2 Gefahren

Ausgeschaltete aber nicht geerdete Fahrleitungsabschnitte können unter gefährliche Spannung geraten durch:

- parallel verlaufende eingeschaltete Leitungen (Influenz)
- Kriechströme über Isolationen
- Fehlschaltungen
- Automatische oder fehlerhafte manuelle Wiedereinschaltung
- Überfahren einer Trennung
- Kontakt mit unter Spannung stehenden Teilen (z.B. bei Bauarbeiten)
- Rückspeisung durch Triebfahrzeuge (Rekuperation)
- Überschlag, Kurzschluss, Seilriss
- Gewitter bzw. Blitzschlag
- Sturm, starke Winde (schwingen loser Elemente, umfallende Bäume usw.)
- usw.

Weitere Gefährdungen des Personals können durch erschwerende Umstände bei der Arbeit entstehen. Dies sind z.B.:

- Nebel
- Niederschlag
- Sichtbehinderung
- Nacht
- Müdigkeit
- Persönliche Probleme
- Ablenkung
- usw.

Der Arbeitsleiter entscheidet aufgrund der Gefährdungen über die zu treffenden Schutzmassnahmen sowie die Aufnahme, Fortsetzung oder den Unterbruch der Arbeit.

7.4.3 Abstände und Zonen gegen direkte Berührung

Bei Hochspannungsanlagen gelten die Isolierkörper bis zum ersten an Erde liegenden Metallteil als unter Spannung stehend. Voll isolierte Bauteile (Ausleger, Seile und dergl.) sind an einem nachweisbar kriechstromfesten Ort mit einer Markierung zu versehen; diese Markierung gilt sinngemäss als an Erde liegend.

Bei Niederspannungsanlagen und -fahrzeugen gelten die Abstände ab spannungsführendem Teil.

7.4.3.1 Arbeitsbereiche für Personen bzw. Maschinen und Geräte [Zitat aus AB-EBV 45.3]

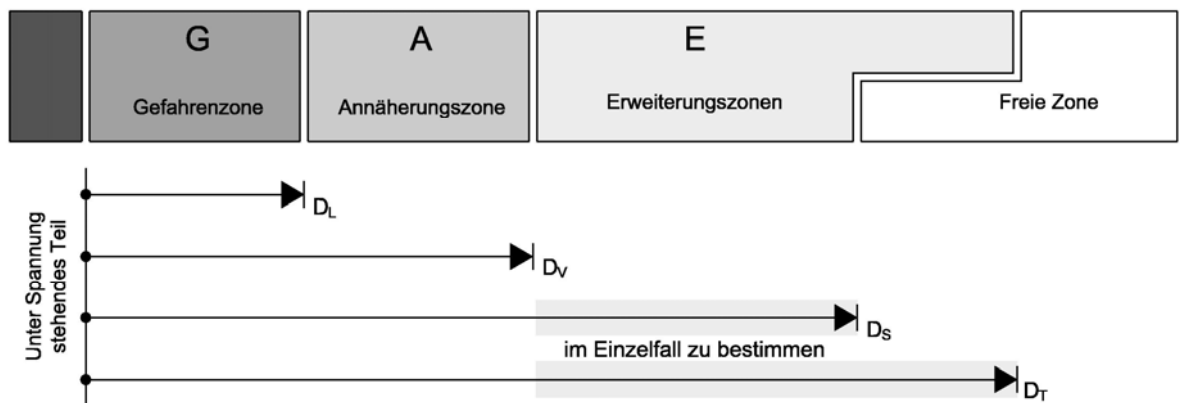
Zonen	Abstände/ äussere Grenzen der Zonen	Personen und Gegenstände sowie Maschinen und Geräte
Gefahren- zone (beginnt an der Ober- fläche der Teile unter Spannung)	D_L[*]	Der Abstand «D _L » ist ab der Oberfläche der Teile unter Spannung gerechnet. Der so erhaltene Abstand definiert die Gefahrenzone. Das Eindringen in die Gefahrenzone ist grundsätzlich zu verhindern. Die Ausnahmen sind: a. Ausschalten sowie Kurzschliessen und Erden bzw. Verbinden mit der Rückleitung der Installationsteile, um die Gefahr zu beseitigen, b. Anbringen von angemessenen Schutzschirmen oder einer Isolierung (Arbeit wie in der freien Zone), c. wenn eine geeignete bewährte Arbeitsmethode (insbesondere Qualifikation der Personen, Werkzeuge, Verfahren) angewendet wird und das Personal eine dafür geeignete Schutzausrüstung nach dem Stand der Technik trägt.
Annähe- rungszone (beginnt an der äusseren Begrenzung der Gefahren- zone)	D_V[°]	Der Abstand «D _V » ist ab der Oberfläche der Teile unter Spannung gerechnet. Die Arbeit in der Annäherungszone ist nur gestattet, wenn: a. aus betrieblichen Gründen keine Ersatzlösung möglich ist. Es ist dann dafür zu sorgen, dass die Arbeitenden durch eine Person beaufsichtigt werden, die sie vor gefährlichen Annäherungen (z.B. an Stromabnehmer, Querspanner, Spurhalter, Gleistrenner usw.) warnt, b. das Eindringen in die Gefahrenzone durch geeignete Massnahmen oder Aufsichtstätigkeit (wie z.B. qualifizierte Personen, entsprechende Arbeitsmethoden, aktive Begrenzer auf den Baumaschinen) ausgeschlossen wird, c. das Personal zusätzlich eine dafür geeignete Schutzausrüstung nach dem Stand der Technik trägt.

* DL = äussere Grenze der «live working zone»

° DV = äussere Grenze der «vicinity zone»

Zonen	Abstände/ äussere Grenzen der Zonen	Personen und Gegenstände	Maschinen und Geräte
Erweiterungszone (beginnt an der äusseren Begrenzung der Annäherungszone)	D_S $\geq D_V$ $(\gg D_L)$ D_T $> D_V$ $(\gg D_L)$	<p>Der Sicherheitsabstand «D_S» ist ab Oberfläche der Teile unter Spannung gerechnet. Es handelt sich dabei um die Erweiterung der Annäherungsgrenze «D_V».</p> <p>Die Erweiterung wird im Voraus, je nach den Gegenständen, Werkzeugen und zu verrichtenden Tätigkeiten, Qualifikation der Personen, Wetterbedingungen, örtlichen Gegebenheiten usw. durch eine sachverständige Person für el. Anlagen definiert.</p> <p>Für Arbeiten in der Erweiterungszone hat das Personal geeignete, persönliche Schutzausrüstungen zu tragen.</p>	<p>Der technische Abstand «D_T» ist ab Oberfläche der Teile unter Spannung gerechnet. Es handelt sich dabei um die Erweiterung der Annäherungsgrenze «D_V».</p> <p>Zu berücksichtigen sind der normale Betrieb der Baumaschinen und ausserordentliche oder besondere Ereignisse wie z.B. Entlastung, weicher Untergrund, schaukelnde Lasten usw. Die entsprechende Erweiterung wird im Voraus durch eine sachverständige Person für el. Anlagen festgelegt und kann je nach Richtung unterschiedlich sein.</p>
Freie Zone (beginnt an der äusseren Begrenzung der Erweiterungszone)	Keine äussere Grenze	Bei einem Abstand grösser als « D_S » gibt es keine besonderen Massnahmen mehr für die Personen und Gegenstände, abgesehen von ihrer Qualifikation und dem Tragen von geeigneten persönlichen Schutzausrüstungen.	Bei einem Abstand grösser als « D_T » können Maschinen und Geräte ohne besondere Massnahmen betrieben werden.

Nennspannung	Frequenz	Gefahrenzone ²	Annäherungszone ² (inkl. Gefahrenzone)	Erweiterungszone Sicherheitsabstand bzw. technischer Abstand D_S / D_T
	[Hz]	D_L [cm]	D_V [cm]	
Hochspannung				
≤ 3 kV DC	0	100	200	Durch eine sachverständige Person für el. Anlagen festzulegen³ $D_T \geq 5.0 \text{ m}$ (siehe Anhang 1)
11 kV AC	16.7	100	200	
15 kV AC	16.7	100	200	
25 kV AC	50	100	200	



Schema 1: Arbeitsbereiche für Personen bzw. Maschinen und Geräte

Bei der Arbeitsstellensicherung ist der jeweils grössere Sicherheitsabstand « D_S », gegenüber Personen und Gegenständen, oder technische Abstand « D_T », gegenüber Maschinen und Geräten, zu berücksichtigen [AB-EBV 45.3, Ziff. 2.2].

² Die Werte der Abstände « D_L » und « D_V » sind grösser als in den AB-EBV. Sie entsprechen den bewährten Werten aus der früheren Praxis (D RTE 20150 und R SBB 323.1).

³ « D_S » ist durch eine sachverständige Person für el. Anlagen zu bestimmen und darf nicht kleiner als 2.0 m sein.

7.5 Prinzip des Schaltens und Erdens

7.5.1 Sicherheitsregeln

Die folgenden fünf Schritte sind in dieser Reihenfolge durchzuführen:

1. Freischalten⁴
2. Gegen Wiedereinschalten sichern
3. Spannungsfreiheit feststellen
4. Erden und Kurzschliessen
5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

7.5.1.1 Freischalten⁴

Der Teil der Anlage, der aus technischen oder betrieblichen Gründen ausgeschaltet werden soll, muss von allen Einspeisungen und möglichen Rückspeisungen freigeschaltet werden.

7.5.1.2 Gegen Wiedereinschalten sichern

Alle Schalter, mit denen die Anlage freigeschaltet worden ist, sind gegen Wiedereinschalten zu sichern oder als «AUS-geschaltet» zu markieren.

7.5.1.3 Spannungsfreiheit feststellen

- Der spannungslose Zustand muss an oder so nahe wie möglich an der Arbeitsstelle festgestellt werden. Dabei sind betriebliche Anweisungen einzuhalten, nach denen z.B. bestimmte festeingebaute oder ortsveränderliche Anzeige- oder Prüfgeräte verwendet werden müssen. Deren Funktion ist vor und nach Gebrauch zu überprüfen.
- Zur Prüfung der Spannungsfreiheit der Fahrleitung müssen grundsätzlich Spannungsprüfer verwendet werden.

Ausnahme: Bei einseitig gespiesenem Sektor mit schlüsselabhängiger Erdungsvorrichtung (Erdungsstange) ist das Anbringen der Erdungsvorrichtung **ohne** vorgängiges Prüfen erlaubt.

7.5.1.4 Erden und Kurzschliessen

- Es dürfen nur einwandfreie Erdungseinrichtungen verwendet werden.
- Die Erdungs- und Kurzschliessvorrichtungen müssen immer zuerst mit der Erdungsanlage verbunden und dann an die zu erdenden Teile angeschlossen werden.
- Bei Trolleybusanlagen und bei mehrpoligen Fahrleitungen von Eisenbahnen sind alle Leiter kurzzuschliessen und zu erden bzw. mit der Rückleitung zu verbinden.

7.5.1.5 Benachbarte unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Können Anlagenteile in der Nähe der Arbeitsstelle nicht freigeschaltet werden, müssen vor Arbeitsbeginn zusätzliche Sicherheitsmassnahmen wie beim «Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile» getroffen werden.

⁴ Gemäss StV lautet heute die korrekte Schreibweise «Freischalten und allseitig trennen».

7.5.2 Vorgehen beim Erden mit mobiler Erdungsvorrichtung

(Beispiel für einpolige Fahrleitung)

-
- Zuständige Stellen verständigen, dass Fahrleitung ausgeschaltet wird
 - Warnhinweise anbringen (Stellwerk, Fernsteuerung etc.)
 - **Freischalten** (Ausschalten)⁴
-
- Gegen Wiedereinschalten sichern
-
- Zustand der Erdungsvorrichtung (Erdungsstange) und der Kupferseile kontrollieren
-
- Schienenklemmen an beiden Schienen des Gleises befestigen
-
- Spannungsfreiheit mit Spannungsprüfer feststellen
 - Erden
 - Erdungsvorrichtung (Erdungsstange) einhängen
 - Benachbarte und unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken
 - Auftraggeber verständigen, wenn ausgeschaltet und geerdet ist
 - Freigabe zur Arbeit
-

7.5.3 Aufheben der Erdung

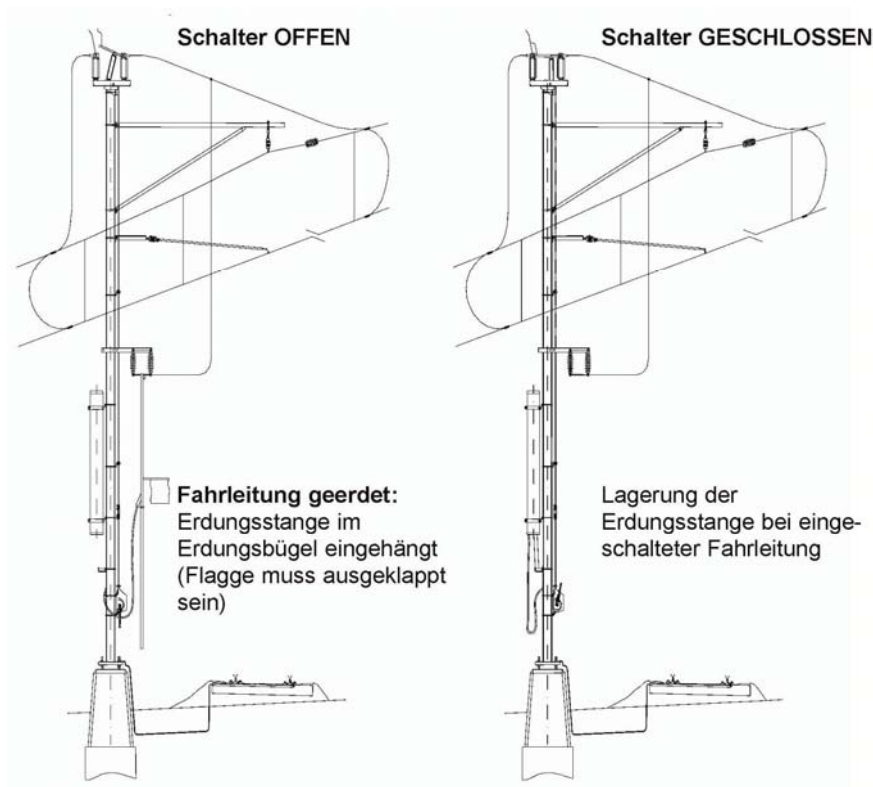
- Kontrolle, dass sich keine Personen und/oder Gegenstände im Gefahrenbereich befinden
- Erdungsvorrichtung(en) (Erdungsstange) aushängen
- Schienenklemmen lösen
- Warnhinweise entfernen
- Fahrleitung einschalten
- Zuständige Stellen verständigen, dass Fahrleitung eingeschaltet ist

7.5.4 Vorgehen beim Erden mit permanenter Erdungsvorrichtung

Da die Erdungsvorrichtung (Erdungsstange) immer am gleichen Ort eingesetzt wird, ist die Verbindung zur Schiene fest angeschlossen.

Anstelle der Aufhängung der Erdungsvorrichtung am Fahrdrabt, wird sie in den allenfalls eigens dafür vorgesehenen Erdungsbügel gehängt. Übriges Vorgehen sinngemäss wie beim Erden mit mobiler Erdungsvorrichtung.

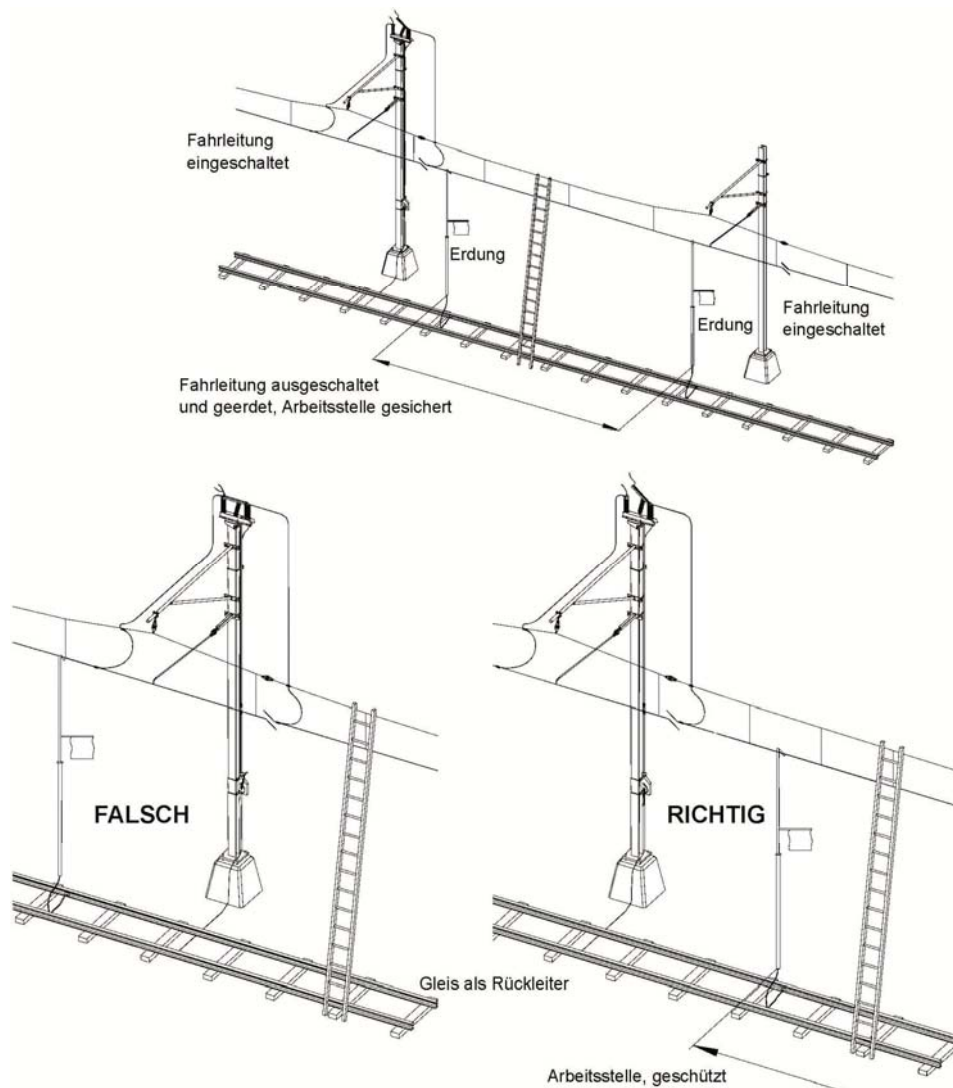
⁴ Gemäss StV lautet heute die korrekte Schreibweise «Freischalten und allseitig trennen»



7.5.5 Anzahl und Ort der Erdungen

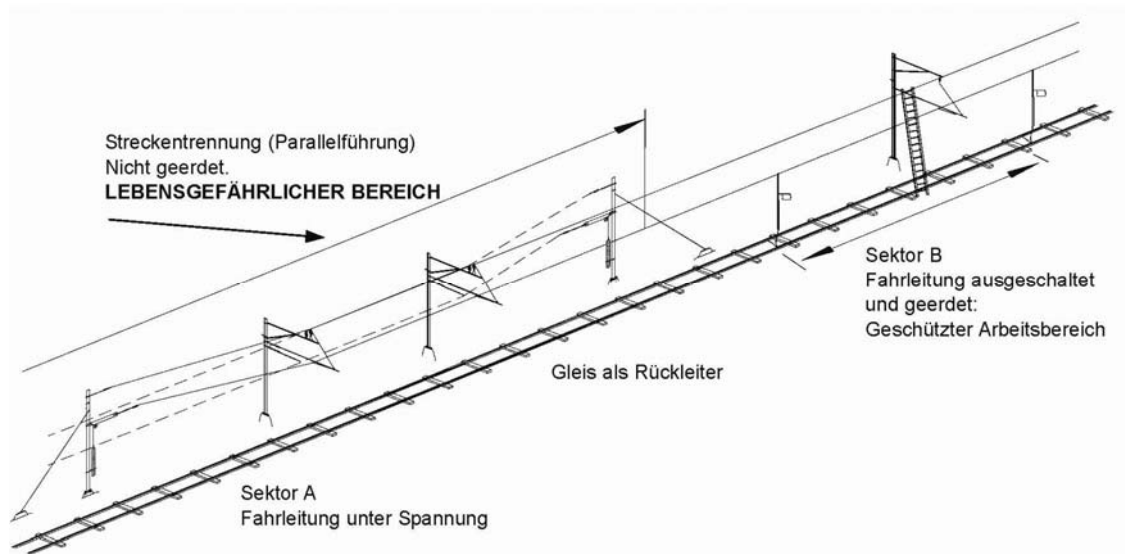
- Der kurzgeschlossene und geerdete bzw. mit der Rückleitung verbundene Zustand der Anlage muss von der Arbeitsstelle aus erkennbar sein [AB-EBV 45.1, Ziff. 3].
- Die eingehängten Erdungsvorrichtungen (Erdungsstangen) müssen sich möglichst nahe beim Arbeitsort befinden. Wenn möglich sollten die Erdungsvorrichtungen vom Arbeitsort sichtbar sein.
- Bei Arbeiten an der Fahrleitung im spannungsfreien Zustand ist allseits der Arbeitsstelle zu erden. Dies bedeutet, dass mindestens auf jeder Seite der Arbeitsstelle eine Erdung anzubringen ist.
- Bei Arbeiten an Fahrleitungen oder wenn aufgrund der Art der Arbeit oder der verwendeten Geräte ein Kontakt mit unter Spannung stehenden Teilen eintreten könnte, sind die Fahrleitungen mindestens alle 250 bis 300 m zu erden.
- Bei Arbeiten auf langen Baustellen, die neben oder unter Fahrleitungen ausgeführt werden und die auch bei unerwarteten Ereignissen (wie zum Beispiel Reißen eines Seils oder Leiters) nicht zu einem Kontakt mit unter Spannung stehenden Teilen führen können, darf der Abstand zwischen den Erdungsvorrichtungen 1200 m betragen. Wer sich der Fahrleitung nähern will, hat sich zu vergewissern, dass die Leitung geerdet ist.
- Bei vermaschten Fahrleitungsnetzen in ausgedehnten Anlagen sind die notwendigen Erdungen von Fall zu Fall zu bestimmen.
 Das Kurzschliessen und Erden bzw. Verbinden mit der Rückleitung ist zu allen angrenzenden spannungsführenden Fahrleitungsabschnitten (Sektoren) vorzunehmen. Zudem muss sichergestellt werden, dass zwischen der Arbeitsstelle und der Kurzschluss- und Erdungsstelle bzw. Verbindungsstelle mit der Rückleitung keine Fahrleitungstrennstellen, Einspeisungen oder benachbarte spannungsführende Teile liegen.

- Bei Arbeiten in der Nähe der Bahn, die ein Ausschalten und Erden der Fahrleitungsanlage verlangen, genügt eine Erdungsvorrichtung (Erdungsstange) für jede betroffene Leitung in unmittelbarer Nähe der Arbeitsstelle.
- Wenn bei Arbeiten an oder in der Nähe von Niederspannungsfahrleitungen keine Erdungseinrichtungen eingesetzt werden können, muss nach den Regeln «Arbeiten unter Spannung» gearbeitet werden.



Muss gleichzeitig an mehreren Leitungen, die durch Schalter voneinander trennbar sind, gearbeitet werden, so ist jede dieser Leitungen einzeln zu erden. Es ist verboten, Anlagenteile über Schalter zu erden, sofern es sich nicht um spezielle «Erdungsmesser» handelt, die zu diesem Zweck in die Anlage eingebaut sind.

Besondere Aufmerksamkeit erfordern Arbeiten in der Nähe von Gleistrennern oder Streckentrennungen.



Es dürfen nur Erdungsvorrichtungen (Erdungsstangen) mit zwei Schienenklemmen verwendet werden. Diese müssen je an beiden Schienen einander gegenüber montiert werden und dürfen nicht in Weichen oder näher als 3 Meter von Isolierstößen befestigt werden.

7.5.6 Einfache Anlagen (Depot-, Verladegleise, feste Erdungseinrichtungen usw.)

Wenn nur von einer Seite her Spannung auf den ausgeschalteten Sektor gelangen kann, genügt für die ordentlichen Arbeiten an Fahrzeugen und Ladungen in Depot- und Verladegleisen eine Erdungsvorrichtung (Erdungsstange), die permanent angeschlossen und mit dem zugehörigen Fahrleitungsschalter verriegelt ist.

Sonst ist beidseitig zu erden, gegebenenfalls über einen fernbetätigten Erdungstrenner.

Es sind auch gekoppelte Schalteinrichtungen bekannt, bei denen das Ausschalten und das Erden der Fahrleitung in einem Arbeitsgang ausgeführt wird. Diese Einrichtungen können manuell oder motorisch betätigt sein und erfordern anlagenspezifische Vorschriften.

Bei Arbeiten an der Fahrleitung müssen auch in einfachen Anlagen die unter «Anzahl und Ort der Erdungen» beschriebenen Schutzmassnahmen ergriffen werden.

7.6 Betrieb der Anlagen

7.6.1 Betriebsvorschriften

Falls zur Bedienung einer Anlage besondere Anlagen- und Ortskenntnisse erforderlich sind, müssen ergänzende Vorschriften zur vorliegenden Dokumentation geschaffen werden.

7.6.2 Arbeiten in der Nähe der Bahn, bei denen mehrheitlich Dritte beteiligt sind

7.6.2.1 *Besteigen von Fahrzeugen und Ladungen durch instruierte Personen*

Wer über das Vorhandensein von Hochspannungsanlagen und die dabei zu beachtenden Verhaltensmassnahmen instruiert worden ist, darf Fahrzeuge und Ladungen besteigen, wenn von den erreichbaren Standflächen aus gemessen mindestens die Abstände für den nicht öffentlichen Bereich gemäss EN 50122-1; Kapitel 5.2.1, Bilder 3 und 4 eingehalten sind (siehe Anhang A8.1). Sonst ist auszuschalten und zu erden.

7.6.2.2 *Verladearbeiten durch Laien*

Die beteiligten Personen sind vor Arbeitsbeginn auf die Gefahren des elektrischen Stroms aufmerksam zu machen.

Beim Einsatz von mechanischen Hilfsmitteln muss instruiertes Personal dem Verlader den Gefahrenbereich genau angeben.

Bei eingeschalteter Fahrleitung darf nur ein- und ausgeladen werden, wenn die Zustimmung durch das instruierte Personal oder den Arbeitsleiter erfolgt ist.

Die Fahrleitung muss ausgeschaltet und geerdet werden:

- beim Be- und Entladen von offenen Güterwagen
- wenn das instruierte Personal die Ausschaltung angeordnet hat
- beim Ein- und Auslad von Militärmaterial durch die Truppen
- bei Kontrollarbeiten bei hohen Güterwagen oder Wagen mit hoher Ladung
- wenn lange Gegenstände herumgetragen werden.

Das instruierte Personal darf die Arbeitsaufnahme erst erlauben, wenn die im Arbeitsbereich liegenden Fahrleitungen ausgeschaltet und geerdet und die betreffenden Wagen so abgestellt und gegen Verschieben gesichert sind, dass das Ladepersonal nicht durch Fahrleitungen anderer Sektoren gefährdet wird.

Das instruierte Personal darf die Fahrleitung erst wieder einschalten (Beendigung der Arbeiten, Unterbrechung wegen Rangierarbeiten), wenn es die Gewissheit hat, dass alle Personen den Gefahrenbereich verlassen haben.

Werden Verladearbeiten unterbrochen (Rangierarbeiten, Pausen), müssen vor der Fortsetzung der Arbeiten sämtliche Vorkehrungen wie beim Arbeitsbeginn getroffen werden.

7.6.2.3 Arbeitsstellen

Arbeitsstellen der Bahn

Das eigene Personal und die Angestellten von Drittfirmen sind über die Gefahren des elektrischen Stroms zu instruieren. Dazu stehen folgende Richtlinien zur Verfügung:

- Anhang 1: Formular 4838 «Schutzmassnahmen beim Betrieb von Kranen, Hebezeugen und Baumaschinen in der Nähe von Bahnanlagen»

SUVA

- Schweizerische Blätter für Arbeitssicherheit Nr. 98/99 «Krane, Baumaschinen und elektrische Freileitungen»

Die beauftragten Firmen müssen gegen Quittung bestätigen, dass sie ihr Personal über die Gefahren des elektrischen Stroms instruiert haben.

Bei Bedarf können Instruktionsblätter und Warnungstafeln abgegeben werden.

Die Montage und Demontage der Schutzmassnahmen sind nur unter Aufsicht der zuständigen Bahnorgane zulässig.

Die Erdungen von Not- und Baustromversorgungen sind mit den zuständigen Fachdiensten abzusprechen.

Im Niederspannungsbereich können bei Arbeiten im Bereich der unter Spannung stehenden Tram- und Trolleybusfahrleitungen die Sicherheitsabstände, die für die Bahnen definiert sind, oftmals nicht eingehalten werden. Zudem können Maschinen und Geräte nur in Ausnahmefällen, unter Berücksichtigung der Erdvernetzung, im Trambereich gerettet werden. Der Arbeitsleiter muss deshalb die Sicherheitsmassnahmen festlegen.

Dabei können z.B. folgende Massnahmen angeordnet werden:

- Klare Abgrenzung des Gefahrenbereichs durch das Anbringen von Absperrseilen
- Begrenzung des Aktionsradius (z.B. im Steuerungsteil des Krans usw.)
- Aufstellen von Schutzgerüsten mit Längsstangen, Drahtseilen, Schutzgittern usw.
- Instruktion über den Gefahrenbereich sowie den Umfang und die Grenzen der Tätigkeit und klare Regelung der Verantwortlichkeit
- Instruktion über das Verhalten im Gefahrenbereich der spannungsführenden Fahrleitungen.

Arbeitsstellen Dritter in der Nähe der Bahn

Dem Betriebsinhaber wird empfohlen, Bauvorhaben längs der Strecke in Erfahrung zu bringen und die Bauherrschaft auf die Gefahren durch den Bahnbetrieb aufmerksam zu machen.

Ausholzarbeiten

Prüfen, ob die Arbeiten Personen, Leitungen oder weitere Anlagen gefährden können. In Zweifelsfällen ist vor der Inangriffnahme der Arbeiten der Fahrleitungsdienst aufzubieten.

7.6.2.4 Zutritt zu Betriebsräumen mit Starkstromanlagen

Der Zutritt ist nur sachverständigen oder instruierten Personen gestattet.

Starkstromanlagen, die vorübergehend allgemein zugänglich sind, z.B. bei Instandhaltung des Gebäudes, müssen so gesichert werden, dass eine Gefährdung ausgeschlossen ist.

Besucher von Starkstromanlagen sind von sachverständigen oder mit den Anlagen vertrauten und vom Betriebsinhaber ermächtigten Personen zu begleiten.

7.6.2.5 Brandbekämpfung

Brandbekämpfung an spannungsführenden Anlagen

Vor einer Brandbekämpfung sind die Anlagen spannungslos zu schalten und an der nächstmöglichen Stelle zu erden.

Zur Brandbekämpfung an Anlagen sollen nur Löschmittel verwendet werden, die die elektrische Festigkeit nicht beeinträchtigen.

Brandbekämpfung in der Nähe spannungsführender Anlagen

Leitungen und Anlagen, welche die Brandbekämpfung oder das Einsatzpersonal gefährden könnten, sind auszuschalten und zu erden.

7.7 Instandhaltung von Anlagen und Fahrzeugen

7.7.1 Allgemeines

Alle Arbeiten an, mit oder in der Nähe von Starkstromanlagen müssen vom Arbeitsleiter vorbereitet und mit dem Anlagenverantwortlichen abgestimmt sein. Der Arbeitsleiter muss sicherstellen, dass die ausführenden Personen vor Beginn der Arbeiten aufgabenbezogen instruiert werden.

Alle Werkzeuge, Ausrüstungen, Schutz- und Hilfsmittel, die für den sicheren Betrieb und das Arbeiten an, mit oder in der Nähe von Starkstromanlagen vorgesehen sind, müssen für diesen Einsatz geeignet sein, in ordnungsgemäßen Zustand erhalten, gelagert und bestimmungsgemäß angewendet werden.

Anmerkung:

«Erhalten des ordnungsgemäßen Zustandes» bedeutet, in angemessenen Zeitabständen kontrollieren und prüfen, um den ordnungsgemäßen elektrischen und mechanischen Zustand nachzuweisen.

Die Periodizitäten sind gemäss AB-EBV 46.1 festzulegen.

Vor Beginn der Arbeit muss der Arbeitsleiter dem Anlagenverantwortlichen Art, Ort, Dauer und Auswirkungen der vorgesehenen Arbeit auf die Anlage melden.

Vorzugsweise erfolgt diese Meldung schriftlich; insbesondere bei komplexen Arbeiten.

Es wird zwischen drei Arbeitsmethoden unterschieden:

- Arbeiten im spannungslosen Zustand
- Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile
- Arbeiten unter Spannung.

7.7.2 Arbeiten im spannungslosen Zustand

7.7.2.1 Festlegen der Arbeitsstelle

- Der Arbeitsleiter hat den Arbeitsbereich eindeutig festzulegen.
- Leitungen Dritter sowie Leitungen, die nicht direkt mit der betroffenen Anlage im Zusammenhang stehen, ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

7.7.2.2 Sichern der Arbeitsstelle

- Festlegung der Schutzmassnahmen entsprechend der Annäherung an die Gefahrenzone
- Orientierung der beteiligten Arbeitskräfte
- Der spannungslose Zustand muss gemäss «Prinzip des Schaltens / Erdens» hergestellt werden.

7.7.2.3 Benützung von mobilen Arbeitsgeräten

Beim Verschieben ist äusserste Vorsicht geboten, damit niemand in den Bereich spannungsführender Leitungsabschnitte gerät (benachbarte Leitungen, Streckentrennungen usw.).

7.7.2.4 Beenden der Arbeit und Wiedereinschalten

Der Arbeitsleiter muss sich am Ende der Arbeiten überzeugen, dass alle Personen und Geräte ausserhalb des Sicherheitsabstandes bzw. des technischen Abstandes sind und dass die Anlage wieder betriebsbereit ist. Anschliessend können die Schutzmassnahmen entfernt und die Anlage eingeschaltet werden.

7.7.2.5 Arbeitsstellen mehrerer benachbarter Arbeitsgruppen

Die Arbeitsleiter der verschiedenen Gruppen müssen sich gegenseitig über alle Belange der Sicherheit und des Wiedereinschaltens orientieren.

Es dürfen keine Schutzmassnahmen einer anderen Gruppe entfernt oder unwirksam gemacht werden.

7.7.3 Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile

Als «Arbeiten in der Nähe von spannungsführenden Teilen» gelten alle Arbeiten, bei denen Personen mit Körperteilen, Werkzeugen oder anderen leitenden Gegenständen in die Annäherungszone gelangen können, ohne jedoch die Gefahrenzone zu erreichen.

Der Bewegungsbereich von Maschinen und Geräten ist durch Hub- und Drehbegrenzungen, die den Vorschriften des Formulars VöV/SUVA 4838 (Anhang 1) entsprechen, so einzuschränken, dass nicht in die Gefahrenzone und nur unter bestimmten Voraussetzungen in die Annäherungszone bzw. Erweiterungszone eingedrungen werden kann.

Bei der Verwendung von Flüssigkeiten sind die physikalischen und chemischen Eigenschaften speziell zu beachten und zu beurteilen.

7.7.3.1 *Arbeiten ausserhalb des Sicherheitsabstandes bzw. des technischen Abstandes [$> D_S$ und $> D_T$]*

Unter Beachtung der normalen Bewegungsabläufe von Maschinen und Geräten ist das Arbeiten ausserhalb des Sicherheitsabstandes bzw. des technischen Abstandes ohne besondere Auflagen möglich. Für Bauarbeiten und sonstige durch Laien ausgeführte nicht elektrotechnische Arbeiten, wie z.B.

- Gerüstbau
- Arbeiten mit Hebezeugen, Baumaschinen und Fördermitteln
- Montagearbeiten
- Transportarbeiten
- Anstrich- und Ausbesserungsarbeiten
- Bewegung von sonstigen Geräten und Bauhilfsmitteln (s.a. Kapitel «Arbeiten in der Nähe der Bahn»).

gelten die Vorgaben gemäss Kapitel 7.6.2.

7.7.3.2 *Arbeiten innerhalb der Annäherungszone [$\leq D_V$; $> D_L$] sowie Arbeiten innerhalb der Erweiterungszone [$\leq D_S$ und $\leq D_T$; $> D_V$]*

Wer Arbeiten innerhalb der Annäherungszone bzw. der Erweiterungszone ausführen will, orientiert den Betriebsinhaber oder den zuständigen Fachdienst, welcher die nötigen Auflagen macht. Siehe auch Kapitel 7.4.3.1

Wenn innerhalb der Annäherungszone bzw. Erweiterungszone Schutzmittel angebracht werden, ist hierfür entweder der spannungslose Zustand herzustellen oder es sind Einrichtungen zu benützen, die das Eindringen in die Gefahrenzone verhindern.

7.7.3.3 *Arbeiten innerhalb der Gefahrenzone [$\leq D_L$]*

Für Arbeiten innerhalb der Gefahrenzone sind vor Arbeitsbeginn geeignete Schutzvorrichtungen, wie Abdeckungen, Kapselungen oder isolierende Umhüllungen anzubringen.

Die Schutzmittel müssen so ausgewählt und angebracht werden, dass ausreichender Schutz gegen zu erwartende elektrische und mechanische Beanspruchung gegeben ist.

Für das Anbringen der Schutzmittel ist entweder der spannungslose Zustand herzustellen oder es sind die Vorschriften für das «Arbeiten unter Spannung» zu beachten.

Siehe auch Kapitel 7.4.3.1

7.7.4 **Arbeiten unter Spannung**

7.7.4.1 *Grundsätze*

Die Nennspannung darf nicht mehr als 1.5 kV DC bzw. 1 kV AC (Niederspannung) betragen.

Für das «Arbeiten unter Spannung» gelten folgende Sicherheitsbestimmungen:

- Die Fahrleitungsanlage muss eine Sonderisolation aufweisen.
- In den Arbeitsbereich einragende Teile (Beleuchtungskörper, Signale usw.) müssen eine mindestens gleichwertige Isolation aufweisen.
- Insbesondere sind aus der Starkstromverordnung folgende Artikel zu beachten:
 - Art. 75: Grundsatz
 - Art. 76: Anforderungen an das Personal
 - Art. 77: Anforderungen an den Arbeitsplatz

- Art. 78: Zusätzliche Anforderungen an die Ausrüstung
- Art. 79/1: Organisation am Arbeitsplatz
- Vor Arbeitsbeginn ist der Arbeitsleiter verpflichtet, die Mitarbeiter auf die besonderen Gefahren, z.B. benachbarte Erdungen, überbrückte Isolationen, aufmerksam zu machen. Die baulichen und örtlichen Gegebenheiten sind hierbei zu berücksichtigen.

7.7.4.2 Hinweise

- Bei Handreichungen von Werkzeugen oder Bauteilen an das unter Spannung arbeitende Personal ist besondere Vorsicht geboten, damit die Isolierung nicht überbrückt wird.
- Bei eingegleisten Zweiwegfahrzeugen ist zu beachten, dass der Fahrzeugteil unterhalb der Arbeitsbühne das Gleispotential aufweisen kann.
- Wird in der Nähe von Beleuchtungsarmaturen, Signalen, Kunstbauten, Brücken etc. gearbeitet, ist das Berühren derselben zu vermeiden (Fremdpotential). Bei engen Raumverhältnissen im Berührungsbereich der Spannung sind geeignete Schutzmassnahmen zu treffen, z.B. Anbringen von Isolationsmatten.
- In den durch die zweite Isolation gegebenen neutralen Arbeitsbereich dürfen weder bahngeerdete noch an andere Netze geerdete Teile oder Gerüste etc. einragen. Vor der Arbeitsausführung ist die Wirksamkeit der Sonderisolation zu überprüfen.
- Befinden sich beide Pole im Arbeitsbereich oder im Bereich von Weichen, Streckentrennungen und Kreuzungen (Trolleybus, Tram), ist durch isolierende Abdeckungen oder durch isolierende Handschuhe zu verhindern, dass das andere Potential berührt werden kann.
- Wird die Spannkraft der Fahrdrähte oder des Tragwerks unterbrochen (entzweischneiden, ausklemmen), ist die mögliche Bewegung der Fahrdrähte zu beachten (z.B. Kurzschlussgefahr, Unterbruch des Stromflusses!).

7.7.4.3 Praktisches Vorgehen

Arbeiten an unter Hochspannung stehenden Anlagen sind verboten. Prüfen und Messen an diesen Anlagen ist zulässig.

An Anlagen unter Niederspannung ist Prüfen und Messen zulässig. Arbeiten an unter Niederspannung stehenden Anlagen sind in Ausnahmefällen zulässig. Die Bedingungen sind:

- Der Linienvorgesetzte ist über die Arbeiten zu informieren.
- Es wird immer ein schriftliches Schalt- und Arbeitsprogramm erstellt, das von allen Beteiligten vor der Arbeit unterschrieben wird. Es muss Auskunft geben über den Umfang, den Ablauf und die zu treffenden Sicherheitsmassnahmen der Arbeiten.
- Arbeiten durch 2 sachverständige Personen mit entsprechender Schutzausrüstung, wobei einer als Arbeitsplatzverantwortlicher bzw. als Arbeitsstellenleiter zu bezeichnen ist.

Personen, welche als sachverständige Personen bezeichnet sind, sind befugt Arbeiten unter Spannung anzuordnen. Diese Arbeit ist 2-jährlich zu schulen. Folgende Arbeiten in der Annäherungszone (STI 407.1199) gelten als Arbeiten unter Spannung (nicht abschliessend):

- Abdecken von Spannung führenden Anlagenteilen in Niederspannungsanlagen
- Erstellen von Abschränkungen in den Hochspannungsanlagen
- Temporäre Anschlüsse an Freileitungen mit Abgriffsicherungen
- Montage und Demontage von Sicherungs- und Schaltleisten und Kompaktklemmen für Kabelabgänge
- Störungsbehebung an Niederspannungsanlagen.

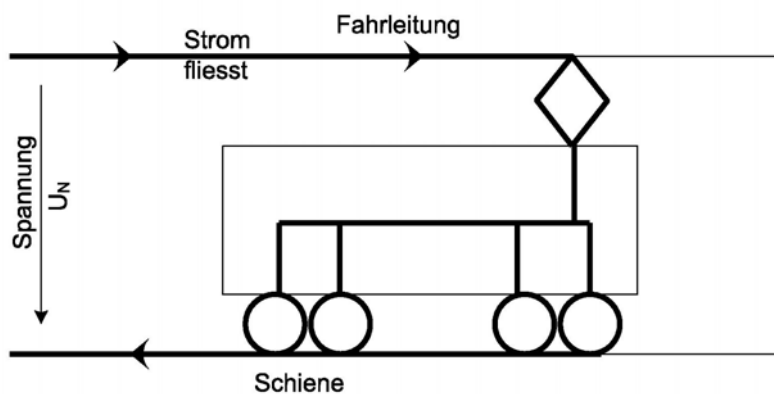
Arbeiten an Niederspannungsanlagen in der Annäherungszone (STI 407.1199) mit isolierendem Werkzeug gelten als Arbeiten an nicht unter Spannung stehenden Teilen:

- Störungssuche an berührungssicheren Niederspannungsanlagen (IP 2XC).

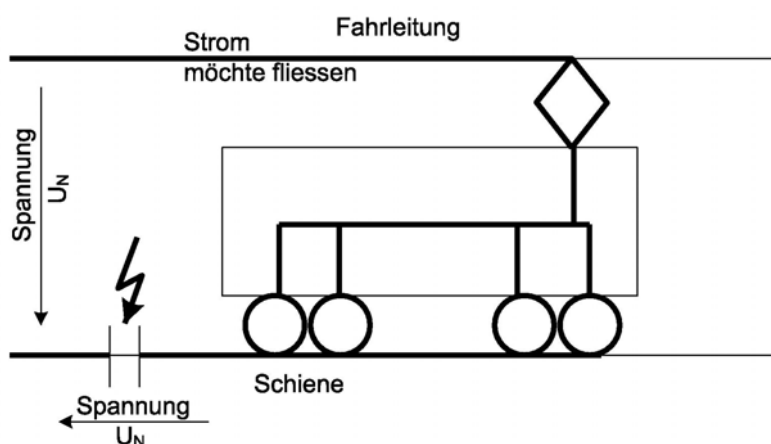
7.7.5 Arbeiten am Gleis / Rückleitung

7.7.5.1 Grundsätzliches zu Bahnrückstrom und Erdung (siehe auch AB-EBV 44d)

Damit ein elektrisches Triebfahrzeug betrieben werden kann, muss ein Stromkreis geschlossen werden. Die Hinleitung vom Unterwerk ist der Fahrdrabt. Als Rückleitung zum Unterwerk dient die Schiene.



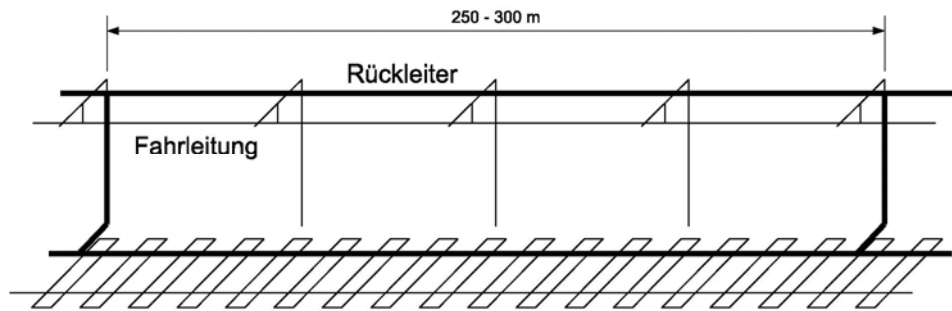
Wird nun die Schiene aufgetrennt, kann der Strom nicht mehr fließen. An der Auftrennstelle kann eine Spannung bis zur Grösse der Fahrleitungsspannung auftreten. Personen sind extrem gefährdet.



Um die Gefährdung von Personen im Gleisbereich zu reduzieren, müssen daher zu jedem Zeitpunkt zwei unabhängige Rückleiter vorhanden sein (AB-EBV 44d, Ziff. 1.4.1).

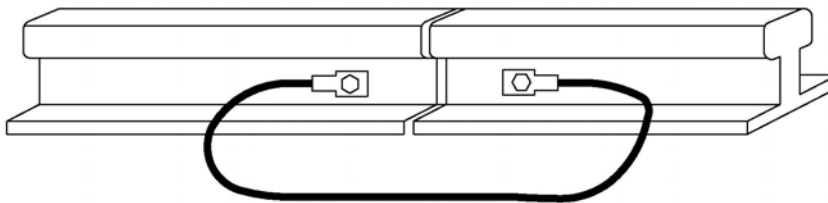
7.7.5.2 Rückleiter (Erdseil)

Für die Rückleitung wird neben den Schienen oft ein Rückleiter (Erdseil) verwendet, welcher direkt an den Fahrleitungsmasten befestigt ist. Alle 250 bis 300 m werden die Fahrleitungsmasten und somit auch der Rückleiter mit den Schienen verbunden (Querverbindungen). Siehe auch D RTE 27900 «Erdungshandbuch».



7.7.5.3 Auftrennen von Schienen, Schienenverbindern, Z-Verbindern oder Rückleitern (Erdseil)

Vor dem Auftrennen von Schienen ist die Auftrennstelle mit einem Kupferseil zu überbrücken. Bei der Wahl des Kupferseils ist auf einen ausreichenden Querschnitt zu achten. Nur so kann das Risiko eines elektrischen Schlags vermieden werden.

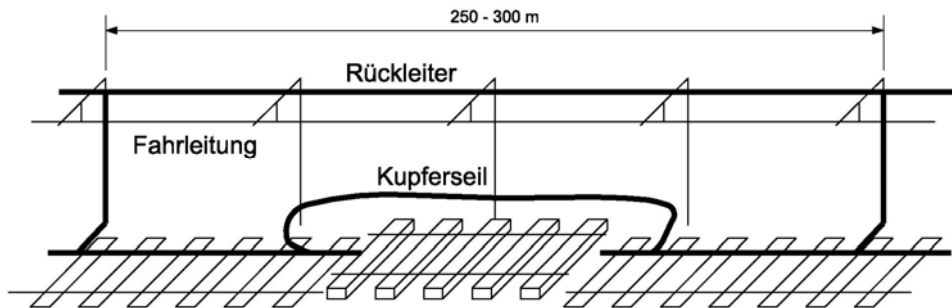


Sinngemäss sind aufzutrennende Rückleiter, Schienenverbinder oder Z-Verbinder vor dem Auftrennen durch entsprechende Ersatzseile oder Ersatzverbindungen zu überbrücken.

7.7.5.4 Auswechseln von Schienen und Weichen

Der durch den Ausbau von Schienen und/oder Weichen entstehende Unterbruch in der Rückleitung ist vor Beginn der Arbeiten mit einer provisorischen Leitung mit ausreichendem Querschnitt zu überbrücken. An diese Überbrückungsleitung sind auch alle allenfalls vorhandenen Erdungen von Fahrleitungsmasten und anderen Eisenkonstruktionen, die normalerweise an der Bahnerde angeschlossen sind, anzuschliessen. Wird ein Gleis bei einem geerdeten Fahrleitungsmasten entfernt, muss ein benachbarter Fahrleitungsmast geerdet werden.

Bei 2-schienig isolierten Gleisstromkreisen ist die Überbrückungsleitung mit dem Fachdienst für Sicherungsanlagen abzusprechen, um sicherzustellen, dass die maximal zulässige Asymmetrie der Schienenströme nicht überschritten wird.



7.7.5.5 Einsatz elektrischer Triebfahrzeuge auf, oder bei Stichleitungen hinter der Arbeitsstelle

Die korrekte und gefahrlose Rückleitung des Fahrstroms muss sichergestellt sein, bevor das elektrische Triebfahrzeug den entsprechenden Gleisabschnitt befährt.

7.7.5.6 Reparatur an abgebrochenen Rückleiterverbindungen aller Art

An abgebrochenen oder abgefallenen Erdungs- und Rückleiterverbindungen können lebensgefährliche Spannungen auftreten. Bei solchen Schäden ist die Spannungsfreiheit vor dem Beginn der Reparatur sicherzustellen.

7.7.5.7 Diebstahl von Rückleitern

Der Diebstahl von Rückleitern ist sowohl als Vermögensdelikt (StGB 139) als auch als Gefährdung durch Beschädigung einer elektrischen Anlage (StGB 228) sowie als Störung des Betriebs der Eisenbahn (StGB 239) anzuzeigen.

7.7.6 Arbeiten an Kabeln

7.7.6.1 Arbeiten im Bereich von Kabeln

Die Kabelanlagen der Bahn, aber auch von Dritten, befinden sich im Gleisgebiet, meist direkt neben dem Schotterbett (im Bahnhofsbereich häufig auch zwischen den Gleisen). Es ist bei allen Bauarbeiten, insbesondere bei Aushubarbeiten, darauf zu achten, dass diese Kabel keinesfalls beschädigt werden. Der Anlagenverantwortliche muss vor Beginn der Arbeiten genauen Aufschluss über die Lage der Kabel geben. Kann die genaue Lage nicht eindeutig festgestellt werden, ist diese durch Handsondierung festzustellen.

Eine Beschädigung der Kabel ist unfallträchtig und hat unter Umständen eine erhebliche Störung des Bahnverkehrs zur Folge.

Jeder, der Grabarbeiten im Bereich des Bahnkörpers ausführt, hat sich vorher bei den zuständigen internen und externen Stellen zu erkundigen, wo Kabel liegen. Die zuständigen Stellen bezeichnen die Lage der Kabel und geben die Massnahmen zu ihrem Schutz bekannt.

Bei Oberflächenkabelkanälen ist speziell zu beachten, dass diese nicht durch das Befahren von Baumaschinen beschädigt werden.

7.7.6.2 Arbeiten an Hochspannungskabeln

Jedes Hochspannungskabel ist als unter Spannung stehend zu betrachten, so lange es nicht als ausgeschaltet gemeldet und von der betreffenden Arbeitsgruppe selbst geerdet worden ist.

Der Arbeitsleiter hat den Arbeitsbereich eindeutig festzulegen und die folgenden fünf Schritte in dieser Reihenfolge anzuordnen oder durchzuführen:

Erden:

1. Freischalten
Der spannungslose Zustand an der Arbeitsstelle muss vor Arbeitsbeginn erstellt werden, d.h. das Kabel ist beidseitig freizuschalten.
2. Gegen Wiedereinschalten sichern
Die Anlagen sind gegen das Wiedereinschalten zu sichern.
3. Spannungsfreiheit feststellen
Die Spannungsfreiheit ist eindeutig und unmissverständlich festzustellen.
4. Erden und Kurzschliessen
 - 4.1 An beiden Kabelenden sind die Innenleiter und leitende Umhüllungen (Abschirmung/Armierung) miteinander zu verbinden, jedoch nicht zu erden.
 - 4.2 Die leitenden Umhüllungen sind vor der Ausführung der Arbeiten links und rechts der Arbeitsstelle an Erde zu legen.
5. Abschränken / Schützen
Benachbarte, unter Spannung stehende Teile sind abzudecken oder abzuschränken.

Aufhebung der Erdung:

1. Kontrolle, ob sich keine Personen / Gegenstände im Gefahrenbereich befinden.
2. Abschränkungen entfernen.
3. Erdungen und Verbindungen zwischen Innenleiter und Umhüllungen entfernen.
4. Warnhinweise entfernen.
5. Kabel einschalten.
6. Zuständige Stellen verständigen, dass Kabel eingeschaltet ist.

Alle an der Arbeit beteiligten Personen müssen sachverständig oder instruiert sein oder von einer solchen Person beaufsichtigt werden.

7.7.6.3 Arbeiten an Niederspannungskabeln

Bei Arbeiten an Niederspannungskabeln ist analog wie bei Hochspannungskabeln vorzugehen (Siehe 7.7.6.2). Auf das Erden und Kurzschliessen darf verzichtet werden, wenn keine Gefahr von Spannungsübertragung oder Rückeinspeisung besteht.

Grundsätzlich sind die Kabel allseitig freizuschalten; bei langen Kabeln entlang Bahnstrecken (> 300 m) ist auch der Neutraleiter zu trennen.

Muss an Niederspannungskabeln unter Spannung gearbeitet werden, ist zu beachten:

- Bestimmungen «Arbeiten unter Spannung».
- Die Nennspannung darf nicht mehr als 300 V gegen Erde betragen.
- Mäntel und Adern dürfen nur aufgetrennt werden, wenn die vorgesehene Unterbruchstelle vorgängig zuverlässig überbrückt wurde. Es darf jeweils nur eine Kabelader blankgelegt werden.

7.7.7 Arbeiten an Fahrzeugen

An der elektrischen Starkstromausrüstung von Fahrzeugen darf in der Regel nur im spannungslosen Zustand gearbeitet werden.

Sind bestimmte Arbeiten technisch nur unter Spannung möglich, gelten die Vorschriften über «Arbeiten unter Spannung».

Vor dem Besteigen eines Fahrzeugdaches oder von Fahrzeugvorbauten hat das Ausschalten und Sichern nach dem im Kapitel 7.5 erläuterten Prinzip zu erfolgen.

Die zum Besteigen eines Fahrzeuges nötigen Hilfsmittel dürfen erst verwendet oder aufgerichtet (z.B. Leitern) werden, wenn die sich in der Nähe befindlichen Fahrleitungen ausgeschaltet und geerdet bzw. kurzgeschlossen sind.

Bei allen Arbeiten an der Starkstromausrüstung von Fahrzeugen, die unter dem spannungsführenden Fahrdraht stehen, sind alle Stromabnehmer zu senken und gegen unbeabsichtigtes Heben zu sichern.

Der Schutz ist auch gewährleistet, wenn ein Triebfahrzeug unter einer ausgeschalteten und geerdeten bzw. kurzgeschlossenen Fahrleitung steht und diese gegen unbeabsichtigtes Wiedereinschalten gesichert ist.

Bei Arbeiten an Fahrzeug-Komponenten wie Stromrichtern, Transformatoren, Kondensatoren etc. sind die Herstellervorschriften bezüglich Restspannungen zu beachten.

7.8 Zusammentreffen verschiedener elektrischer Systeme

7.8.1 Speisungssysteme

Die anlagespezifischen Vorschriften sind in jedem Fall zu beachten.

7.8.2 Erdungssysteme

7.8.2.1 Erklärung

Falls in einer Anlage mehrere Erdungssysteme von Bahnstromnetzen unter sich oder mit bahnfremden Netzen zusammentreffen, sind sie entweder miteinander verbunden, oder durch bauliche Massnahmen so voneinander getrennt, dass sie nicht gleichzeitig berührt werden können.

Beispiele: Mehrschieniges Gleis (Normal- und Meterspur) in Gemeinschaftsbahnhöfen, Verladeanlagen von Normalspurwagen auf Meterspurwagen und umgekehrt, Anordnung von Baukörpern, bei welchen das Einhalten eines genügenden Abstands nicht möglich ist (Geländer, Stützen, Tore, usw.).

7.8.2.2 Verbundene Erdungssysteme

Muss an der Verbindungsleitung gearbeitet werden, so ist sie während der Arbeiten durch eine provisorische Verbindung von gleichwertigem Querschnitt zu ersetzen.

7.8.2.3 Getrennte Erdungssysteme

Wenn bei Instandhaltungsarbeiten ein gleichzeitiges Berühren nicht ausgeschlossen werden kann, sind die Erdungssysteme während der Arbeiten zur Sicherstellung des Personenschutzes miteinander zu verbinden oder es ist nachzuweisen, dass auch im Fehlerfall keine gefährlichen Spannungen auftreten.

8 Betriebsstörungen und Unregelmässigkeiten

8.1 Grundsätzliches

Bei Betriebsstörungen, vor allem bei Unfällen, können die elektrischen Anlagen mitbetroffen sein. Elektrische Leitungen und unter Spannung stehende Anlagenteile sind unter Umständen in greifbare Nähe gerückt.

Die eigene Sicherheit hat höchste Priorität

Ruhiges, überlegtes und zielbewusstes Handeln bildet die Voraussetzung für eine erfolgreiche Hilfeleistung.

8.2 Schutz gegen weitere Unfälle und Schäden

Vor dem Treffen von Massnahmen zur Rettung von Menschenleben oder zur Behebung der Störung ist sicherzustellen, dass die «Sicherheit gegenüber elektrischen Anlagenteilen» gewährleistet ist.

Notwendige Schutzmassnahmen sind so anzuordnen, dass sich ein vorhandener Anlagenschaden nicht unfallgefährdend auswirken kann und die Helfer in der Aufregung nicht noch mehr Schaden anrichten.

Die Erdung der an einer Unfallstelle ausgeschalteten Fahrleitung darf nur in einem Bereich vorgenommen werden, in dem die Schienen- oder Rückleiter (Erdseil) nicht beschädigt sind.

Der Betriebsinhaber ist für das Notfallkonzept verantwortlich.

Bei grösseren Arbeiten oder bei Arbeiten mit erhöhtem Risiko muss eine ausreichende Anzahl von Personen anwesend sein, die bei elektrischem Schlag und/oder Verbrennungen entsprechende Erste Hilfe leisten können. Anleitungen zur ersten Hilfe sind an der Arbeitsstelle auszuhängen oder als Merkblatt an die arbeitenden Personen abzugeben. Siehe auch Merkblatt «Erste Hilfe bei Elektrounfällen» (Anhang 4).

8.3 Rettung von Unfallopfern

Ist eine Person offensichtlich oder auch nur wahrscheinlich einem Stromfluss ausgesetzt, also möglicherweise unter Spannung stehend, ist festzustellen, ob es sich um Hochspannung oder um Niederspannung handelt. Anschliessend ist wie folgt vorzugehen (siehe auch «Erste Hilfe bei Elektrounfällen», Anhang 4):

8.3.1 Bei Hochspannung

- Ausschalten und Erden der Anlage (Vermeidung von Selbstgefährdung durch Hochspannung).
- Retten und Wegschaffen des Opfers aus dem Gefahrenbereich.

8.3.2 Bei Niederspannung

- Retten und Wegschaffen des Opfers aus dem Gefahrenbereich mit Hilfe von isolierenden Gegenständen oder durch Wegziehen an den Kleidern des Opfers, sofern diese trocken sind.

8.3.3 Wiederbelebungsmassnahmen

- Sofort Wiederbelebungsmassnahmen ergreifen (künstliche Beatmung, eventuell Herzmassage) nach spezifischen Anleitungen über «Erste Hilfe bei Elektrounfällen» (Anhang 4).
- Helfer rufen (ohne oder mit nur kurzzeitiger Unterbrechung der Wiederbelebungsmassnahmen).
- Arzt oder Rettungsdienste rufen.
- Wiederbelebungsmassnahmen fortsetzen bis die verunfallte Person das Bewusstsein wieder erlangt hat oder bis ein Arzt oder ein Rettungsdienst die Behandlung übernehmen kann.

A1 Schutzmassnahmen beim Betrieb von Kranen, Hebezeugen und Baumaschinen in der Nähe von Bahnanlagen

suvapro

Sicher arbeiten

Formular 4838
15.01.2012



Verband öffentlicher Verkehr
Union des transports publics
Unione dei trasporti pubblici

Richtlinien der SUVA (Form 1863) mit bahnspezifischen Ergänzungen

0 Zweck und Aufbau

Das Formular 4838 (Anhang 1) basiert auf der Suva Richtlinie 1863 mit bahnspezifischen Ergänzungen und Abweichungen. Es stützt sich auf die besonderen Bestimmungen unter 2.1.1.

1 Geltungsbereich

- 1.1 Das vorliegende Formular 4838 gilt für den Betrieb von Kranen in der Nähe unter Spannung stehender blanker Leiter von Bahnanlagen und stützt sich auf Art. 21 des Eisenbahngesetzes⁵. Es ist sinngemäss auch für das Arbeiten mit Hebezeugen, Baggern, Ladeschaufeln, Rammen, Bohrgeräten, Förderbändern, Betonpumpen und ähnlichen Maschinen anzuwenden. Diese werden im Folgenden alle als Geräte bezeichnet.
- 1.2 Für den Einsatz der Schienenkrane der SBB gilt die Regelung «Verwendung der Schienenkrane» (SBB I-VS-06/03).

2 Besondere Bestimmungen

2.1 Allgemeines

- 2.1.1 Das Bauen in der Nähe der Bahn birgt besondere Gefahren in sich:
 - Einragungen in das Lichtraumprofil können Reisende, Personal und Rollmaterial gefährden.
 - Annäherungen an die unter Hochspannung stehenden Fahrleitungsanlagen, Frei- und Übertragungsleitungen sowie an die zugehörigen Schaltanlagen sind lebensgefährlich.
 - Beschädigungen der längs der Bahn verlegten Kabel führen zu Störungen im Bahnbetrieb und können lebensgefährlich sein.
 - Ein Umstürzen eines Geräts ist sowohl während als auch ausserhalb der Arbeitszeit gefährlich.

⁵ Eisenbahngesetz, Art. 21: «Wird die Sicherheit der Eisenbahn durch Arbeiten, Anlagen, Bäume oder Unternehmen Dritter beeinträchtigt, so ist auf Begehren des Eisenbahnunternehmens Abhilfe zu schaffen.»

- 2.1.2 Beim Einsatz von Geräten in der Nähe unter Spannung stehender blanker Leiter sind die zu treffenden Massnahmen mit dem Leitungseigentümer zu vereinbaren. Die mit dem Leitungseigentümer vereinbarten Massnahmen sind schriftlich festzuhalten. Die Vereinbarungen müssen auf der Baustelle vorhanden sein.

Mit dem Leitungseigentümer ist abzuklären, ob es sich um einen Einsatz innerhalb des technischen Abstandes handelt. Falls dies zutrifft, sind vor Beginn der Arbeiten gemäss Ziffer 2.3 folgende Schutzmassnahmen zu vereinbaren und zu treffen:

- Erdung des Gerätes. Dies erfordert eine Absprache zwischen dem Fahrleitungsdienst und dem Kranbesitzer sowie fallweise mit dem für die Baustelle zuständigen Stromlieferanten.
- Information über besondere Gefahren. Der Fahrleitungsdienst muss die Verantwortlichen der Baustelle über die Gefahren informieren, die beim Herunterfallen oder Berühren eines Leiters bestehen:
 - Gefährdung von Personen
 - Gefährdung des Zugverkehrs
 - Gefährdung der Fahrleitungsanlage
- Alarmorganisation. Festlegen, wer bei einem Zwischenfall wie alarmiert werden muss.

- 2.1.3 In folgenden Fällen hat sich der Betriebsinhaber vor dem Einsatz eines Gerätes über das Vorhandensein von Freileitungen im Arbeitsbereich zu orientieren:

Einsatzort	Höhe des Geräts
Öffentliche Strassen, Bahnübergänge	> 4 m
Bereich der Bahn (näher als 5 m von der nächsten Schiene)	> 3 m

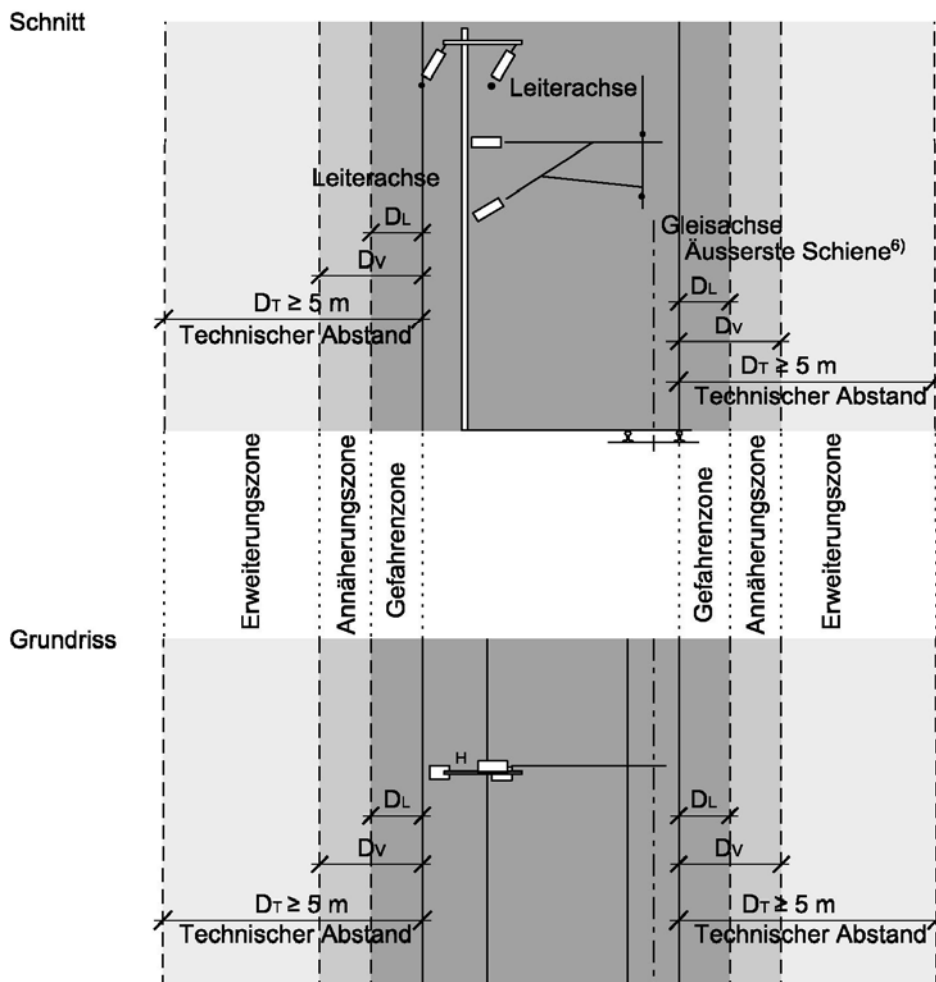
An den Bedienungsstandorten der Geräte, die in diesen Bereichen eingesetzt sind, ist ein Kleber «Was tun, wenn ...» (SUVA-Form 2232) anzuschlagen (zu beziehen bei der SUVA, Arbeitssicherheit, Postfach, 6002 Luzern).

- 2.1.4 Metallische Schutzgerüste, Schutzjoche, Seile und Netze sind gemäss den Weisungen des Fahrleitungsdienstes zu erden.

2.2 Technischer Abstand D_T

Der technische Abstand D_T gemäss Ziffer 7.4.3.1 der Regelung R RTE 20600 umfasst die Gefahrenzone (äussere Begrenzung durch D_L), die Annäherungszone (äussere Begrenzung durch D_V) und die Erweiterungszone (äussere Begrenzung durch D_T). Die Erweiterungszone wird durch den Arbeitsleiter festgelegt. Dabei sind sowohl der normale Betrieb wie ausserordentliche oder besondere Ereignisse zu berücksichtigen. Die Erweiterung wird im Voraus definiert und kann je nach Richtung variieren. Ohne besondere Schutzmassnahmen erstreckt sich die Erweiterungszone bis zu einem Abstand von minimal 5 m von der nächstliegenden Schiene bzw. vom nächstliegenden spannungsführenden Teil. Die Erweiterungszone ist in vertikaler Richtung grundsätzlich nicht begrenzt (siehe Bild A1.1).

Es kann notwendig sein, für den technischen Abstand D_T einen höheren Wert als 5 m zu wählen, um die im normalen Betrieb der Geräte anzunehmenden Bewegungen zu berücksichtigen.



⁶ Bild A1.1: Technischer Abstand D_T beim Einsatz von Geräten

⁶ Die Schienen gelten nicht als unter Spannung stehender Teil. Der technische Abstand wird jedoch ab der äusseren Schiene gemessen, da sie vor Ort einen klaren Bezug bildet und eine gute Berücksichtigung des Fahrleitungs-Zickzacks ermöglicht.

Für längs der Bahn verlaufende Übertragungsleitungen, deren Leiter wesentlich höher liegen als die Fahrleitungsanlagen (inkl. Speiseleitungen), gelten die Zonen gemäss Bild A1.2, wobei der einzuhaltende Abstand unabhängig von der Spannung 5 m beträgt.

Für feste Teile von Kranen, bei denen ein Herunterfallen nicht zu befürchten ist, ist die Erweiterungszone in der Höhe begrenzt und zwar

- 5 m über dem obersten spannungsführenden Teil
- bei nicht elektrifizierten Gleisen 10 m über Schienenoberkante.

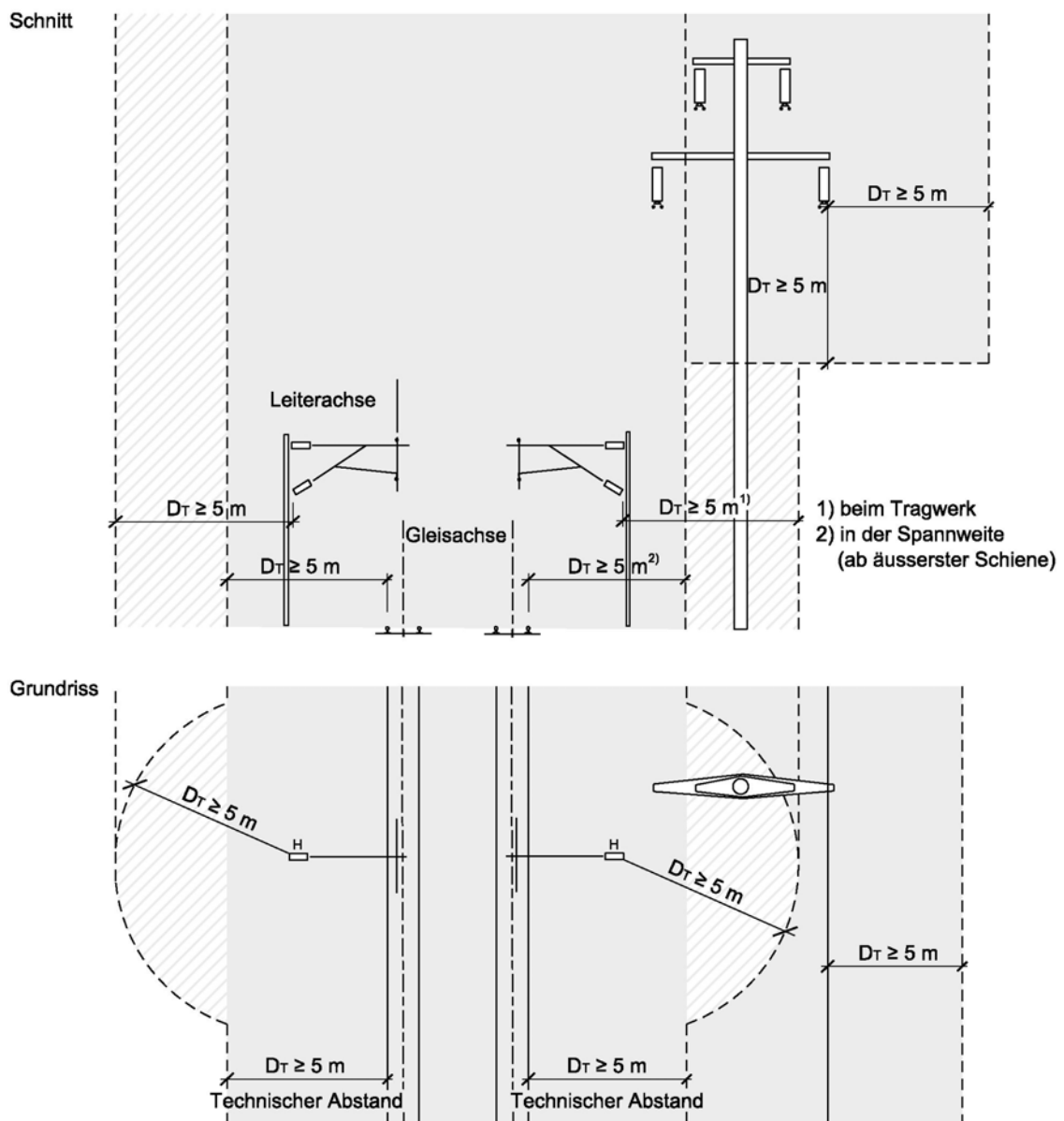


Bild A1.2: Technischer Abstand bei Fahrleitungsmasten und Übertragungsleitungen

2.3 Geräteeinsatz, nötige Schutzmassnahmen

Verantwortlich für einen sicheren Betrieb der Geräte ist der Unternehmer. Er hat die Standsicherheit der Geräte während und ausserhalb der Arbeitszeit sicherzustellen.

Aufgabe des Fahrleitungsdienstes ist es, ihn zu beraten und ihm die in diesem Formular 4838 beschriebenen Schutzmassnahmen vorzuschreiben.

Der Betrieb ohne Schutzgerüst ist zulässig, wenn die Abstände gemäss Bild A1.3 eingehalten und das Gerät mit einem Leiter von mindestens $50 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$, blank oder $95 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$, isoliert bahngeerdet wird (Querschnitte gelten für 15 kV-Bahnen; 40 kA, 100 ms).

Wenn Gerät und Last auch unter Berücksichtigung des Auspendelns immer ausserhalb der Erweiterungszone bleiben, und wenn das Gerät auch beim Umstürzen unter Spannung stehende Teile nicht berühren kann, darf auf die Bahnerdung verzichtet werden.

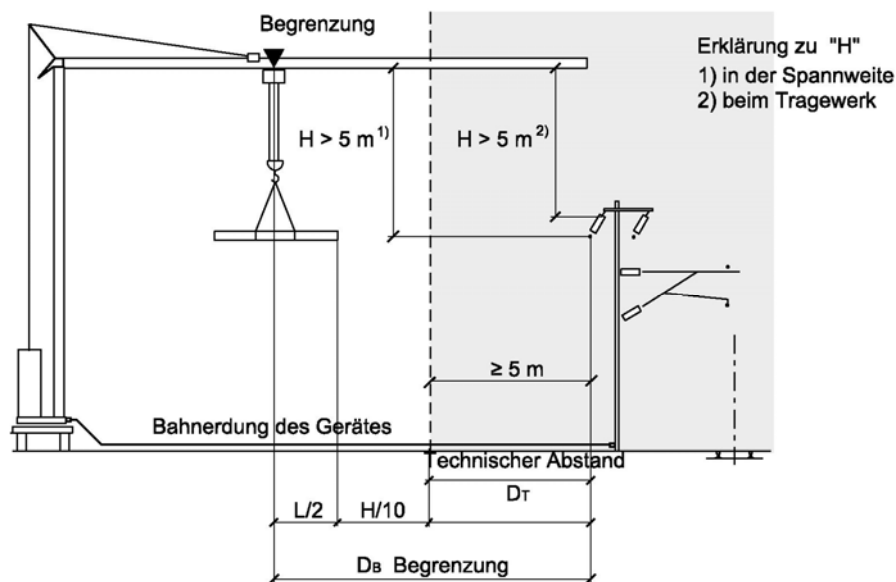


Bild A1.3: Betrieb ohne Schutzgerüst

Legende

- D_A = Abstand zum Anschlag⁷ (Einstellung der Begrenzung des Arbeitsbereichs)
- D_T = Technischer Abstand (Erweiterungszone); $\geq 5 \text{ m}$
- L = Länge der Last
- H = Höhendifferenz zwischen Ausleger des Geräts und dem betreffenden unter Spannung stehenden Teil (schlimmster Fall)

Der Abstand zum Anschlag wird nach folgender Formel berechnet:

$$D_A = L/2 + H/10 + D_T$$

Feste Teile eines Gerätes (Ausleger, Gegengewicht etc.) dürfen in die Erweiterungszone hineinragen, wenn sie von unter Spannung stehenden Teilen einen Abstand von mindestens 5 m einhalten. Das Eindringen beweglicher Teile ist mittels Anschlägen gemäss 2.3.1.5 und 2.3.1.6 zu verhindern.

⁷ bzw. elektronische Laufbegrenzung

2.3.1 Massnahmen gegen das Eindringen in die Erweiterungszone

Können Geräte oder Lasten in die Erweiterungszone geraten, ist eine der folgenden Schutzmassnahmen zu treffen:

2.3.1.1 *Unterbrechen des Bahnbetriebs mit Ausschalten und Erden der Leitungen*

Diese Massnahme kommt im Allgemeinen nur in Betracht für einmalige, kleine Arbeiten kurzer Dauer. Die Bauleitung hat sie rechtzeitig mit der Bahn zu vereinbaren (bei den SBB mit dem Fahrstrom-Anlagenverantwortlichen, welcher die Koordination mit dem Betriebsdienst übernimmt).

Die Leitung ist dauernd ausser Betrieb zu setzen. Der Fahrleitungsdienst erdet die Leitung im Arbeitsbereich sichtbar und bestätigt schriftlich, dass die Leitung dauernd ausgeschaltet und geerdet ist.

2.3.1.2 *Verlegen oder Verkabeln der Leitung*

Diese Massnahme kommt allenfalls für Hilfs-, Speise- oder Umgehungsleitungen in Frage.

2.3.1.3 *Isolierung der blanken Leiter*

Ein Isolieren kommt nur bei Niederspannung ($\leq 1,5$ kV DC bzw. ≤ 1 kV AC) in Betracht. Der Elektrodienst der Bahn (bei den SBB der Fahrstrom-Anlagenverantwortliche) bringt die Isolierungen an und entfernt sie.

Um Kurzschlüsse beim Berühren der Leitung durch Hubseile oder Geräteteile zu vermeiden, sind alle Leiter zu isolieren.

2.3.1.4 *Beschränkung des Arbeitsbereichs der Geräte durch Schutzgerüste*

Siehe Bild A1.4 a/b und Ziffer 3.1.

Durch das Aufstellen eines Schutzgerüsts lässt sich die Erweiterungszone reduzieren.

Schutzgerüste **markieren** die zulässige Annäherung an die Bahnanlagen. Zum Schutz vor herunterfallenden Gegenständen dienen Schutztunnel. Siehe Ziffer 3.2.

2.3.1.5 *Beschränkung der Fahr- und Hubbewegung*

Fahr- und Hubbewegungen können durch Endschalter oder Anschläge begrenzt werden. Mögliche Auffahrstösse dürfen die Bauteile nicht beschädigen.

- Die Endschalter müssen so eingestellt werden, dass die Bewegungen vor Erreichen der mechanischen Anschläge zum Stillstand kommen und Gerät und Last ausserhalb der Erweiterungszone bleiben.
- Die mechanischen Anschläge müssen so eingestellt sein, dass das Gerät und eine allfällige Last ausserhalb der Erweiterungszone zum Stillstand kommen. Das Pendeln der Last ist rechnerisch zu berücksichtigen (siehe Bild A1.3).
- Diese Anforderungen sind mit der grösstmöglichen Betriebsgeschwindigkeit zu prüfen.

2.3.1.6 *Beschränkung der Schwenkbewegung*

Die Beschränkung des Schwenkbereichs mit Endschaltern ist nur zulässig, wenn die Leitung abseits des Arbeitsbereichs verläuft, der Endschalter nicht während des Betriebs angefahren werden muss und das Gerät eine automatisch wirkende Schwenkbremse besitzt.

Für beide Schwenkrichtungen genügt je 1 Endschalter mit zwangsunterbrechenden, in Ausschaltstellung offenen Kontakten, wenn

- die Endschalter während des Betriebs nicht angefahren werden müssen und
- die pendelnde Last beim Anfahren der Endschalter aus voller Geschwindigkeit ausserhalb der Erweiterungszone bleibt und
- an exponierten Stellen der Windeinfluss auf Last und Auslaufwege berücksichtigt wird.

Schwenkbewegungen dürfen in der Regel nicht mechanisch begrenzt werden.

Freidrehen ist ohne Last und bei ganz aufgezoogenem Lasthaken erlaubt, sofern der erforderliche technische Abstand in jeder Geräteposition vorhanden ist.

Die Erweiterungszone ist durch Wimpelleinen oder andere Mittel für den Geräteführer gut sichtbar zu markieren.

Elektronische Arbeitsbereichsmarkierungen an Turmdrehkränen stellen eine Schutzmassnahme im Sinne von Ziffer 2.3.1 dar. Voraussetzung für den Einsatz eines mit einer Arbeitsbereichsbegrenzung ausgerüsteten Krans ist eine Bescheinigung der SUVA. Sie gibt Auskunft über die Tauglichkeit des Krantyps und der Arbeitsbereichsbegrenzung sowie der Kombination beider Elemente.

Die Bestätigung ist vom Kranbetreiber beim Kranlieferanten zu beziehen und auf der Baustelle zur Verfügung zu halten.

Im weiteren wird vorausgesetzt, dass die Arbeitsbereichsbegrenzung nach den Weisungen des Herstellers montiert, eingestellt und betrieben wird.

2.3.2 Geräte ausser Betrieb

Geräte, die sich ausser Betrieb in die Erweiterungszone bewegen können, sind nach den Angaben des Herstellers zu verankern.

2.3.3 Bahnerdung

Eine Bahnerdung mit mindestens 50 mm² Cu blank oder 95 mm² Cu isoliert ist notwendig bei (Gegebene Querschnitte gelten für 15 kV-Bahnen; 40 kA, 100 ms):

- Geräten, die in die Erweiterungszone eindringen können (z.B. beim Umstürzen)
- Geräten, an denen gefährliche Berührungsspannungen auftreten können.

Der Fahrleitungs-Systemverantwortliche bestimmt nach Rücksprache mit dem Bereich Niederspannungstechnik, welche Geräte bahngeerdet werden müssen und schliesst die vom Unternehmer erstellte Erdung an der Bahnerde an.

Zum Vermeiden gefährlicher Berührungsspannungen auf der Baustelle legt die Infrastrukturbetreiberin (bei den SBB der Fahrstrom-Anlagenverantwortliche) sofern notwendig im Einvernehmen mit dem zuständigen EW spezielle Massnahmen fest.

2.3.4 Schutzmassnahmen für Bahnkabel

Der Kabeldienst bezeichnet die Lage der Bahnkabel und schreibt vor, welche Massnahmen zu ihrem Schutz zu treffen sind.

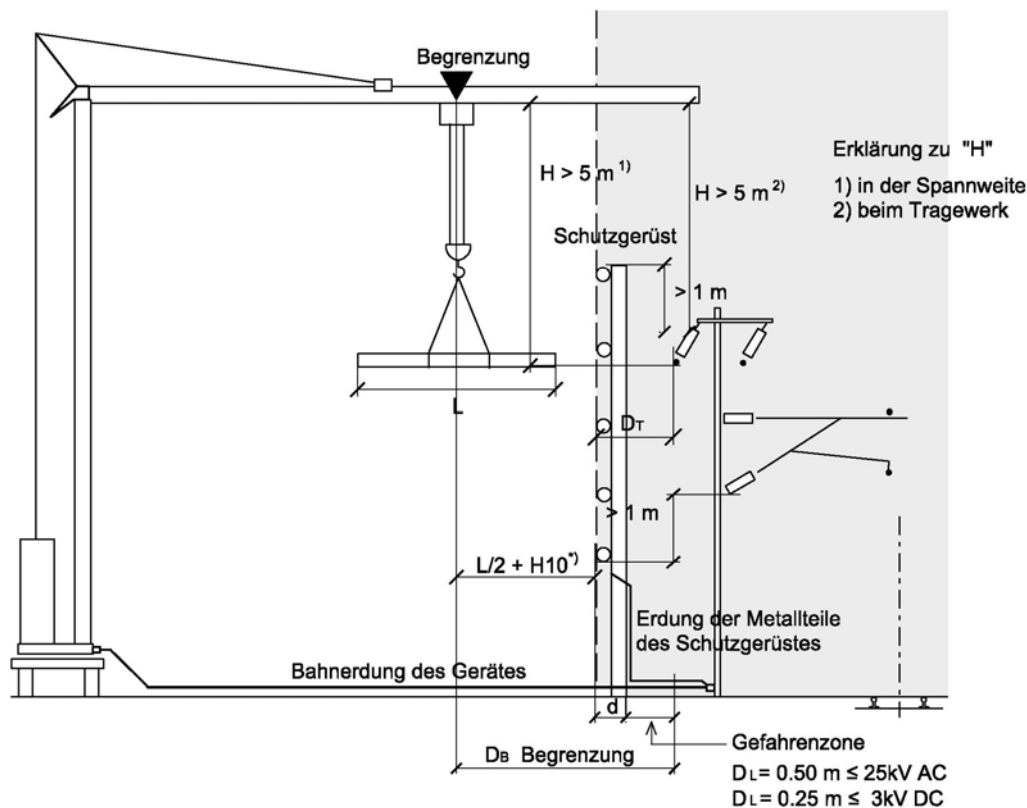


Bild A1.4 a: Schutzgerüst auf Seite der Leitungsmasten

Legende

- D_T = Technischer Abstand (Erweiterungszone); $= D_L + d$
 D_A = Abstand zum Anschlag⁸ (Einstellung der Begrenzung des Arbeitsbereichs)
 D_E = Abstand zum Endschalter⁷ (Einstellung der Begrenzung des Arbeitsbereichs)
 L = Länge der Last
 H = Höhendifferenz zwischen dem Ausleger des Geräts und dem betreffenden unter Spannung stehenden Teil
 $L/2 + H/10^{*)}$ = Abstand zur Verhinderung des Eindringens von Personen und Gegenständen / Geräten in die Erweiterungszone
 D_L = Gefahrenzone (begrenzt durch Schutzgerüst, welches für Spannungen $\leq 25 \text{ kV AC}$ im Abstand von wenigstens 0.5 m bzw. für Spannungen $\leq 3 \text{ kV DC}$ 0.25 m von unter Spannung stehenden Teilen entfernt aufzustellen ist)
 d = Dicke des Schutzgerüsts

Der Abstand zum Anschlag bzw. Endschalter wird nach folgender Formel berechnet:

$$D_A (\text{Anschlag}) = L/2 + H/10 + D_L + d$$

$$D_E (\text{Endschalter}) = D_A + x \text{ (x ist aufgrund der Gerätedaten festzulegen)}$$

*) Bei geschlossenen Bretterwänden (Dimensionierung siehe 3.1.3) oder bei metallischen, bahngeerdeten Schutzgerüsten mit Öffnungen von höchstens 40 mm Weite (max. 1200 mm^2 gemäss EN 50122-1) kann auf den Abstand zum Gerüst $= L/2 + H/10$ verzichtet werden.

⁸ bzw. elektronische Laufbegrenzung

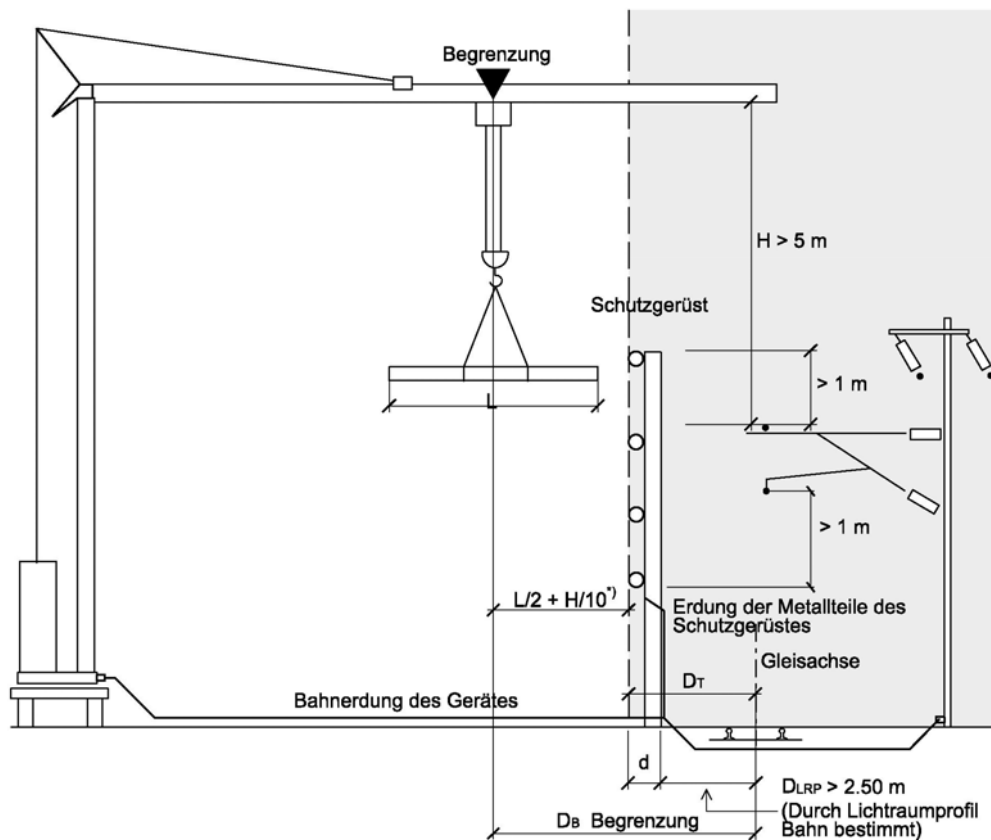


Bild A1.4 b: Schutzgerüst weniger als 5 m von der nächsten Schiene entfernt

Legende

- D_T = Technischer Abstand (Erweiterungszone); $= D_{LRP} + d$
 D_A = Abstand zum Anschlag⁹ (Einstellung der Begrenzung des Arbeitsbereichs)
 D_E = Abstand zum Endschalter⁹ (Einstellung der Begrenzung des Arbeitsbereichs)
 L = Länge der Last
 H = Höhendifferenz zwischen dem Ausleger des Geräts und dem betreffenden unter Spannung stehenden Teil
 $L/2 + H/10^{(*)}$ = Abstand zur Verhinderung des Eindringens von Personen und Gegenständen / Geräten in die Erweiterungszone.
 D_{LRP} = Abstand zu Bahn (begrenzt durch Schutzgerüst, welches im vorliegenden Fall gegenüber dem Gleis das Lichtraumprofil einhält)
 d = Dicke des Schutzgerüsts

Die Abstände werden nach folgenden Formeln berechnet:

$$\begin{aligned}
 D_A \text{ (Anschlag)} &= L/2 + H/10 + D_{LRP} + d \\
 D_E \text{ (Endschalter)} &= D_A + x \text{ (x ist aufgrund der Gerätedaten festzulegen)}
 \end{aligned}$$

*) Bei geschlossenen Bretterwänden (Dimensionierung siehe 3.1.3) oder bei metallischen, bahngeerdeten Schutzgerüsten mit Öffnungen von höchstens 40 mm Weite (max. 1200 mm² gemäss EN 50122-1) kann auf den Abstand zum Gerüst $= L/2 + H/10$ verzichtet werden.

⁹ bzw. elektronische Laufbegrenzung

3 Schutzgerüste und Schutztunnel

3.1 Schutzgerüste (siehe Bild A1.4 a/b und A1.5)

Schutzgerüste sind bauliche Konstruktionen, die in der Regel aus fest im Boden verankerten senkrechten Stangen bestehen, die unter sich durch Streichstangen, Bretter, Prellseile oder Maschengitter verbunden sind. Die horizontalen Elemente müssen die Gefahrenzone abschirmen.

3.1.1 Schutzgerüste dürfen nur unter der Aufsicht der Bahn (bei den SBB: der Fahrstrom-Anlagenverantwortliche) aufgebaut oder abgebrochen werden.

3.1.2 Die Schutzgerüste haben folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Markieren des zulässigen Arbeitsbereichs
- Schutz vor Annäherung an die Hochspannung
- Schutz des Lichtraumprofils der Bahn beim Hantieren mit Baumaterialien wie Brettern, Stangen, Armierungseisen etc.
- Schutz vor pendelnden Lasten.

3.1.3 Für die Dimensionierung der vertikalen Schutzgerüste sind unter anderem zu berücksichtigen:

- Eigengewicht
- Allfällige Nutzlasten
- Windkräfte
- Anprall von pendelnden Lasten.

Die Bahn kann vom Ersteller des Schutzgerüsts den rechnerischen Nachweis der Dimensionierung verlangen.

Schutzgerüste sind gegen den Anprall von Strassenfahrzeugen mit geeigneten Massnahmen zu schützen (z.B. mit Leitplanken).

3.1.4 Der Abstand der Schutzgerüste vom Gleis beträgt im Minimum 2.50 m (halbe Breite des Lichtraumprofils). Ausnahmen sind im Einvernehmen mit der Bahn (bei den SBB der Fahrstrom-Anlagenverantwortliche) zu bestimmen und haben den Vorschriften über den Lichtraum zu entsprechen.

3.1.5 Zwischen Schutzgerüst und unter Spannung stehenden Teilen ist DL gemäss R RTE 20600 für Spannungen ≤ 25 kV AC mindestens ein Abstand von 0.5 m einzuhalten. Bei Spannungen ≤ 3 kV DC beträgt der Abstand mindestens 0.25 m. Dabei sind die Bewegungen des Schutzgerüsts und der Leiter unter dem Einfluss der einwirkenden Kräfte zu berücksichtigen.

3.1.6 Das Schutzgerüst begrenzt die Gefahrenzone

3.1.6.1 Wenn nicht gewährleistet werden kann, dass Personen und Gegenstände / Geräte gegenüber dem Schutzgerüst den entsprechenden Abstand zur Verhinderung des Eindringens von Personen und Gegenständen / Geräten in die Erweiterungszone freihalten, muss das Schutzgerüst entweder vollwandig und isolierend oder metallisch und bahngeerdet sein und darf im Bereich der unter Spannung stehenden Teile höchstens Öffnungen mit einer Weite von höchstens 40 mm aufweisen (max. 1200 mm² gemäss EN 50122-1).

3.1.6.2 Wenn sichergestellt werden kann, dass Personen und Gegenstände/Geräte gegenüber dem Schutzgerüst die entsprechende Erweiterungszone freihalten, sind folgende Erleichterungen möglich:

- Verwenden von Brettern oder Streichstangen, deren maximaler senkrechter Abstand 1 m nicht überschreiten darf.
- Verwenden von straff gespannten Prellseilen mit Wimpeln, deren maximaler senkrechter Abstand 0.5 m nicht überschreiten darf.

Sind elektrisch leitende Lasten (Gerüststangen, Armierungseisen, Spundbohlen etc.) zu transportieren und besteht die Gefahr, dass sie in angehobener horizontaler Lage in die Gefahrenzone eindrehen können, sind zwischen den Streichstangen, Brettern oder Prellseilen Netze mit einer Maschenweite von höchstens 100 mm anzubringen.

3.1.7 In der Höhe hat das Schutzgerüst 1 m unter den tiefstliegenden unter Spannung stehenden Teilen zu beginnen und muss die höchstliegenden unter Spannung stehenden Teile um 1 m überragen.

3.1.8 In der Länge muss es beidseitig bis zum Schnittpunkt mit dem äussersten Drehkreis der angehängten Last bzw mindestens 3 m über den Arbeitsbereich oder den Schnittpunkt mit dem Drehkreis des Auslegerendes hinausragen (siehe Bilder A1.5 + A1.6).

3.1.9 Die Verbindungen der Metallteile mit Bahnerde haben einen Querschnitt von mindestens 50 mm² Cu blank oder 95 mm² Cu isoliert zu entsprechen (Gegebene Querschnitte gelten für 15 kV-Bahnen; 40 kA, 100 ms).

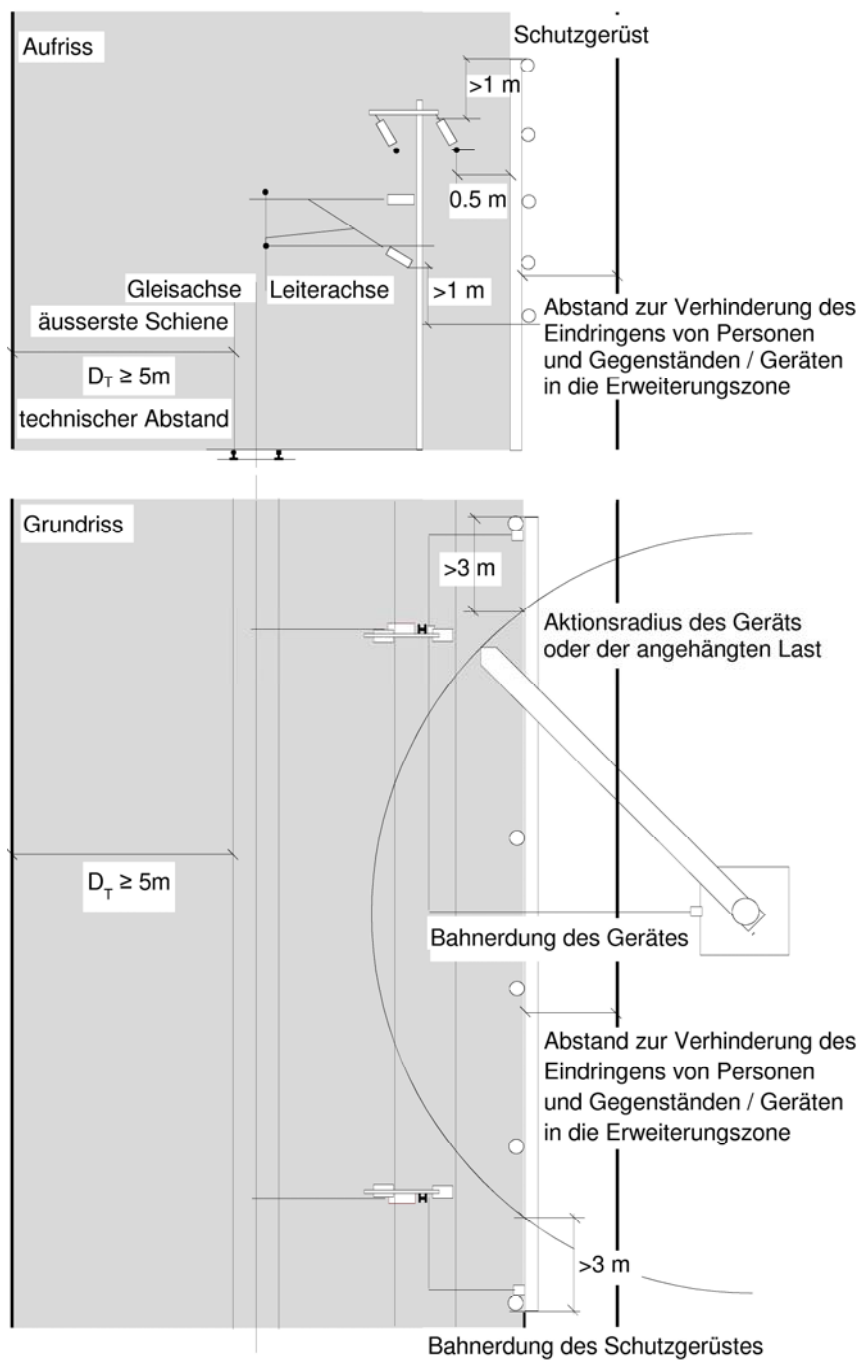


Bild A1.5: Abmessungen der Schutzgerüste

- *) Bei geschlossenen Bretterwänden (Dimensionierung siehe 3.1.3) oder bei metallischen, bahngeerdeten Schutzgerüsten mit Öffnungen von höchstens 40 mm Weite (max. 1200 mm^2 gemäss EN-50122-1) kann auf den Abstand zur Verhinderung des Eindringens von Personen und Gegenständen/Geräten in die Erweiterungszone verzichtet werden.

3.2 Schutztunnel (siehe Bild A1.6)

- 3.2.1 Schutztunnel dürfen nur unter der Aufsicht der Bahn (bei der SBB: der Fahrstrom-Anlagenverantwortliche) aufgebaut oder abgebrochen werden.
- 3.2.2 Der Schutztunnel hat zusätzlich zu den Aufgaben nach 3.1.2 den Bahnbetrieb vor herabstürzenden Lasten zu schützen.
- 3.2.3 Für die Dimensionierung der Schutztunnel sind unter anderem zu berücksichtigen:
- Eigengewicht
 - Nutzlasten
 - Herabstürzende Lasten
 - Schneelast
 - Windkräfte
 - Anprall von pendelnden Lasten.
- Die Bahn kann vom Ersteller des Schutztunnels den rechnerischen Nachweis der Dimensionierung verlangen.
- Schutztunnel sind gegen den Anprall von Strassenfahrzeugen mit geeigneten Massnahmen zu schützen (z.B. mit Leitplanken).
- 3.2.4 Der Schutztunnel besteht aus zwei Schutzgerüsten links und rechts der Bahn und einer darüber liegenden Abdeckung.
- 3.2.5 Die Schutzgerüste haben den Anforderungen gemäss 3.1 zu genügen. Zusätzlich sind sie von der Abdeckung an abwärts bis 1 m unterhalb des tiefstliegenden unter Spannung stehenden Teils als geschlossene Bretterwand auszubilden.
- 3.2.6 Die lichte Höhe über dem Gleis hat den Vorschriften über das Lichtraumprofil zu entsprechen.
- 3.2.7 Die Teile des Schutztunnels haben gegenüber unter Spannung stehenden Teilen einen Abstand von 0.5 m einzuhalten.
- Ist der Schutztunnel mit der Rückleitung verbunden, kann der Abstand in Absprache mit dem Fahrstrom-Anlagenverantwortlichen bis auf den elektrischen Schutzabstand b_e reduziert werden (Siehe AB-EBV 44c, Ziff. 5.9). Es ist zu beachten, dass die Untersicht allenfalls Hohlräume aufweisen muss, damit die Konstruktionsteile der Fahrleitung untergebracht werden können.
- 3.2.8 Die Abdeckung muss beidseits der Fahrleitungen auf eine Breite von je 1 m sowie über den spannungsführenden Teilen wasserdicht sein.
- 3.2.9 Dient die Abdeckung als Arbeitsboden oder als Lehrgerüst, sind an beiden Enden quer zum Gleis verlaufende Abschränkungen anzubringen. Sie müssen so breit sein wie die Abdeckung bzw. beidseits 3 m über den äussersten unter Spannung stehenden Teil hinausreichen, mindestens 1.8 m hoch sein und sind mindestens bis auf eine Höhe von 1 m als Vollwand auszubilden. Darüber dürfen Drahtgitter mit einer Maschenweite von höchstens 40 mm (max. 1200 mm² gem. EN 50122-1) verwendet werden.

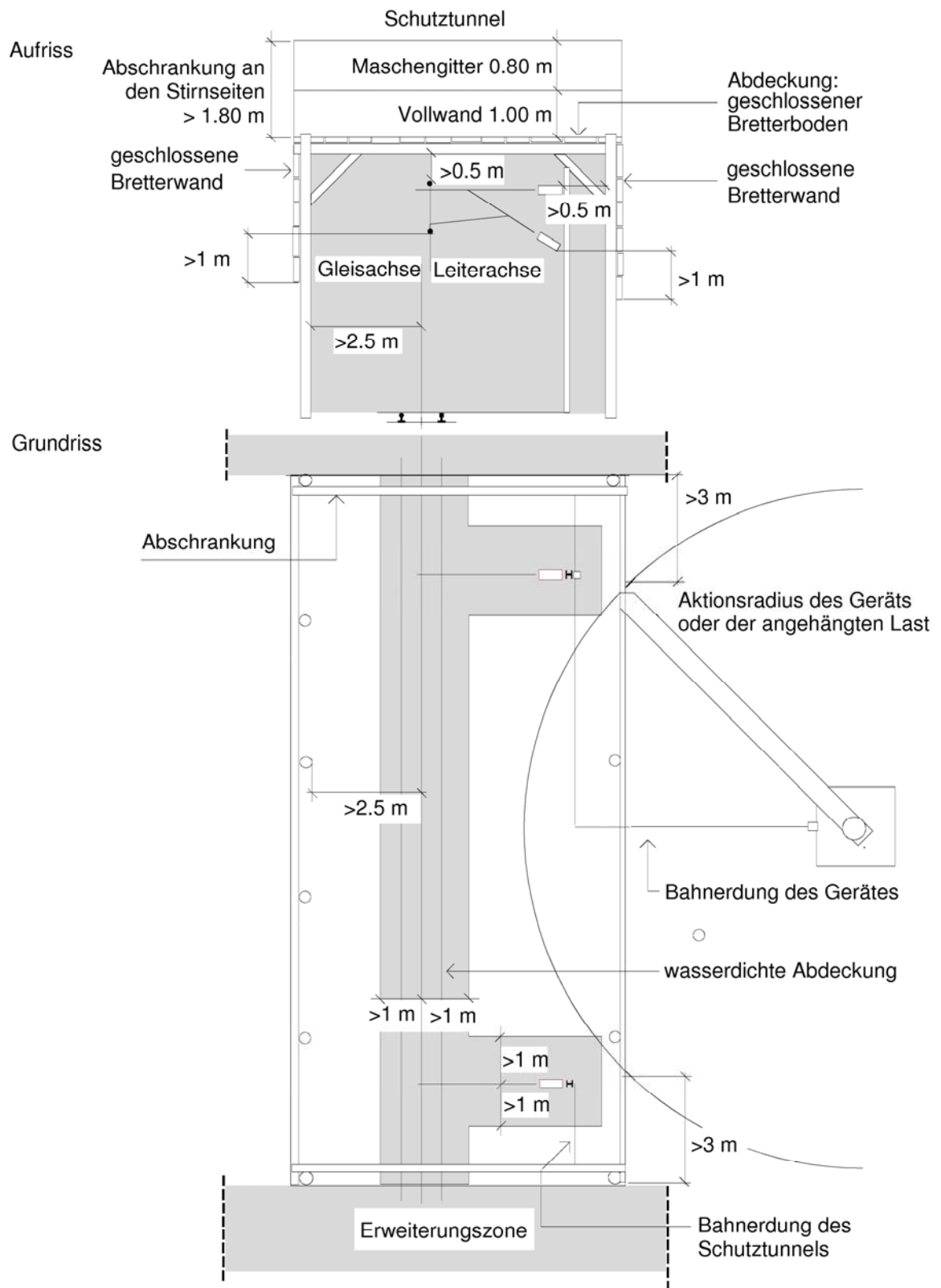


Bild A1.6: Abmessungen und Ausführung der Schutztunnel

Wenn die Abdeckung nur bei ausgeschalteter Fahrleitung betreten wird, kann auf die Abschränkung an den Stirnseiten verzichtet werden.

3.3 Erdung

- 3.3.1 Eine Bahnerdung mit mindestens 50 mm² Cu, blank oder 95 mm² Cu, isoliert ist notwendig bei (Querschnitte gelten für 15 kV-Bahnen; 40 kA, 100 ms):
- Metallischen Konstruktionsteilen der Schutzgerüste und Schutztunnel wie Seile, Netze, Träger etc. und
 - weiteren Metallteilen, wenn sonst gefährliche Berührungsspannungen auftreten können.
- 3.3.2 Der Fahrstrom-Anlagenverantwortliche bestimmt, welche Teile der Schutzgerüste und Schutztunnel bahngeerdet werden müssen und schliesst die vom Unternehmer erstellte Erdung an der Bahnerde an.
- 3.3.3 Zum Vermeiden gefährlicher Berührungsspannungen auf der Baustelle legt die Infrastrukturbetreiberin (bei den SBB der Fahrstrom-Anlagenverantwortliche) sofern notwendig im Einvernehmen mit dem zuständigen EW Massnahmen fest.

4 Unterfahren stromführender Freileitungen

- 4.1 Zur Begrenzung der zulässigen freien Durchfahrtshöhe unter elektrischen Fahr- und Freileitungen sind Schutzjoche aufzustellen.
- 4.2 Schutzjoche bestehen in der Regel aus zwei senkrechten, im Boden fest verankerten Stangen, die auf der zulässigen Durchfahrtshöhe durch eine horizontale Streichstange verbunden sind.
- 4.3 Anstelle der Streichstange kann auch ein straff gespanntes Seil mit Wimpeln verwendet werden.
- 4.4 Schutzjoche sind beidseitig der Freileitung aufzustellen. Ihr Abstand zur Gefahrenzone richtet sich nach den Gefällsverhältnissen der Fahrbahn (Unterfahren der Leitung durch Mulden oder über Dämme).
- 4.5 Die freie Durchfahrtshöhe ist durch Anbringen entsprechender Signaltafeln anzuzeigen. Die Einfahrten in die Schutzjoche sind seitlich zu markieren.
- 4.6 Bei nur einmaligem Unterfahren einer stromführenden Freileitung kann anstelle der Schutzjoche ein Signalmann eingesetzt werden. Dieser darf sich während seiner Tätigkeit keiner andern Aufgabe als der Beobachtung der freien Durchfahrt widmen. Er ist als solcher gut sichtbar zu bezeichnen und mit dem nötigen Signalmaterial auszurüsten (auffallende Kleidung, Signallampe, Flagge, Horn und ähnliche Mittel).

5 Geräteführer und deren Begleitpersonen

- 5.1 Das Personal (Geräteführer, deren Begleitpersonen usw.) ist vor der Aufnahme der Tätigkeit und während der Arbeit in der Nähe von Starkstromanlagen auf alle Gefahren und die einzuhaltenden Massnahmen aufmerksam zu machen.
- Die Fahr- und Freileitungen sind stets als unter Hochspannung stehend zu betrachten. Sie gelten erst dann als spannungslos, wenn der zuständige Mitarbeiter ausdrücklich bestätigt hat, dass sie ausgeschaltet und geerdet sind.
- Die Telefonnummer der Stelle, die die Schaltungen anordnet oder vornimmt (Kreisleitstelle, Unterwerk, Bahnhof) muss bekannt sein.
- 5.2 Die Geräteführer müssen über eine anerkannte Ausbildung verfügen.
- 5.3 Beim Lastentransport im Bereich von Starkstromanlagen darf die Begleitperson die angehängte Last nur mit isolierenden Stangen oder isolierenden Kunststoffseilen führen. Stangen und Seile müssen frei von Schmutz und trocken sein. Metallische Lasten sind bahnzuerden.
- 5.4 Kommt ein Gerät oder die Last mit einem unter Spannung stehenden Teil in Berührung, ist folgendes zu beachten:
- Durch Gegensteuern aus der Gefahrenzone des unter Spannung stehenden Teils wegfahren
 - Nicht vom Fahrzeug absteigen, solange ein unter Spannung stehender Teil berührt wird
 - Wenn der unter Spannung stehende Anlagenteil durch den Lichtbogenüberschlag mit dem Gerät verschweisst ist, kann die Trennung durch Gegensteuern oft nicht vollzogen werden. Wird das Gerät durch den Lichtbogenüberschlag in Brand gesetzt und muss der Maschinist es verlassen, soll er mit beiden Füßen gleichzeitig und möglichst weit weg abspringen.
 - Unter Spannung stehende Geräte oder Lasten nie berühren
 - Sich unter Spannung stehenden Geräten nie nähern
 - Durch Abschränkungen oder Aufstellen einer Wache für das Einhalten eines Sicherheitsabstandes von mindestens 5 m sorgen und das Ausschalten veranlassen.
 - Der Leitungseigentümer ist sofort vom Vorfall in Kenntnis zu setzen.

6 Abweichungen

- 6.1 Über Abweichungen von den Bestimmungen dieses Formulars entscheidet die Bahn.

7 Rechtliche Konsequenzen

- 7.1 Wer die Vorschriften des vorliegenden Formulars missachtet und dadurch den Bahnbetrieb gefährdet, kann gemäss StGB Art. 238 mit Busse oder Haft bestraft werden und hat für verursachte Schäden aufzukommen.

A2 Baustromversorgung (Erdung)

Baustellenverteiler sind der NIV unterstellt und daher bezüglich ihres Personen- und Sachschutzes gleich zu behandeln wie normale Hausinstallationen.

Aus diesem Grund muss für solche Installationen eine Installationsanzeige erstellt und der Sicherheitsnachweis (SiNa) mit einer Schlusskontrolle erbracht werden. Die Abnahmeprüfung muss durch ein unabhängiges, akkreditiertes Kontrollorgan (UNAB) erfolgen.

Die periodische Kontrolle der Baustelleinstallationen erfolgt jährlich durch ein unabhängiges, akkreditiertes Kontrollorgan (UNAB).

Installationen auf Baustellen müssen nach der NIN 7.04 ausgeführt werden.

Bezüglich des Schutzsystems kommen grundsätzlich drei unterschiedliche Varianten für die Stromversorgung zum Einsatz:

1. **System TT (Bild A2.1):** Bei der Anwendung der Schutzterdung TT ist darauf zu achten, dass die Nullungsbedingungen eingehalten sind.
2. **Zusammenschluss der Erdungssysteme Bahn – EW (Bild A2.2):** Wenn die Nullungsbedingungen mit der TT-Schutzterdung nicht erfüllt werden können, ist ein Zusammenschluss der Erdungssysteme in Absprache mit dem EW zu erstellen.
3. **Trennung der Erdungssysteme mit Spannungsbegrenzungseinrichtungen (Bild A2.3):** Die Spannungsbegrenzungseinrichtung ist je nach dem zu erwartenden Kurzschlussstrom zu bemessen. Die Spannungsbegrenzungseinrichtung muss jedoch bei 15 kV / 16.7 Hz einen Kurzschlussstrom von 40 kA sicher ableiten können. Bezüglich Brandgefahr und Montage sind die Hinweise der Hersteller einzuhalten.

Bei Gleichstrombahnen sind zusätzlich die

Richtlinien zum Schutz gegen Korrosion durch Streuströme von Gleichstromanlagen, Korrosionskommission der SGK, C 3

zu beachten.

Codeliste der Querschnitte

Code	Bezeichnung	Querschnitt	Farbe	Isolation
b	Erdungsleiter	XX mm ²		
f	Potentialausgleich für Elektronikschränke	XX mm ²		
HES	Haupterdungsschiene	XX mm ²		
KES	Kabelmantel-Erdungsschiene			
1	Gebäudeerdleiter	XX mm ²		
3	FL-Rückleiter (FL-Erdseil)	XX mm ²		

Die effektiven Werte/Angaben sind im bahnspezifischen Anhang A (SBB) oder B (andere Bahnen) angegeben.

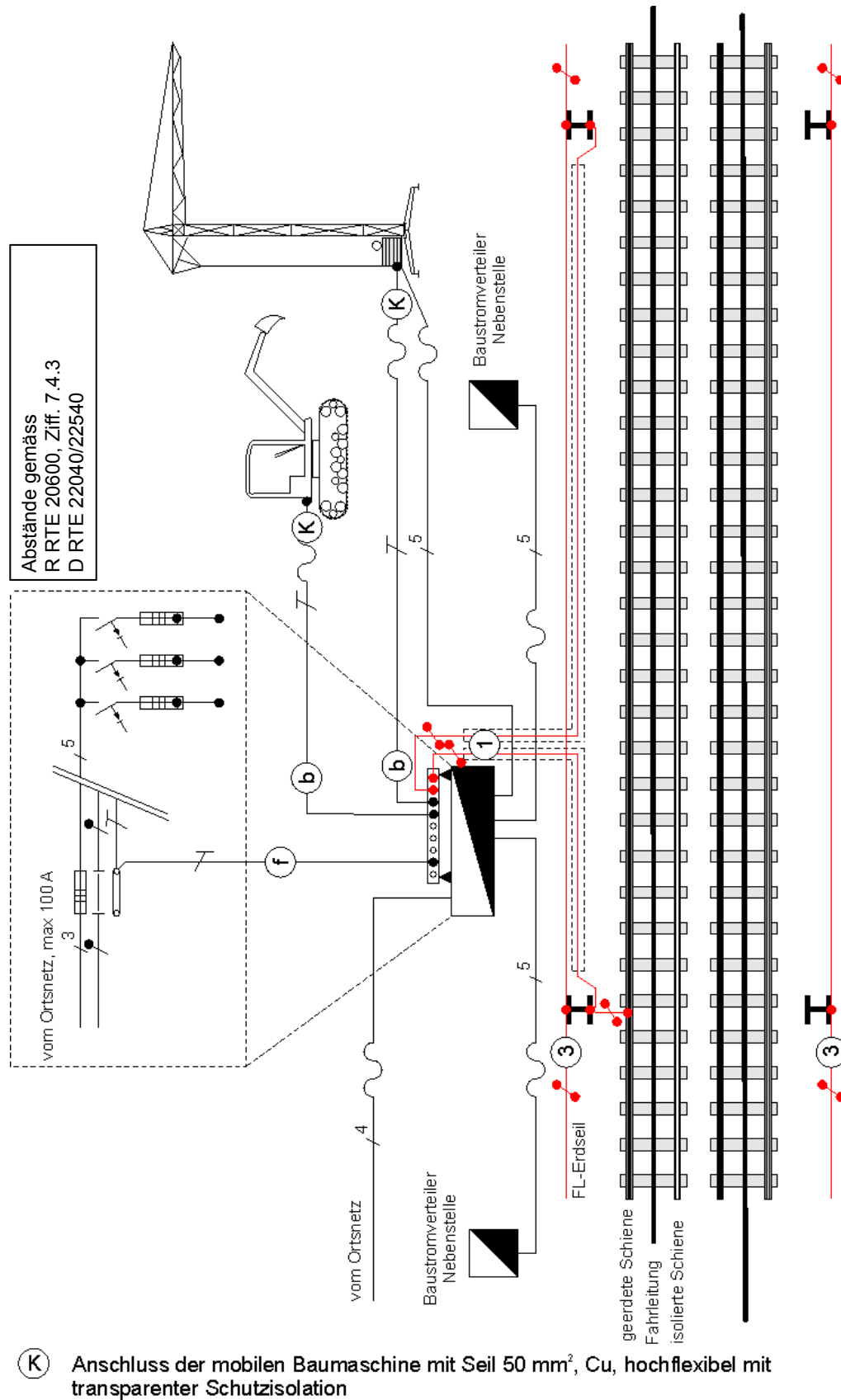


Bild A2.1: System TT

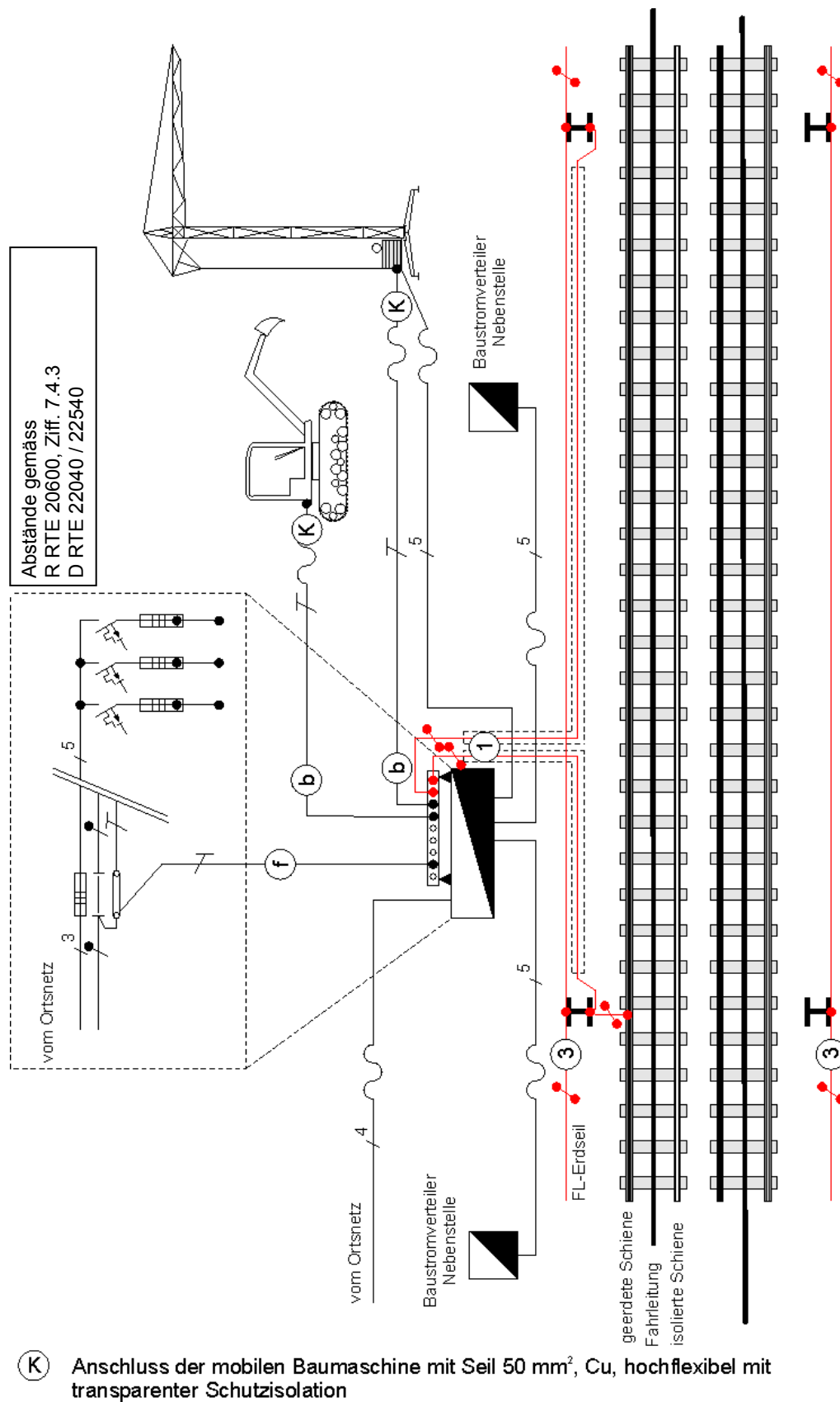
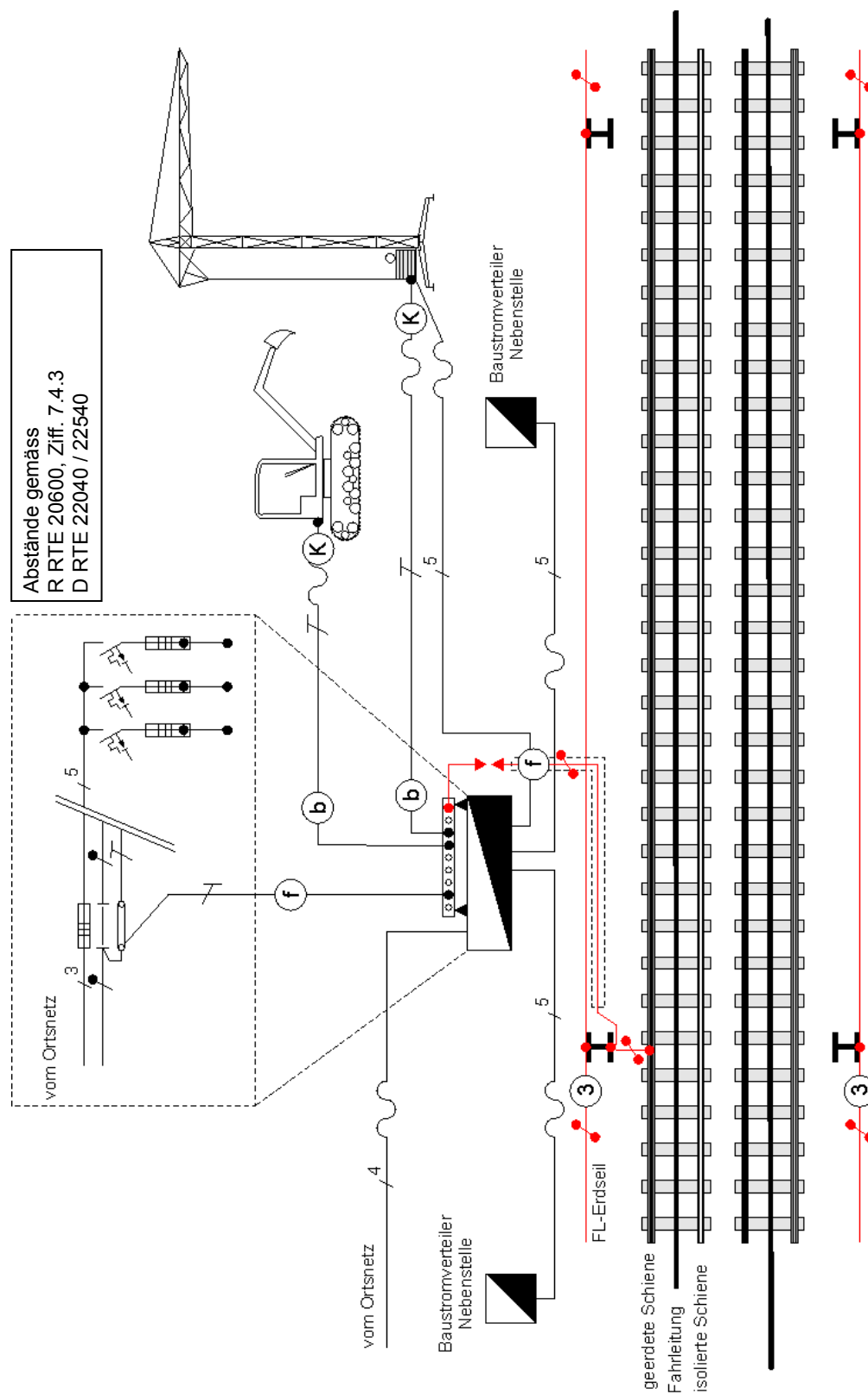


Bild A2.2: Zusammenschluss der Erdungssysteme Bahn – EW

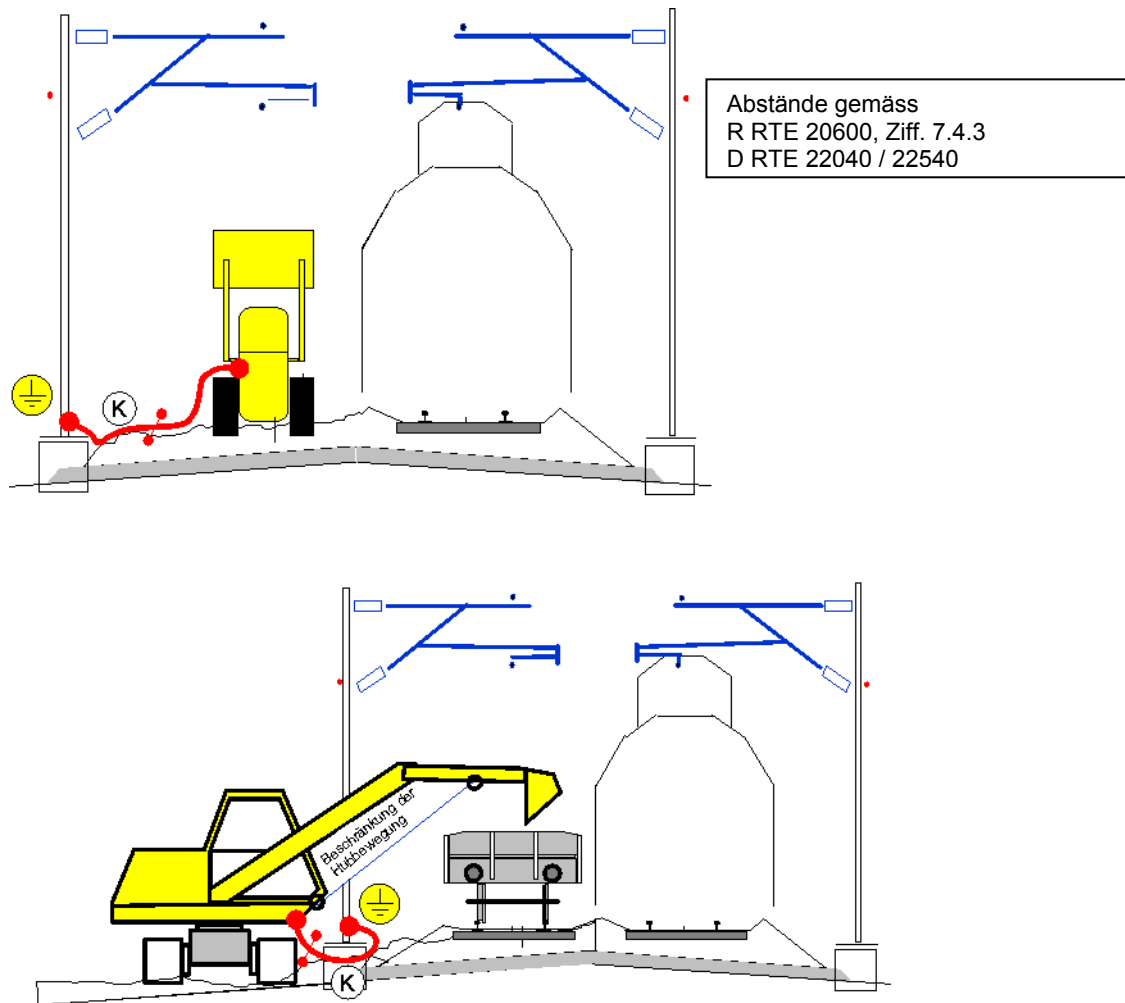


Ⓚ Anschluss der mobilen Baumaschine mit Seil 50 mm², Cu, hochflexibel mit transparenter Schutzisolation

Bild A2.3: Trennung der Erdungssysteme mit Spannungsbegrenzungseinrichtungen.

A3 Mobile Baumaschinen

Beim Einsatz von Arbeitsgeräten (z.B. Hub- und Hebegeräte) auf Flachwagen sind die einschlägigen Bestimmungen der SUVA anzuwenden.



- (K) Seil 50 mm², Cu, hochflexibel, mit transparenter Schutzisolation
 Anschluss an Mast mit Erdseil oder an geerdete Schiene
 Anschluss am Mast und der Baumaschine mit kurzschlussfester Schraubzwinde
 oder Schraubverbindung mit Gewinde \geq M 12, mit Kugelkopf

Hinweis

- R RTE 20100 Sicherheit bei Arbeiten im Gleisbereich
 R RTE 20600 Sicherheit bei Arbeiten im Bereich von Bahnstromanlagen
 D RTE 22040 Handbuch Fahrbahnpraxis Normalspur
 D RTE 22540 Handbuch Fahrbahnpraxis Meterspur

A4 Merkblatt «Erste Hilfe bei Elektrounfällen»

Erste Hilfe bei Elektrounfällen

Bergen des Verunfallten



Selbstschutz beachten, Opfer steht unter Spannung

Niederspannung ($\leq 1000\text{ V}$)

Prinzip:

- Isolieren zwischen Opfer und Retter
- Auf das Unfallopfer zugehen
- An trockenen, isolierenden Kleidern packen, eventuell eigenes trockenes Kleidungsstück einsetzen
- Aus dem Gefahrenbereich ziehen
- Nie an nackten Körperteilen oder nassen Kleidungsstücken fassen. Abschalten nur dann, wenn es schnell und sicher geht

Hochspannung ($\geq 1000\text{ V}$)

Prinzip:

Anlage ausschalten lassen durch Fachpersonal über Tel. 117 (Polizei) und/oder

Tel.: _____
(Netzbetreiber)

Variante für Elektrofachleute:

Bergen von ausserhalb der Annäherungszone mit Betätigungsgerät, das für die anstehende Hochspannung gebaut ist

8320 Fehraltorf
© Copyright
Electrosuisse
Ausgabe 2012
Quelle:
Swiss Resuscitation
Council (SRC)

electrosuisse

1. Beurteilung

Verunfallten ansprechen, wenn keine Reaktion



2. Alarmieren

144 Rettungsdienst

112 Euro SOS

117 Polizei

118 Feuerwehr

1414 REGA

Wer?

Name des Melders

Was?

Art der Notfallsituation

Wann?

Zeitpunkt der Notfallsituation

Wo?

Ort der Notfallsituation

Wie viele?

Anzahl der Patienten,
Art der Verletzungen

Weiteres?

Weitere drohende Gefahren

3. Atmung kontrollieren

**Keine oder
ungenügende Atmung**

Normale Atmung



4. Massnahmen

30 Thoraxkompressionen

- Bei Erwachsenen sollte der Thorax mindestens 5 cm tief eingedrückt werden



Stabile Seitenlagerung

- Patient überwachen



5. Beatmung (Mund zu Nase/Mund zu Mund)

2 Beatmungsschritte

- Kopf nach hinten strecken, Unterkiefer nach oben ziehen



- Beatmen, bis sich Brustkorb hebt und senkt



Wiederbelebungsmaßnahmen durchführen, bis der Rettungsdienst den Patienten übernimmt.

6. Defibrillator (AED) (falls vorhanden)

- Gerät einschalten und Anweisungen befolgen



- Mit den Thoraxkompressionen und der Beatmung im Rhythmus 30:2 weiterfahren, auch wenn Defi angewendet werden kann, sofern das Gerät keine anderen Anweisungen gibt

Blutung

- Verletzten Körperteil hoch lagern
- Druckverband
- Wenn nötig Fingerdruck in die Wunde

Verbrennung

- Brandwunden so rasch wie möglich mit kühlem Wasser (ca. 20°) abkühlen
- Kleider nicht ausziehen
- Sauberes Abdecken der Wunden (erst nach Abkühlung)
- Schutz vor Unterkühlung
- Bei ausgedehnten Verbrennungen: Falls Spitalaufnahme nicht innert einer Stunde nach dem Unfall erfolgen kann, reichlich Flüssigkeit trinken lassen, sofern der Patient bei vollem Bewusstsein ist

A5 – A10 SBB-spezifische Ergänzungen

A5 Ansprechstellen SBB

Die Verantwortung und die Prozesse sind im Managementsystem der SBB-Infrastruktur (**WissIntra**) geregelt. Dort kann je nach Fragestellung die zuständige Organisationseinheit bestimmt werden.

Unterstützung:

Falls kein Zugriff auf das SBB-Intranet besteht, gibt die folgende Tabelle erste Hinweise zu Ansprechstellen:

Fahrstrom-Anlagenverantwortlicher <ul style="list-style-type: none"> - allgemeine Fragen - Sachverständige Person Fahrleitung für Beratungen RSQ und PJ betreffend Arbeitsstellen SBB und Dritte 	→ SBB I-AT-UEW → SBB I-AT-UEW Region
Fahrstrom-Systemführerschaft Niederspannungsinstallation ab Abgangsklemme Sekundärseite	→ SBB I-AT-FS → SBB I-ET-ELA-VFB-NK
Sicherheit im Bereich von Bahnstromanlagen <ul style="list-style-type: none"> - Ansprechstelle für Baustellen Dritter - Festlegung von Massnahmen auf Baustellen Dritter und SBB - Koordination der Fachdienste auf Arbeitsstellen 	je nach Region: SBB I-AT-UEW-RWT SBB I-AT-UEW-RME SBB I-AT-UEW-RSD SBB I-AT-UEW-ROT
Erstellen und Archivieren von Erdungs- und Rückleitungskonzepten (für SBB und Baustellen Dritter) <ul style="list-style-type: none"> - 16.7 Hz - Zusammentreffen 50 Hz / 16.7 Hz 	→ SBB I-AT-FS → SBB I-ET-ELA-VFB-NK (bei dauerhaften Zusammenschlüssen ist SBB I-AT-FS-PAM zu konsultieren)
Arbeitsausführungen im Bereich von Bahnstromanlagen <ul style="list-style-type: none"> - sachverständige Person Fahrleitung für Ausführung von Arbeiten und Instruktionen auf Baustellen Dritter und SBB - Aufsicht bei Bauarbeiten 	Regionales Auftragsbüro: SBB I-IH-RWT-PPA-PPS SBB I-IH-RME-PPA-PPS SBB I-IH-RSD-PPA-PPS SBB I-IH-ROT-PPA-PPS

A6 Arbeiten an Hochspannungskabeln (Ergänzung zu Ziff. 7.7.6.)

Das Dokument ist als unternehmensspezifische Regelung der SBB verfügbar unter I-50060 „Richtlinien für Arbeiten an Hochspannungskabeln (> 1 kV)“.

A7 Vorgehen bei Betrieb, Instandhaltung und Störungen

(Ergänzungen SBB zu Ziff. 7.3, 7.5, 7.6 und 7.7)

A7.1 Bestimmungen

A7.1.1 Schalten

A7.1.1.1 Schaltberechtigung

Zum Erteilen von Schaltbefehlen berechtigt sind:

- a) sachverständige Personen
 - der zentralen Leitstelle der Bahnstromversorgung (ZLS I-EN);
 - der Kreisleitstelle;
 - der zuständigen Unterhaltsdienste.
- b) dafür instruierte Personen
 - der Unterhaltsdienste;
 - der Bahnhöfe bzw. Fernsteuerzentren.

Nur zum Erteilen von Ausschaltbefehlen berechtigt sind:

- Disponenten der Betriebsleitzentrale;
- Fahrpersonal;
- Dritte im Notfall.

Personen, die nur zum Erteilen von Ausschaltbefehlen berechtigt sind, bezeichnen die auszuschaltenden Gleise oder Leitungen möglichst präzise. Im Notfall wird grossräumig ausgeschaltet.

Schaltbefehle müssen eindeutig sein.

Schaltbefehle werden erteilt unter Angabe von:

- Name und Funktionsbezeichnung;
- Ort (Bahnhof, Spurwechsel, Gleisnummer...);
- Bezeichnung des Schalters;
- Passwort.

Passwort

Die bisherige Praxis hat gezeigt, dass die schaltberechtigten Personen oftmals immer wieder dieselben Passwörter verwenden. Eine mehrfache Verwendung desselben Passworts stellt ein Sicherheitsrisiko dar. Aus diesem Grund wird das Passwort nicht mehr von der Person festgelegt, welche den Schaltbefehl erteilt, sondern von der Person in der Kreisleitstelle (KLS), welche den Schaltbefehl ausführt.

Die Vergabe des Passworts durch die KLS erfolgt nach einer Passwortliste. Bereits verwendete Passwörter werden auf der Liste abgestrichen. Somit wird sichergestellt, dass ein Passwort pro Tag nur einmalig verwendet werden kann.

A7.1.1.2 Schalthandlungen

Schaltungen im Fahrleitungsnetz werden grundsätzlich von der Kreisleitstelle vorgenommen.

Wo die Strecken- und Bahnhofschalter nicht fernsteuerbar sind, schaltet im Auftrag der Kreisleitstelle:

- das Personal des Unterhaltsdienstes;
- das instruierte Bahnhofpersonal;
- das dafür instruierte Personal anderer Dienste;
- dafür instruierte Dritte.

In Ausnahmefällen sind die Kompetenzen wie folgt geregelt:

1001, 1002	Speisepunktschalter	Bedienung durch instruiertes Personal im Auftrag der Kreisleitstelle
4, 19, usw.	Speise- & Kuppelschalter	
1, 2, 7, 8 21, 22, 27, 28	Streckenschalter	Bedienung durch instruiertes Personal im Auftrag der Kreisleitstelle
3, 6, 23, 26	Bahnhofschalter	Im Notfall: Ausschalten in eigener Kompetenz

Das betriebsmässige Schalten nicht ferngesteuerter Sektoren in Bahnhöfen, in Unterhalts- und Service-Anlagen führt das zuständige instruierte Personal aus.

Die Regelung R RTE 20600 regelt in Kapitel 7.3 das Vorgehen bei Schalthandlungen.

Protokollierung

Schalthandlungen sind zu protokollieren. Ausgenommen ist das betriebsmässige Schalten nicht ferngesteuerter Sektoren in Bahnhöfen, Unterhalts- und Service-Anlagen.

Bedienen von Hörnerschaltern

Hörnerschalter dürfen nur ausgeschaltet werden, wenn sichergestellt ist, dass die unter den entsprechenden Fahrleitungen stehenden Fahrzeuge die Stromabnehmer gesenkt haben und allfällige andere an diesem Hörnerschalter bzw. an der Fahrleitung angeschlossene Verbraucher (z.B. Zugvorheiz- und Weichenheizanlagen) ausgeschaltet sind. [FDV R 300.11, Ziff. 2.1.5]

Wiedereinschalten

Aufträge zum Wiedereinschalten dürfen nur ausgeführt werden, wenn sie vom richtigen Passwort begleitet sind.

A7.1.2 Erden

A7.1.2.1 Zuständigkeiten

Zum Erden von Fahrstromanlagen berechtigt sind:

- sachverständige Personen in allen Anlagen
- instruierte Personen in jenen Anlagen, für die sie die konkrete Instruktion erhalten haben.

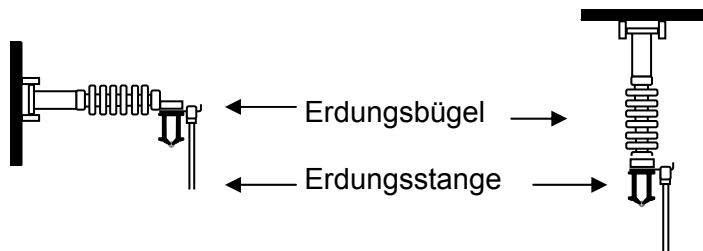
A7.1.2.2 Erden der Fahrleitung (siehe Kapitel 2)

Fahrleitungen sind mit Erdungsstangen oder festen Verbindungen zu erden. Es müssen hochstromfeste Erdungsstangen mit Abwurfsicherung verwendet werden.


Anzahl und Abstand der Erdungsstellen sind in der Regelung R RTE 20600 festgelegt. Sofern vorhanden, sind ortsfeste Erdungsvorrichtungen zu verwenden. Wird an die Schienen geerdet, sind Erdungsstangen mit zwei Schienen-Erdungsklemmen zu verwenden.

Erden der Stromschienenfahrleitung

Bestimmte Tragwerke der Stromschienenfahrleitung sind mit Erdungsbügeln ausgerüstet, an denen die Erdungsstange eingehängt werden kann.



A7.1.2.3 Schrank für die Erdungsvorrichtung

Der Schrank ist gelb markiert und trägt das Erdungssymbol: 

Er kann mit dem Wagenschlüssel geöffnet werden und enthält:

- 2 Erdungsstangen inkl. Bedienungsanleitung
- 1 Spannungsprüfer inkl. Bedienungsanleitung.

Überall, wo Spannungsprüfer vorhanden sind, ist die Prüfung der Spannungsfreiheit vor dem Erden mit dem Spannungsprüfer zwingend vorzunehmen.

A7.1.2.4 Unregelmässigkeiten

Defekte Erdungsstangen und Spannungsprüfer sind der KLS zu melden.

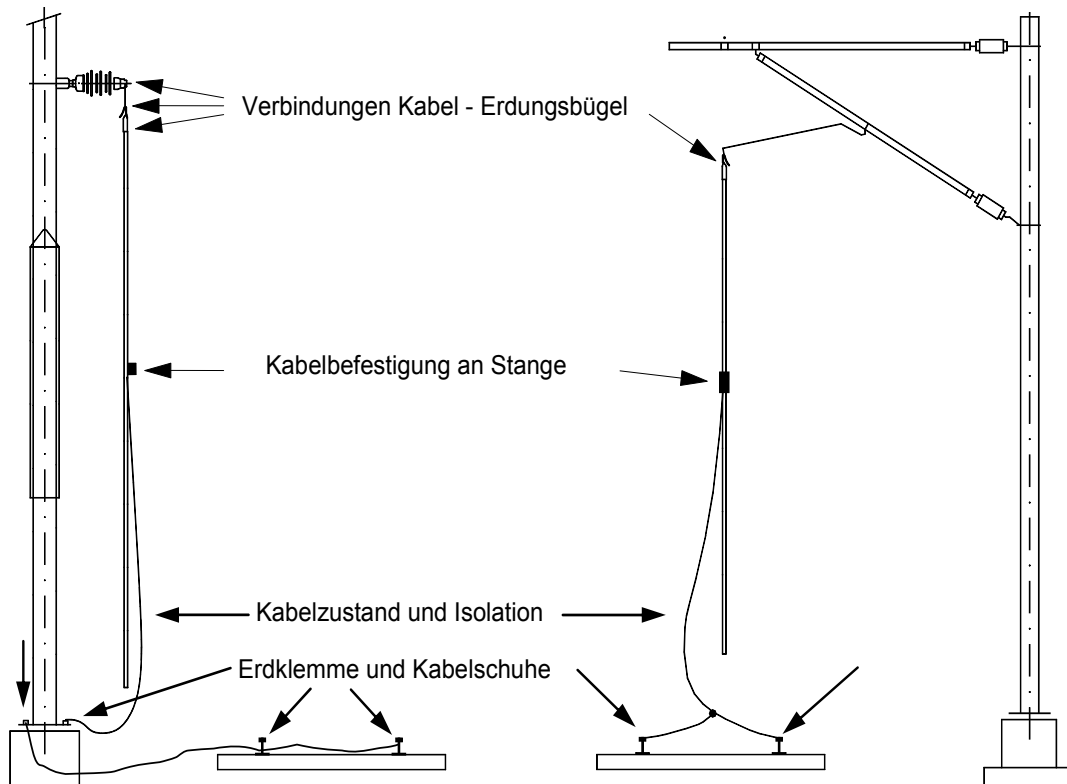
A7.1.2.5 Feste Erdungsvorrichtung

Einzelne Fahrleitungsabschnitte können mit festen Erdungsvorrichtungen ausgerüstet sein. Sie können mit den zugehörigen Schalterantrieben verriegelt sein. Der Betreiber regelt die Aufbewahrung der Schlüssel und bezeichnet die zum Schalten und Erden berechtigten Personen.

Für Selbstrettungsmassnahmen können bei Tunnels und exponierten Streckenabschnitten feste Erdungsvorrichtungen eingebaut werden.

A7.1.2.6 Kontrolle der Erdanschlüsse

Vor jedem Erden sind bei festen und mobilen Erdungseinrichtungen alle leitenden Verbindungen einer Sichtkontrolle zu unterziehen, insbesondere (siehe Pfeile):



A7.1.3 Verhalten des Lokführers (siehe auch FDV)

A7.1.3.1 Einfahrt in den Bahnhof

Fällt während der Fahrt auf der Strecke die Fahrleitungsspannung aus oder ist dem Lokführer der Befehl «Mit gesenktem Stromabnehmer fahren bei der Einfahrt in den Bahnhof ...» abgegeben worden, gilt:

Damit die Störung nicht auf den Bahnhofabschnitt übertragen wird, müssen alle Stromabnehmer vor der Vorbeifahrt am Einfahrsignal und bis zum Halt oder bis zum Aufnahmegebäude bzw. bis zur Bahnhofsmitte gesenkt sein.

A7.1.3.2 Ausfahrt aus dem Bahnhof

Ist dem Lokführer der Befehl «Mit gesenktem Stromabnehmer fahren bei der Ausfahrt aus dem Bahnhof ...» abgegeben worden, gilt:

Bei ausgeschalteter Bahnhoffahrleitung müssen die Stromabnehmer ab dem Aufnahmegebäude gesenkt sein und dürfen erst nach der Vorbeifahrt am Einfahrsignal der Gegenrichtung wieder gehoben werden.

A7.1.3.3 Schaden an der Fahrleitung

Stellt der Lokführer eine Störung an der Fahrleitung fest, ist der Stromabnehmer zur Verhütung weiterer Schäden sofort zu senken. (FDV 300.9, Ziff. 9.1.1)

A7.1.3.4 Streckentrennung / Gleistrenner

Diese dürfen mit gehobenen Stromabnehmern nur befahren werden, wenn die Fahrleitung beidseitig eingeschaltet ist.

A7.1.4 Verhalten des Bahnhofpersonals

A7.1.4.1 Automatische Schutzauslösung

Bei einer Fahrleitungsstörung löst der jedem Leistungsschalter (Kuppelschalter, Speise- oder Speisepunktschalter) zugehörige Fahrleitungsschutz automatisch aus. Nach solchen Schutzauslösungen laufen in der Regel Wiedereinschalt-Automatismen ab. Diese Automatismen (Prüfen, Schaltsequenzen) können aber auch über die Steuerung (lokal, fern) angestossen werden.

A7.1.4.2 Eingrenzung von Störungen

Bei Störungen veranlasst die Kreisleitstelle die Einstellung des elektrischen Zug- und Rangierbetriebs im betroffenen Gebiet. Nach Störungseingrenzung gibt sie die ungestörten Strecken und Bahnhöfe für den Betrieb wieder frei.

Wenn der Kurzschlussort unbekannt ist oder wenn noch an anderen Stellen Schäden zu befürchten sind, kann die Kreisleitstelle oder der Unterhaltsdienst für die erste elektrische Fahrt auf dem betroffenen Streckenabschnitt Fahrt auf Sicht gemäss FDV verlangen.

A7.1.4.3 Fahrleitung im Bahnhof gestört

Bei gestörter oder ausgeschalteter Bahnhoffahrleitung dürfen Einfahrtsignale nur auf Fahrt gestellt werden, wenn der Lokführer des erwarteten Zuges den Befehl zum Befahren der Streckentrennung mit gesenktem Stromabnehmer erhalten hat.

Beim Auftreten der Störung ist zu verhindern, dass Fahrzeuge mit gehobenen Stromabnehmern die Streckentrennungen zwischen gestörten und ungestörten Abschnitten überfahren.

A7.1.4.4 Fahrleitung der Strecke gestört

Bei gestörter oder ausgeschalteter Fahrleitung der Strecke darf im Bahnhof mit Fahrzeugen mit gehobenem Stromabnehmer nur bis zum Signal «Streckentrennung» (FDV) rangiert werden. Es ist dafür zu sorgen, dass keine Fahrzeuge mit gehobenen Stromabnehmern die Trennstellen zwischen gestörten und ungestörten Abschnitten überfahren.

A7.1.4.5 Befahren elektrischer Trennstellen

Wenn elektrische Trennstellen mit gesenkten Stromabnehmern befahren werden müssen, ist dem Lokführer ihre Lage auf dem Befehl zum Senken der Stromabnehmer oder durch Aufstellen von Stromabnehmersignalen eindeutig anzugeben. Die Aufstellung von Stromabnehmersignalen ist nur für längerdauernde Arbeiten zwingend.

A7.1.5 Verhalten des Unterhaltsdienstes

Bei einem Schaden an der Fahrleitung entscheidet der Unterhaltsdienst, ob elektrische Triebfahrzeuge mit gesenkten Stromabnehmern im Schwung unter der Schadenstelle bzw. unter einem ausgeschalteten Fahrleitungsabschnitt durchfahren dürfen. Er hat beim Fahrdienstleiter zu veranlassen, dass die Lokführer einen Befehl zum Senken der Stromabnehmer erhalten.

A7.1.6 Fahrleitung in Nebengleisanlagen

Fahrleitungen in Verladegleisen sind aus Sicherheitsgründen auszuschalten und zu erden.

Ausnahmen von dieser Regelung dürfen von der Infrastrukturbetreiberin nur bewilligt werden, wenn sie zwingend nötig sind und die Sicherheitsabstände gemäss R RTE 20600 für alle in den Anlagevorschriften vorgesehenen Betriebszustände gewährleistet sind.

Bei Rampen-, Schuppen- oder Freiverladegleisen, welche normalerweise ausgeschaltet sind, sind die Fahrleitungen erst einzuschalten, bevor ein elektrisches Triebfahrzeug in die betreffenden Gleise einfahren muss. Sobald das Triebfahrzeug ausgefahren ist, sind die Fahrleitungen wieder auszuschalten und zu erden. [gemäss FDV 300.11, Ziff. 2.3.1]

A7.1.7 Gefährliche Störungssituationen

Ist eine Fahrleitung gerissen oder hängen Teile von Hochspannungsleitungen so weit herab, dass Personen gefährdet werden könnten, ist durch eine Bewachung sicherzustellen, dass niemand die Gefahrenzone betritt. Die Wache bleibt solange stehen, bis die Leitung als ausgeschaltet und geerdet gemeldet ist.

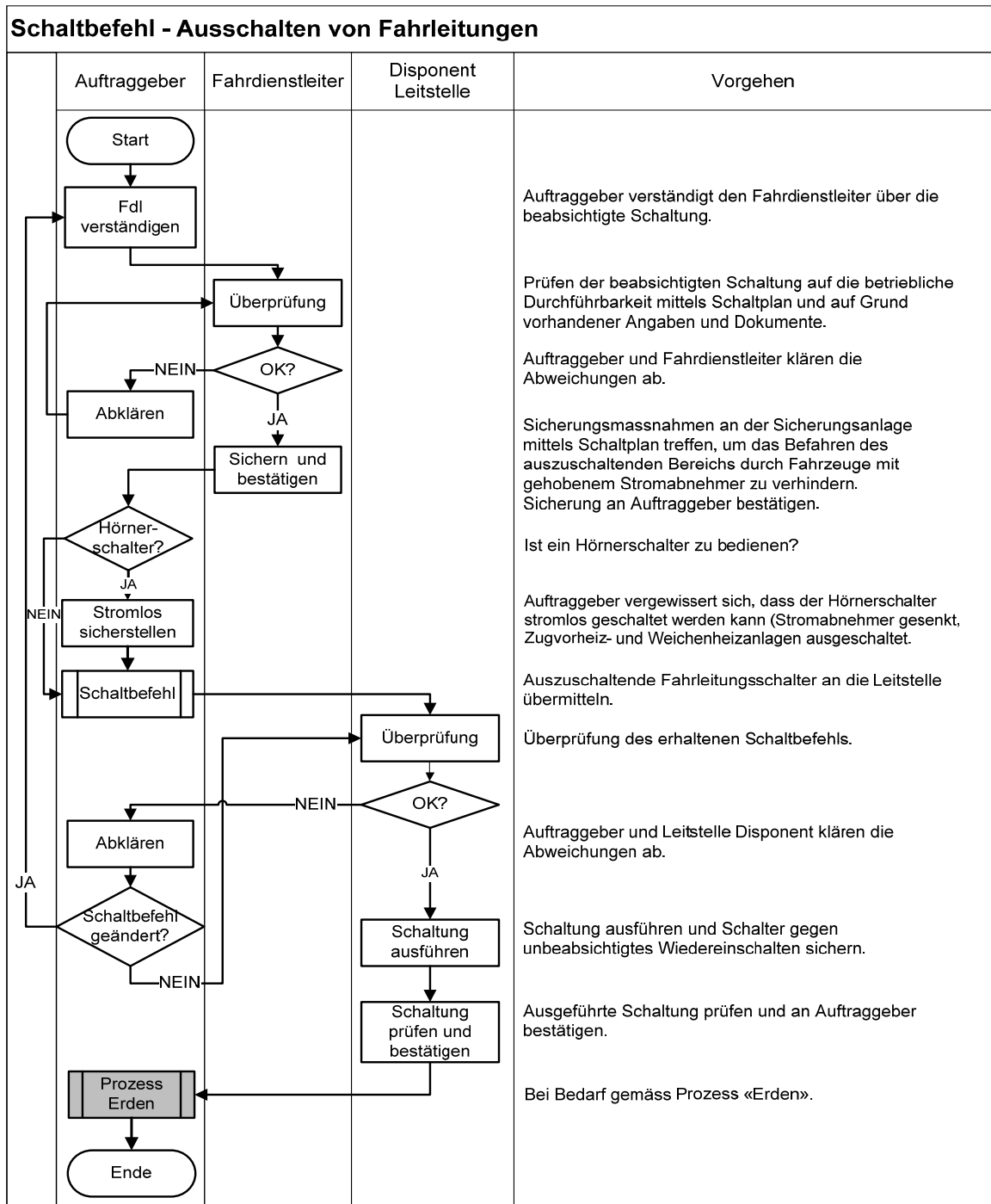
A7.1.8 Koordination mehrerer Arbeitsstellen

Im Interesse der Sicherheit und mit Rücksicht auf eine übersichtliche und effiziente Arbeitsstellenorganisation, können bei mehreren Gruppen oder Fachdiensten auf demselben Speiseabschnitt Freischalten und Wiedereinschalten durch einen sachverständigen FL-Koordinator koordiniert werden. Dieser verlangt das Freischalten und gibt den Befehl zum Erden. Jede Gruppe erdet selber; dabei sind von einer anderen Gruppe angebrachte Erdungsvorrichtungen als nicht vorhanden zu betrachten. Er verlangt das Wiedereinschalten, wenn alle auf dem Abschnitt arbeitenden Gruppen ihre Arbeiten abgeschlossen und die Entfernung der Erdungen gemeldet haben.

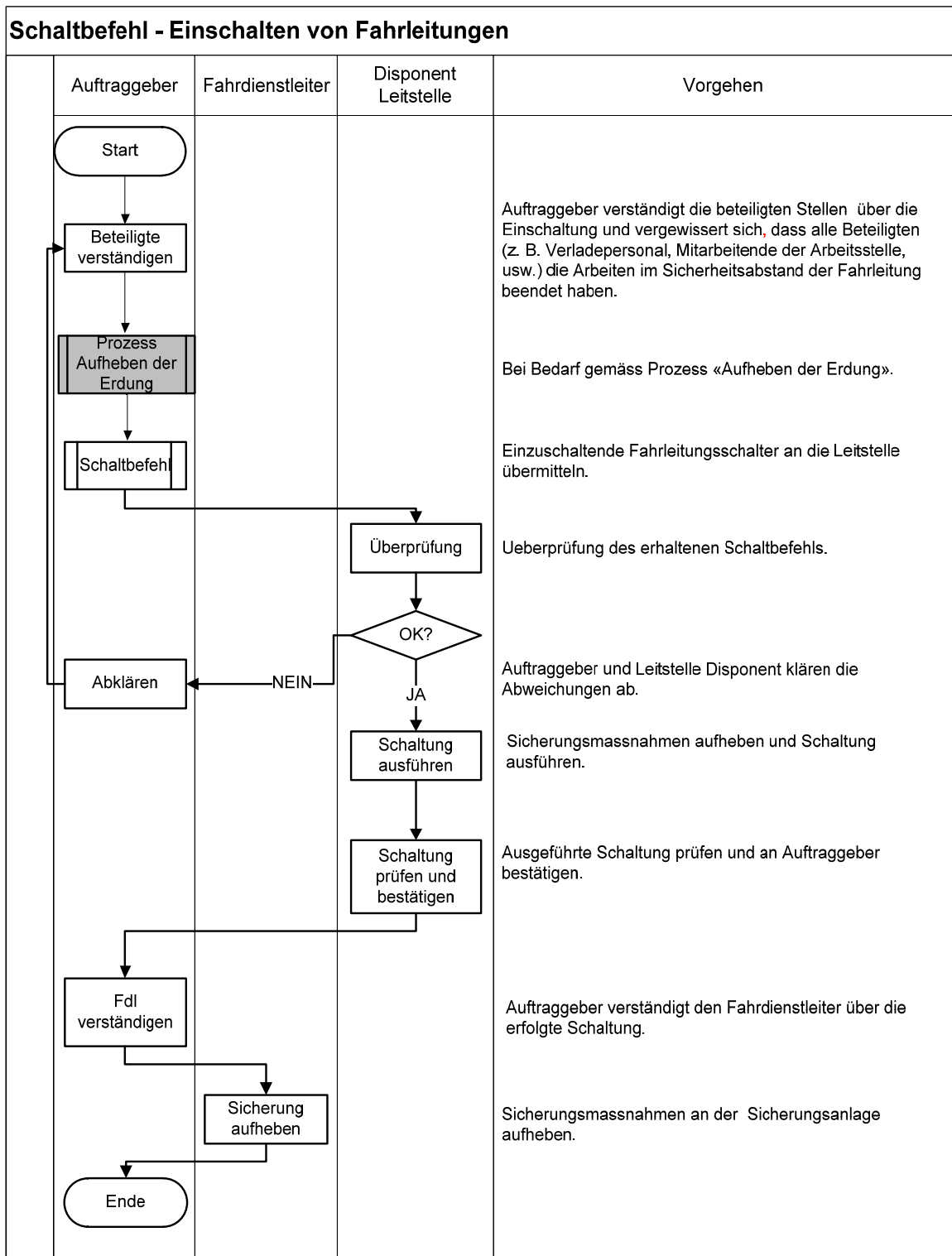
Diese Variante ist durch die Sicherheitsleitung im Voraus festzulegen. Ist kein FL-Koordinator festgelegt, übernimmt die, die Schaltbefehle ausführende Leitstelle die Koordination (diese Aufgabe umfasst keine Arbeitsleiterfunktion).

A7.2 Prozesse

A7.2.1 Schaltbefehle (Fernbediente Anlagen)

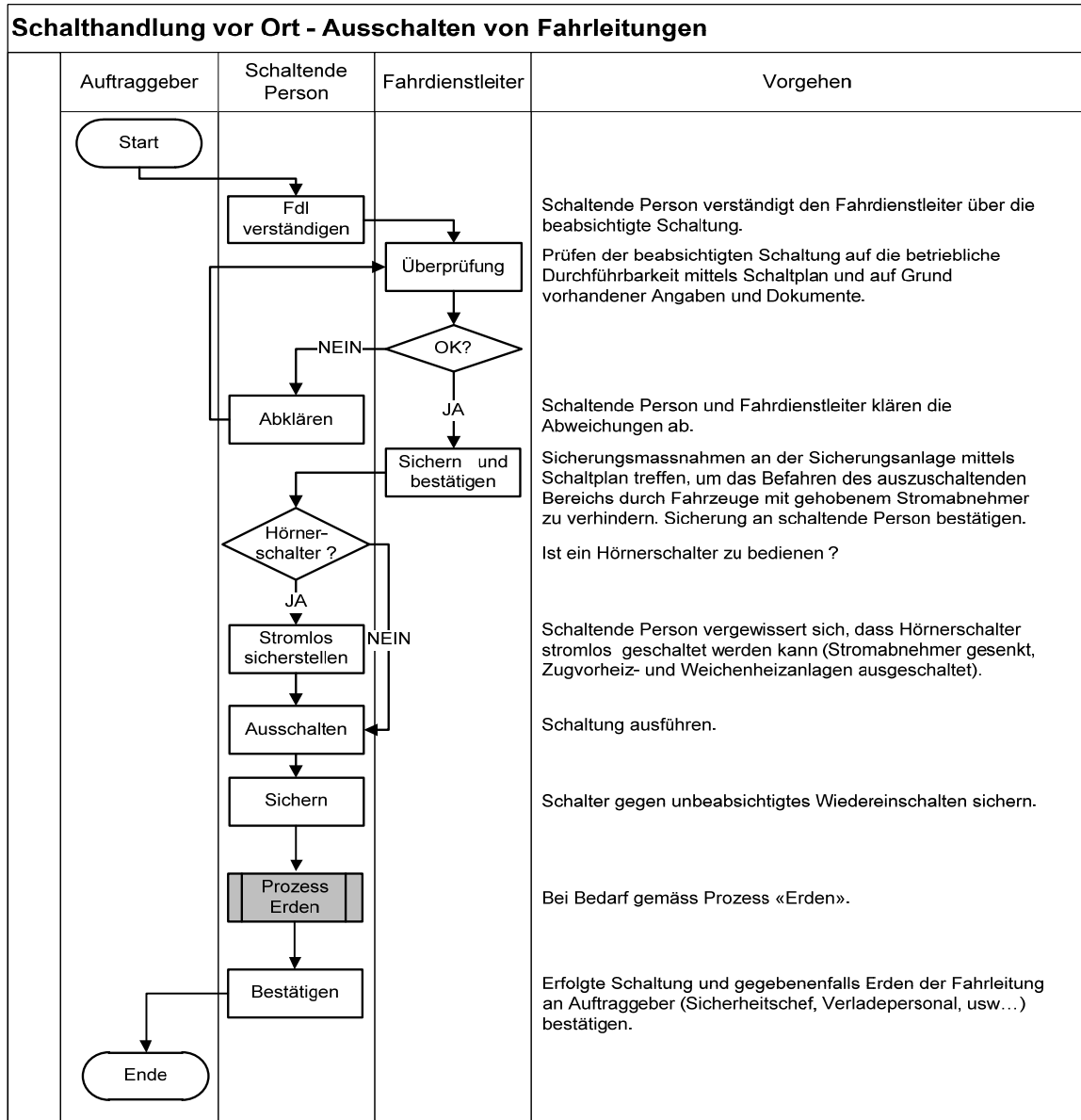


Auszug aus R SBB I-30111, Ziff. 1.1.1 (1.07.2012)

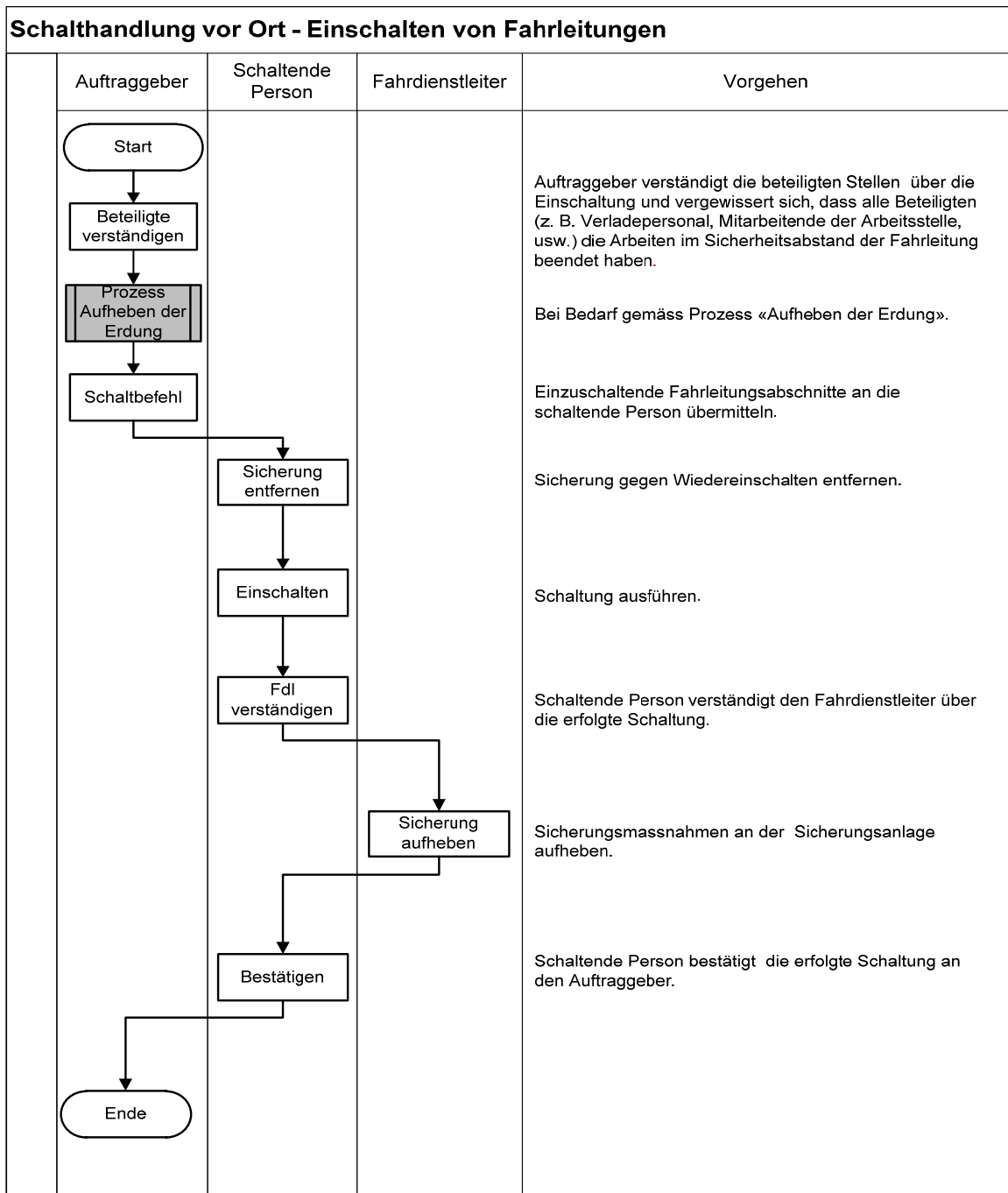


Auszug aus R SBB I-30111, Ziff. 1.1.2 (1.07.2012)

A7.2.2 Schalthandlung (Örtlich bediente Anlagen Schaltbefehle)

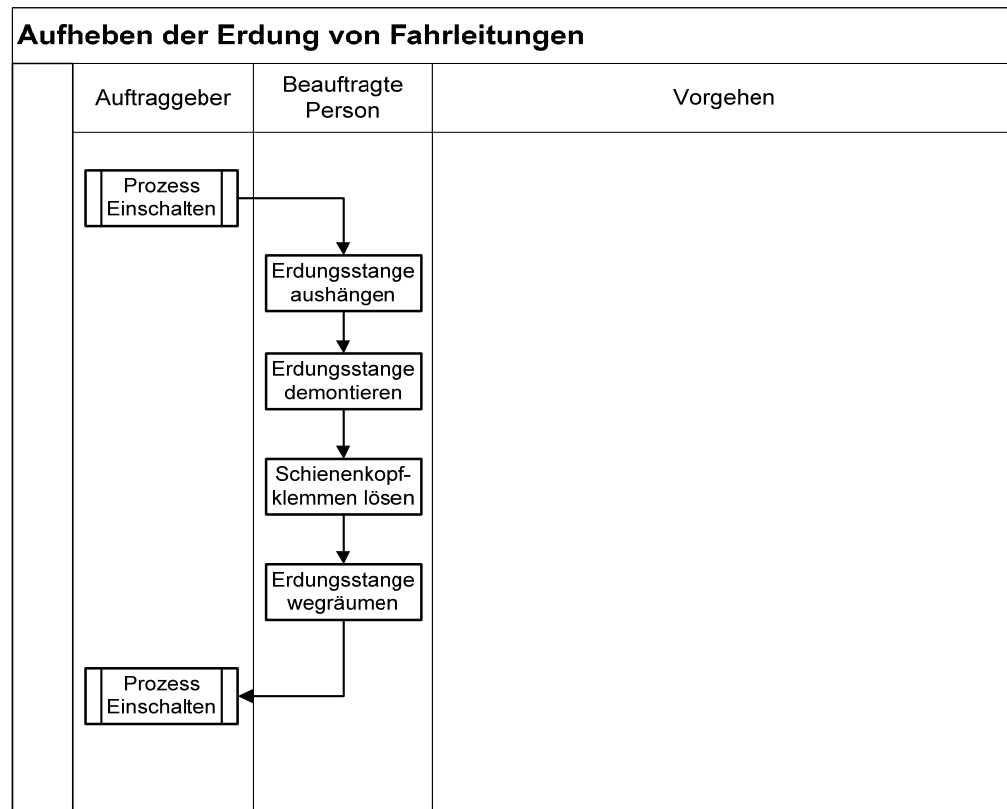
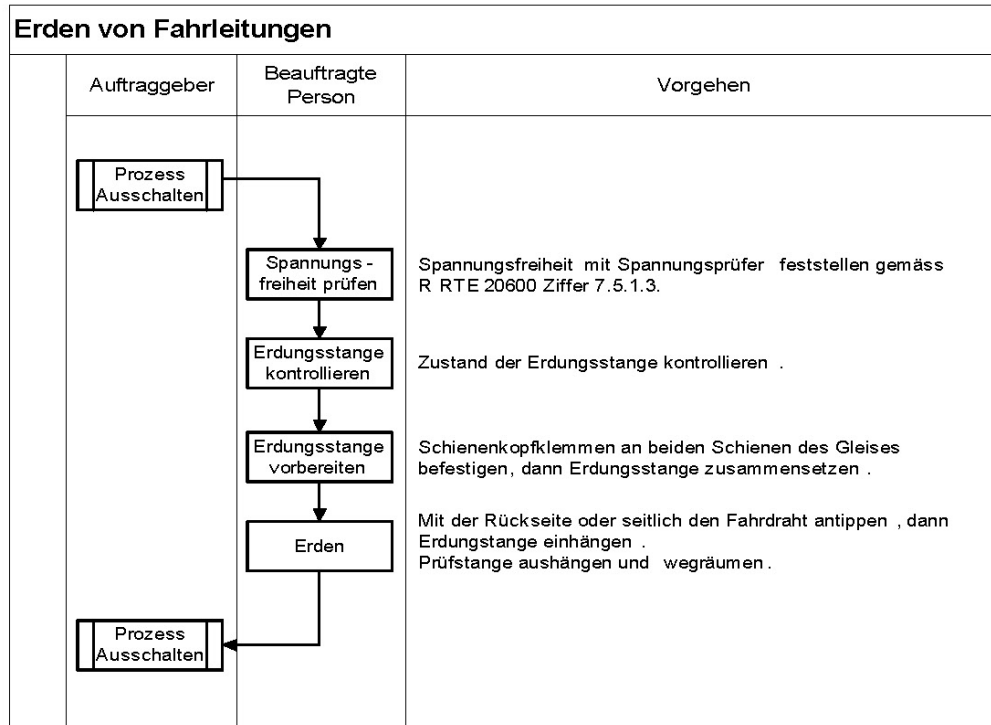


Auszug aus R SBB I-30111, Ziff. 1.2.1 (1.07.2012)



Auszug aus R SBB I-30111, Ziff. 1.2.2 (1.07.2012)

A7.2.3 Erden von Fahrleitungen



Auszug aus R SBB I-30111, 5.1 und 5.2 (1.07.2012)

A8 Erläuterungen und praktische Beispiele

Der vorliegende Anhang A8 hilft bei der praktischen Anwendung, indem er Zusammenhänge erläutert und Beispiele zeigt.

Für das Verständnis der Regeln zu den elektrischen Anlagen ist das Unterscheiden von Bauvorschriften und Betriebsvorschriften wichtig.

Die Bauvorschriften stellen eine so grosse Entfernung zwischen Standorten, die ohne Hilfsmittel zugänglich sind, und elektrischen Anlagen sicher, dass diese nicht zufällig (unabsichtlich) berührt werden können. Wer sich an solchen Standorten aufhält und dabei nur mit «üblichen» Gegenständen (wie zum Beispiel einem Regenschirm oder einem Paar Ski) hantiert, braucht sich um das Vorhandensein elektrischer Anlagen nicht zu kümmern. Die Bauvorschriften messen Abstände von zugänglichen Standflächen aus. Bauvorschriften finden sich in der EBV und in den AB-EBV.

Anders ist es bei den Betriebsvorschriften. Diese sagen aus, bis zu welchem Abstand man sich elektrischen Anlagen nähern darf. Wer hier arbeiten will, muss sich bewusst sein, was er tut und tun darf. Hier werden die Abstände vom unter Spannung stehenden Teil aus gemessen. Für Betriebsvorschriften verweist die Starkstromverordnung auf die Regeln der Technik (wie z.B. Europäische Normen) sowie auf interne Betriebsvorschriften der einzelnen Unternehmungen. Die Regelung R RTE 20600 ist eine solche Betriebsvorschrift, falls sie vom Betriebsinhaber als verbindlich erklärt worden ist.

Der vorliegende Anhang A8 erläutert sie und gibt Antworten auf Fragen im Zusammenhang mit ihrer Anwendung.

Dieser Anhang wird im Laufe der Zeit ergänzt.

Inhalt

A8.1	Abgrenzung des nicht öffentlichen Bereichs	85
A8.1.1	Öffentlicher Bereich	85
A8.1.2	Nicht öffentlicher Bereich	85
A8.1.3	Konkrete Massnahmen	85
A8.1.3.1	Fahrzeuge	85
A8.1.3.2	Feste Anlagen	85
A8.1.3.2.1	Laderampen	86
A8.1.3.2.2	Hochrampen	86
A8.1.3.2.3	Signale, Signalbrücken	86
A8.2	Einsatz von Maschinen und Geräten: Beispiele	87
A8.2.1	Einstellung der Höhenbegrenzung eines Pneukrans	87
A8.2.1.1	Situation	87
A8.2.1.2	Anzunehmende Höhenbewegungen des Auslegers im Betrieb	88
A8.2.1.3	Extreme Höhenbewegungen des Auslegers bei ausserordentlichen Situationen	88
A8.2.1.4	Gefahrenzone	88
A8.2.1.5	Einstellung der Höhenbegrenzung	88
A8.2.1.6	Zahlenbeispiel	88
A8.2.2	Fahren mit eingezogenem Ausleger	89
A8.2.2.1	Fragestellung	89
A8.2.2.2	Anzunehmende Höhenbewegungen im Betrieb	89
A8.2.2.3	Extreme Höhenbewegungen	89
A8.2.2.4	Gefahrenzone	90
A8.2.3	Einsatz eines Trax	91
A8.2.3.1	Situation	91
A8.2.3.2	Berechnung von T_A und T_B	92

A8.1 Abgrenzung des nicht öffentlichen Bereichs

A8.1.1 Öffentlicher Bereich

Zu den Bahnanlagen im Publikumsbereich gehören:

Bahnsteige, Aufnahmegebäude, Rampen der Güterschuppen, Personenüberführungen, Bahnübergänge. Hier ist ein höheres Mass an Schutz erforderlich. Das Hinaufklettern auf Leitern und abgestellte Fahrzeuge ist zu verhindern; blosser Warnung davor ist hier unzureichend.

Zu den Bahnanlagen im übrigen öffentlich zugänglichen Bereich gehören:

Sofern nicht besonders gekennzeichnet oder abgegrenzt, insbesondere der Bahnkörper, Stützmauern, Tunnelportale und selbst die Tunnel (Flucht aus steckengebliebenen Zügen).

Obwohl der Bahnkörper nur zu dienstlichen Zwecken betreten werden darf, ist er an vielen Orten nicht eingezäunt. Kinder und Tiere können ihn betreten, ohne vor den Gefahren gewarnt zu werden. Während vor fahrenden Zügen wegen des Lärms und der Bewegung ein «natürlicher Achtungsabstand» eingehalten wird, sind die Gefahren des elektrischen Stroms nicht erkennbar. Aus Sicht der elektrischen Schutzmassnahmen ist der **Bahnkörper daher als öffentlich zugänglich** zu behandeln. Immerhin ist Fehlverhalten aus Unkenntnis oder aus Mutwillen auf dem Bahnkörper weniger wahrscheinlich als in den eigentlichen Publikumsanlagen, die den Bahnkunden offenstehen.

A8.1.2 Nicht öffentlicher Bereich

Zu den Bahnanlagen im nicht öffentlichen Bereich gehören:

Betriebsgebäude wie Depots, Werkstätten, Kraft-, Umformer- und Unterwerke sowie Schaltposten, Perrondächer und Signalbrücken.

Es genügt für das Einhalten verringerter Schutzabstände, dass das Betreten einer Stelle ausschliesslich zu dienstlichen Zwecken möglich ist. Je nach den örtlichen Verhältnissen kann dies unterschiedliche Massnahmen erfordern.

A8.1.3 Konkrete Massnahmen

A8.1.3.1 Fahrzeuge

Auf Fahrzeugen für Reisende dürfen nur Standflächen zugänglich sein, von denen aus die Abstände für den öffentlichen Bereich eingehalten sind.

A8.1.3.2 Feste Anlagen

Obwohl die Festen Anlagen grundsätzlich sicher gestaltet sein müssen, gibt es bestimmte Stellen, wo eine Annäherung an Hochspannung leichter möglich ist. Beispiele:

Laderampen

Die AB-EBV gewährleisten an sich, dass von Laderampen bis ca. 1.20 m Höhe aus die Abstände für den öffentlichen Bereich auch gegenüber Fahrzeugen eingehalten sind. Vorsicht ist geboten, wenn alte Triebfahrzeuge, die nach früheren Vorschriften konstruiert worden sind, neben der Rampe stehen. Teile der unter Spannung stehenden Dachausrüstung können mit einem Regenschirm erreicht werden. Solche Fahrzeuge sollen nicht mit gehobenen Stromabnehmern neben Laderampen abgestellt werden.

Hochrampen

Von Hochrampen aus sind oft sogar die Abstände für den nicht öffentlichen Bereich unterschritten. Hochrampen sind daher einzuzäunen. Der Zutritt ist mit dem Fahrleitungsschalter und der Erdungsvorrichtung (Erdungsstange) zu verriegeln.

Signale, Signalbrücken

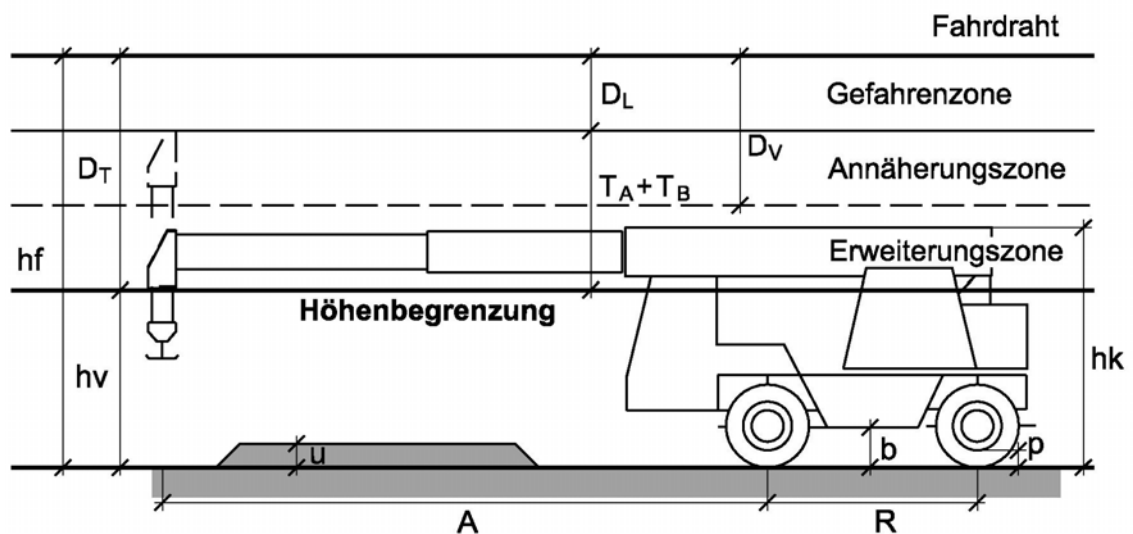
Signale und Signalbrücken sind mit fest angebrachten Aufstiegstritten oder Leitern ausgerüstet.

A8.2 Einsatz von Maschinen und Geräten: Beispiele

A8.2.1 Einstellung der Höhenbegrenzung eines Pneukrans

Annahme: Ein Pneukran soll unter eingeschalteter Fahrleitung eingesetzt werden. Welche Erweiterung der Gefahrenzone hat der Arbeitsleiter vorzuschreiben und auf welches Mass ist die Höhenbegrenzung des Krans einzustellen?

A8.2.1.1 Situation



Legende

h_f	Tiefste anzunehmende Fahrdrathöhe
T_A	Extreme Höhenbewegungen des Auslegers bei ausserordentlichen Situationen
T_B	Extreme Höhenbewegungen des Auslegers im Betrieb
D_L	Äussere Grenze der Gefahrenzone
D_V	Äussere Grenze der Annäherungszone
D_T	Technischer Abstand (Erweiterungszone)
R	Radstand des Krans
A	Ausladung des Auslegers
u	grösste Unebenheit
p	Höhe der Pneus
b	Bodenfreiheit
h_k	Höhe des Krans
h_v	Einstellung der Höhenbegrenzung

A8.2.1.2 Anzunehmende Höhenbewegungen des Auslegers im Betrieb

Anhub der Auslegerspitze beim Befahren der grössten Unebenheit:

$$T_B = \frac{A \cdot u}{R} + u$$

A8.2.1.3 Extreme Höhenbewegungen des Auslegers bei ausserordentlichen Situationen

Platzen der hinteren Pneus:

$$T_{A1} = \frac{A \cdot p}{R}$$

Einsinken der hinteren Räder

$$T_{A2} = \frac{A \cdot b}{R}$$

Ausschlagen des Auslegers beim Herunterfallen einer schweren Last

$$T_{A3} = \text{«nach Gefühl» (Elastizität des Auslegers schätzen)}$$

Für die Bestimmung des Sicherheitsabstands D_T ist $T_A = \max. T_{An}$ zu wählen.

A8.2.1.4 Gefahrenzone

Die Gefahrenzone ist bei 15 kV Fahrleitungsanlagen durch den Abstand $D_L = 1.00$ m bestimmt. Das Eindringen in die Gefahrenzone muss auch in ausserordentlichen Situationen ausgeschlossen sein.

A8.2.1.5 Einstellung der Höhenbegrenzung

Die Höhenbegrenzung ist so einzustellen, dass bei den im Betrieb auftretenden Höhenbewegungen (inkl. ausserordentlichen Situationen) die Gefahrenzone respektiert wird.

$$h_v = h_f - D_T$$

$$h_v = h_f - (D_L + T_B + T_A)$$

A8.2.1.6 Zahlenbeispiel

R	Radstand des Krans	=	3.00 m
A	Ausladung	=	10.00 m
u	Grösste Unebenheit	=	0.30 m
p	Höhe der Pneus	=	0.35 m
b	Bodenfreiheit	=	0.40 m
hk	Höhe des Krans	=	3.20 m
hf	Tiefste anzunehmende Fahrdrachthöhe (allgemein 4.80 m, für dieses Beispiel sei ein höherer Wert angenommen)	=	5.50 m

Dann gilt:

Die anzunehmenden **Höhenbewegungen im Betrieb** betragen

$$T_B = \frac{A \cdot u}{R} + u = (10 \cdot 0.30 : 3.00) \text{ m} + 0.30 \text{ m} = 1.30 \text{ m}$$

Die denkbaren **extremen Höhenbewegungen** betragen:

Platzen der hinteren Pneus:

$$T_{A1} = \frac{A \cdot p}{R} = 10 \cdot 0.35 : 3.00 \text{ m} = 1.17 \text{ m}$$

Einsinken der hinteren Räder

$$T_{A2} = \frac{A \cdot b}{R} = 10 \cdot 0.40 : 3.00 \text{ m} = 1.33 \text{ m}$$

Ausschwingen des Auslegers beim Herunterfallen einer schweren Last

$$T_{A3} = \text{«nach Gefühl»} = \text{z.B. 10\% der Ausladung} \quad 0.1 A = 1.00 \text{ m}$$

Für T_A ist also 1.33 m einzusetzen.

Die **Höhenbegrenzung** (über Fahrbahn) ist einzustellen auf

$$\begin{aligned} h_v &= h_f - (D_L + T_B + T_A) = 5.50 \text{ m} - (1.00 \text{ m} + 1.30 \text{ m} + 1.33 \text{ m}) = 5.50 \text{ m} - 3.63 \text{ m} \\ &= 1.87 \text{ m} \end{aligned}$$

Schlussfolgerung

Bei einer Höhe des Krans von $h_k = 3.20 \text{ m}$ bedeutet dies, dass ein Einsatz unter eingeschalteter Fahrleitung nicht in Frage kommt. Dies entspricht der bisherigen Praxis, Pneukrane nur unter ausgeschalteter Fahrleitung einzusetzen.

A8.2.2 Fahren mit eingezogenem Ausleger

A8.2.2.1 Fragestellung:

Darf der Kran aus obigem Beispiel mit eingezogenem Ausleger unter eingeschalteter Fahrleitung fahren (nicht arbeiten)?

Die Ausladung des eingezogenen Auslegers betrage $A = 3.00 \text{ m}$, die Gesamthöhe des Krans $h_k = 3.20 \text{ m}$.

Dann gilt:

A8.2.2.2 Anzunehmende Höhenbewegungen im Betrieb

Die anzunehmenden Höhenbewegungen im Betrieb betragen

$$T_B = \frac{A \cdot u}{R} + u = (3.00 \cdot 0.30 : 3.00) \text{ m} + 0.30 \text{ m} = 0.60 \text{ m}$$

A8.2.2.3 Extreme Höhenbewegungen

Die denkbaren extremen Höhenbewegungen betragen:

Platzen der hinteren Pneus:

$$T_{A1} = \frac{A \cdot p}{R} = 3.00 \cdot 0.35 : 3.00 \text{ m} = 0.35 \text{ m}$$

Einsinken der hinteren Räder

$$T_{A2} = \frac{A \cdot b}{R} = 3.00 \cdot 0.40 : 3.00 \text{ m} = 0.40 \text{ m}$$

Ausschwingen des Auslegers bei Herunterfallen einer schweren Last

$$T_{A.3} = 0 \text{ (keine Last)} = 0$$

Für T_A ist also 0.40 m einzusetzen.

A8.2.2.4 Gefahrenzone

Es ist zu prüfen, ob die Kranhöhe kleiner ist als h_v :

$$\begin{aligned} h_v &= h_f - (D_L + T_B + T_A) = 5.50 \text{ m} - (1.0 \text{ m} + 0.4 \text{ m} + 0.6 \text{ m}) = 5.50 \text{ m} - 2.00 \text{ m} \\ &= 3.50 \text{ m} \end{aligned}$$

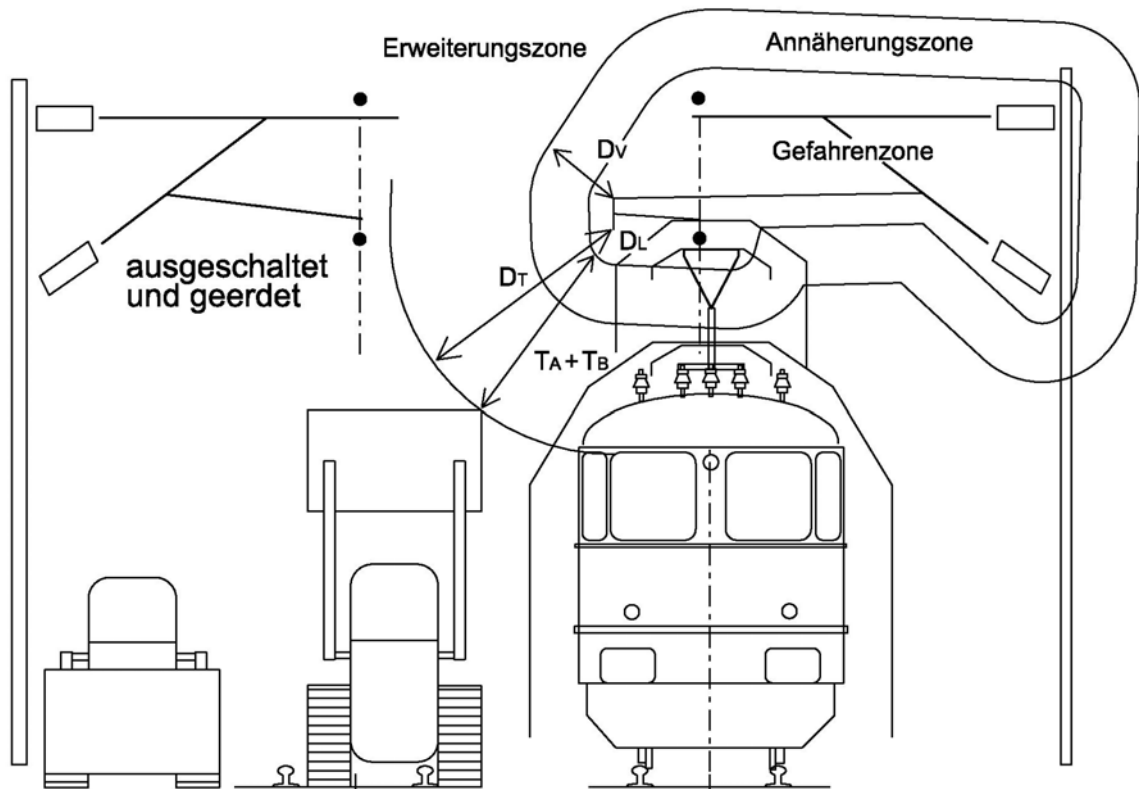
Schlussfolgerung

$h_k = 3.20 \text{ m} < 3.50 \text{ m} \rightarrow$ Der Kran darf unter eingeschalteter Fahrleitung fahren.

A8.2.3 Einsatz eines Trax'

A8.2.3.1 Situation

Ein Trax soll unter ausgeschalteter Fahrleitung aber bei Betrieb auf dem Nachbargleis eingesetzt werden. Welche Gefahrenzone hat der Arbeitsleiter vorzuschreiben und welches ist der zulässige Arbeitsbereich des Trax?

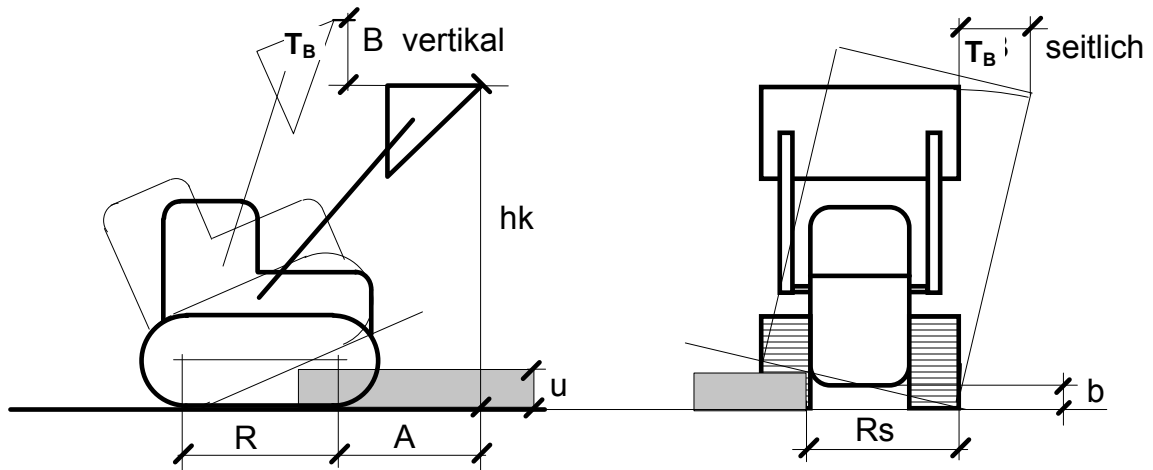


Legende

- T_A Extreme Höhen- und Seitenbewegungen der Schaufel bei ausserordentlichen Situationen
- T_B Anzunehmende Höhen- und Seitenbewegungen der Schaufel im Betrieb
- D_L Äussere Grenze der Gefahrenzone
- D_V Äussere Grenze der Annäherungszone
- D_T Technischer Abstand (Erweiterungszone)

Im vorliegenden Beispiel wird nur auf den technischen Abstand gegenüber den unter Spannung stehenden Anlagen eingegangen. Die nötigen Massnahmen zur Sicherheit des Zugbetriebs sind unabhängig davon zu treffen.

A8.2.3.2 Berechnung von T_A und T_B



Legende

- hk Höhe der angehobenen Schaufel
- R Radstand der Raupe
- Rs «Innere» Spurweite der Raupe
- u Grösste Unebenheit
- b Bodenfreiheit
- A Ausladung der Schaufel
- T_B Grösste im Betrieb anzunehmende Auslenkung nach oben oder nach der Seite

Anhub der Schaufel beim Befahren der grössten Unebenheit

Bei Raupenfahrzeugen ist der halbe Radstand massgebend, weil sie auf die Unebenheit aufklettern und erst nach vorn kippen, wenn der Schwerpunkt die Kante überschritten hat. Daher gilt:

$$T_B \text{ vertikal} = 2u \cdot \frac{A+R}{R}$$

Seitenbewegung der Schaufel beim Befahren der grössten Unebenheit mit der einen Raupe

Hier ist die «innere» Spurweite der Raupen R_s massgebend und es gilt:

$$T_B \text{ seitlich} = hk \cdot \frac{u}{R_s}$$

Extreme Höhenbewegungen

Als Ursache für extreme Höhenbewegungen bei ausserordentlichen Situationen sei das Einsinken des hinteren Teils angenommen. Dann gilt für T vertikal:

$$T_A \text{ vertikal} = b \cdot \frac{2A+R}{R}$$

Bei Einsinken der Raupe auf der Seite des Nachbargleises gilt für T seitlich:

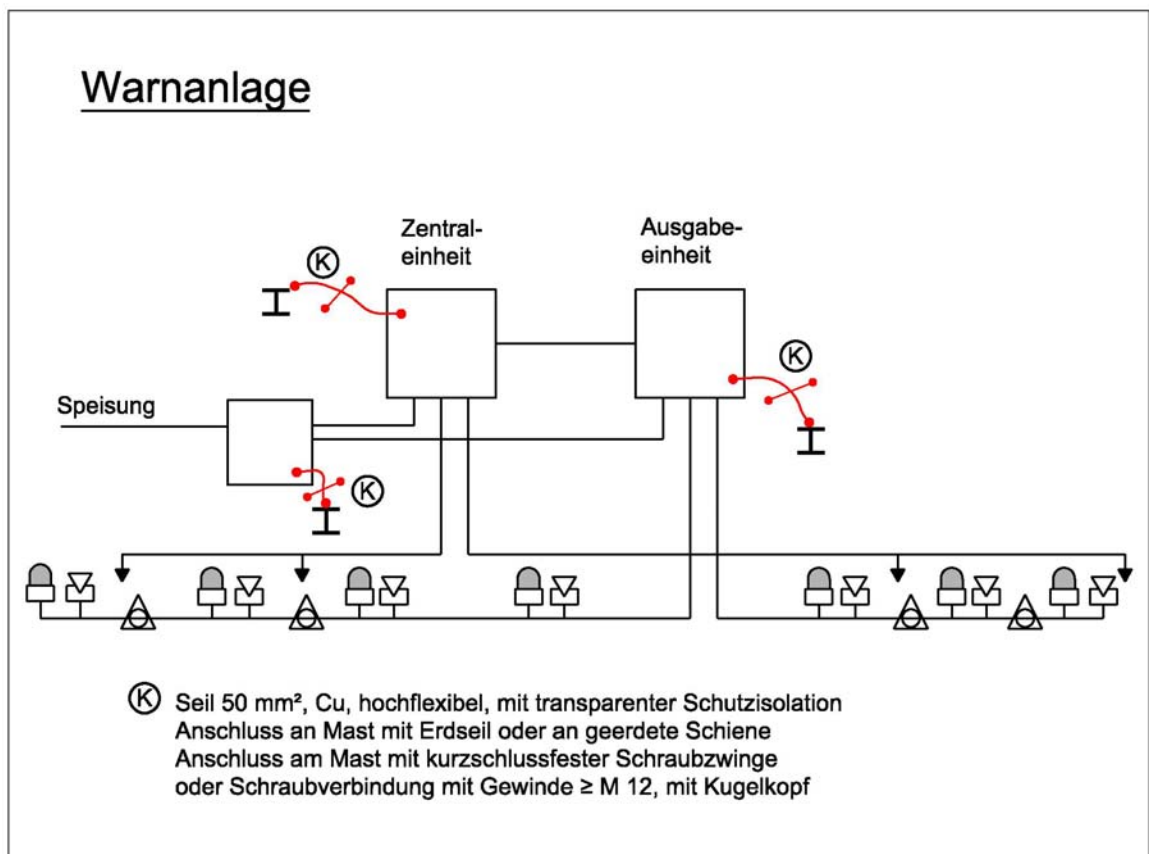
$$T_A \text{ seitlich} = hk \cdot \frac{b}{R_s}$$

A9 Warnanlagen

Warnanlagen, welche zeitlich begrenzt (temporär) für bestimmte Bauarbeiten oder Bauphasen installiert und betrieben werden, sind gemäss folgenden Angaben zu erden.

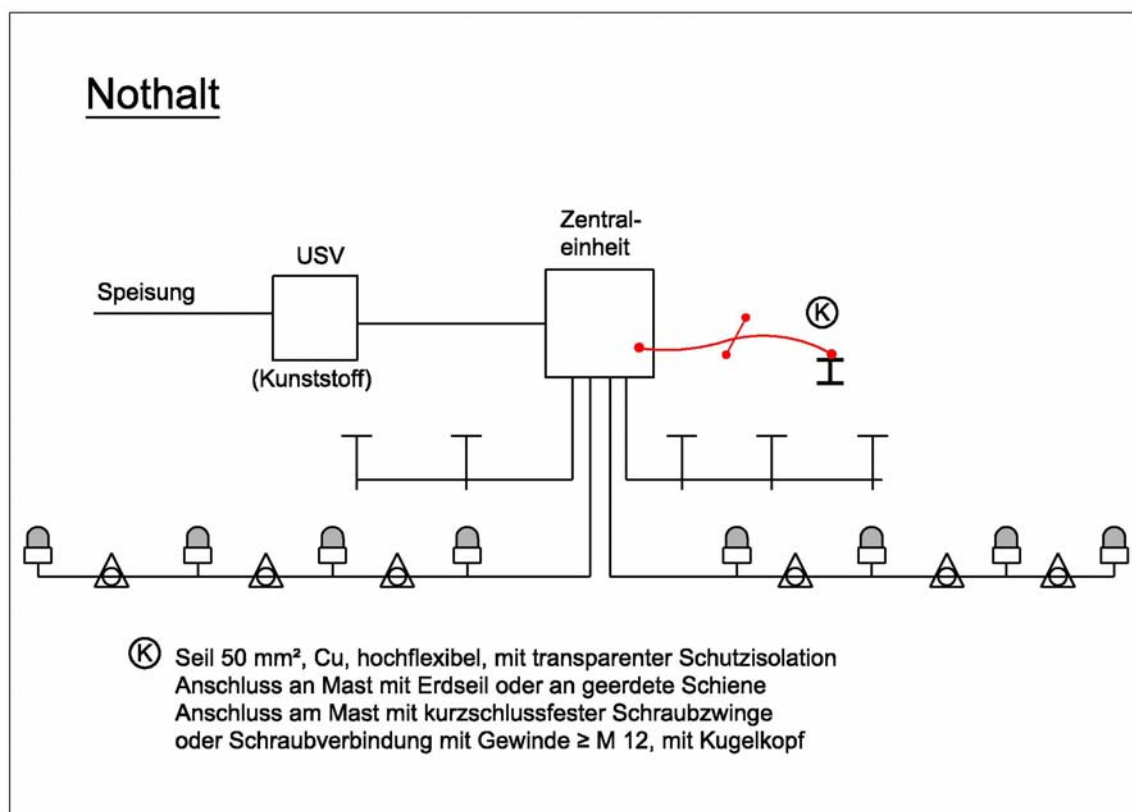
Vorgaben für fix installierte permanente Warnanlagen finden sich in der D RTE 27900 Erdungshandbuch (ab Ausgabe 2012).

A9.1 Mobile Warnanlagen



Wichtig ist die getrennte Erdung der Gehäuse (keine Abschlaufung).

A9.2 Nothaltanlagen



A10 Codeliste der Querschnitte für SBB

Für die Bilder in den Anhängen A2 und A3 gilt für die Infrastruktur der SBB die folgende Codeliste:

Code	Bezeichnung	Querschnitt	Farbe	Isolation	SBB Art.-Nr.
b	Erdungsleiter	50 mm ²	grün-gelb	einfach	312-30-109
f	Potentialausgleich für Elektronikschränke	50 mm ²	grün-gelb	doppelt	312-61-109
HES	Haupterdungsschiene	120 mm ²			318-10-61 bis 318-10-65
KES	Kabelmantel- Erdungsschiene				318-10-61 bis 318-10-65
1	Gebäudeerdleiter	50 mm ²	gelb	doppelt	312-61-1001
3	FL-Rückleiter (FL- Erdseil)	95 mm ²	(gelb)	blank	301-10-72