VÖV UTP

Verband öffentlicher Verkehr
Union des transports publics
Unione dei trasporti pubblici

D RTE 27900

Rückleitungs- und Erdungshandbuch

Dokumentation

RTE – Regelwerk Technik Eisenbahn

D

RTE 27900

VÖV UTP
Verband öffentlicher Verkehr
Union des transports publics
Unione dei trasporti pubblici

Herausgeber VöV **Erarbeitet durch** Arbeitsgruppe VöV	**Ausgabedatum** 01.07.2014 **Genehmigung** PL RTE	**Inkrafttreten** 01.02.2015 **Anpassungen** 01.11.2021 (siehe Seite 3)	**Zuordnung** – **Ersatz für** RTE 27900, 1. Ausgabe vom 01.11.2008
Verteiler Bahnunternehmen des VöV Bundesamt für Verkehr BAV VöV Extranet / RTE-Webshop (www.rte.voev.ch)			**Sprachfassungen** d, f, i **Anzahl Seiten** 213

Rückleitungs- und Erdungshandbuch

Dokumentation



© VöV

Anwendungsbedingungen für das Regelwerk Technik der schweizerischen Eisenbahnen (RTE)

Bei der Anwendung der Dokumente ist zu beachten, dass sie ausschliesslich für die Bedürfnisse der Schweizer Eisenbahnen und Unternehmen im Bereich öV 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 Arten von Dokumenten:

- Die R-Regelungen sind Ergänzungen bzw. Lösungsvorschläge zu hoheitlichen Erlassen und Normen mit Regelungs- bzw. Weisungscharakter.
- Die D-Regelungen umfassen Handbücher und Dokumentationen als Empfehlungen und Hilfsmittel zur Arbeitsunterstützung oder bilden in Ausnahmefällen den Stand der Technik und die gelebte Praxis im Hinblick auf eine Standardisierung ab.

Arbeitsgruppe VöV

Leitung
Peter Scholl, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern

Mitglieder
Rolf Balli, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern
Thomas Berger, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern
Maurus Cotti, Rhätische Bahn (RhB), Landquart
Markus Enzler, Regionalverkehr Bern-Solothurn (RBS), Worblaufen
Rolf Fankhauser, BLS AG, Bern
Rudolf Geiser, Bundesamt für Verkehr (BAV), Ittigen (ab 2013)
Rodolfo Richterich, Schweizerische Bundesbahnen (SBB), Bern

Projektunterstützung
Peter Moser, Transport en commun de Neuchâtel et environs (TN), Neuchâtel

Lektorat
Martin Strobel, Verband öffentlicher Verkehr (VöV), Bern

Herausgeber
VöV Verband öffentlicher Verkehr
Technik Bahn
Dählhölzliweg 12, CH-3000 Bern 6
www.voev.ch, RTE@voev.ch

RTE-Webshop
www.rte.voev.ch

ISBN 978-3-906225-06-7

© Verband öffentlicher Verkehr, Bern, Juli 2014

Änderungsgeschichte

Ausgabe-datum	Änderungen
01.11.2008	1. Ausgabe
01.07.2014	2. Ausgabe: – Aktualisierung auf EBV und AB-EBV – Wegfall Abschnitte 14.x, welche in der R RTE 20600 behandelt sind – Neue Anhänge SBB A3 – A6 Korrekturen und Anpassungen vom 01.12.2020: – Korrekturen Seite 156: Neu Code «4» statt «b» in Abb. 11-8 – Anpassungen Seite 208: Ersatz SBB-spezifische Ergänzungen Anhang A2 Korrekturen und Anpassungen vom 01.11.2021: – Korrekturen Seite 154: Neu Code «8» statt «b» in Abb. 11-6 sowie ergänzter Beschriftungstext – Korrekturen Seite 156: Neu Code «8» statt «4» in Abb. 11-8 – Anpassungen Seite 207: SBB-Art. Nr. hinzugefügt bei Code 2 «Rückleiter», Anhang A1

© VöV

© VöV

Vorwort

Im Kloster Einsiedeln werden Postkarten verkauft, auf denen steht: «die zehn Gebote sind deshalb so kurz und verständlich, weil sie ohne Mitwirkung einer Sachverständigen-Kommission entstanden sind».

Wenn wir den Abschnitt «Bahnrückstrom und Erdung» in den Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung mit dem Erdungshandbuch vergleichen, stellen wir fest, dass aus den 7 Seiten und 1347 Wörtern ein Buch mit über zweihundert Seiten entstanden ist. Und wenn wir gar die vielen im Bereich der Rückleitung und Erdung ebenfalls geltenden Normen einschliessen, wird die Liste der zur Wahl stehenden Lösungen so lang, dass sie ein Einzelner für einen bestimmten Anwendungsfall gar nicht mehr durcharbeiten könnte. Also braucht es Fachleute, die sich in der Thematik auskennen. Und selbst für diese Fachleute wird es angesichts der sich immer rascher folgenden Revisionen immer schwieriger, die Übersicht zu behalten.

Hier will das Rückleitungs- und Erdungshandbuch helfen. Aus den vielen Rezepten, die auch «satt machen» würden, wählt es die besten aus und erspart einem so die Qual der Wahl.

Im Bestreben, das ursprünglich für die SBB verfasste Erdungshandbuch für alle Bahnen anwendbar zu machen, kamen zur währschaften «SBB-Kost» noch die delikaten Gleichstrombahnen dazu, und ein wahrer Glaubenskrieg über die richtige Farbe der Erdungs- und Rückleitungsbezeichnung drohte auszubrechen.

Inzwischen ist auch dieses Problem gelöst, und mit dem Ersetzen der «Erdung» durch eine «Verbindung mit der Rückleitung» hat auch die zweite Auflage des grossen Werks von der Startbahn abgehoben und liegt druckfrisch vor uns, beziehungsweise downloadbereit auf dem Internet.

Den vielen Fachexperten, die das Projekt diesmal «gerettet» haben, sei hier herzlich gedankt. Das vor zehn Jahren begonnene Werk ist vollendet – sofern man so etwas in der heutigen Zeit der explosiven technischen Evolution überhaupt sagen darf.

Muri b. Bern, 1. Juli 2014
Urs Wili, dipl. El. Ing. ETHZ

© VöV

1 Allgemeines 11
1.1 Einführung 11
1.2 Zweck des Rückleitungs- und Erdungshandbuchs (REHB) 11
1.3 Anlagenänderungen 12
1.4 Anwendung des Rückleitungs- und Erdungshandbuchs (REHB) 12
1.5 Abkürzungen 12

2 Grundlagen 15
2.1 Hoheitliche Regelungen 16
2.2 Normen 17
2.3 RTE- und Reglungen der Bahnen 18
2.4 Merkblätter 19
2.5 Fachspezifische Regelungen 19

3 Begriffe, Symbole, Kennzeichnung 20
3.1 Begriffe 20
3.2 Symbole 28
3.3 Kennzeichnung von Leitern 28
3.3.1 Ausführung und Kennzeichnung von Leitern 30
3.4 Zusammentreffen von Erdungssystemen 32

4 Grundsätze 33
4.1 Physikalische und technische Grundsätze 34
4.1.1 Wozu Erden? 34
4.1.2 Das Prinzip der Erdung 34
4.2 Schutzmassnahmen 35
4.3 Personenschutz 36
4.3.1 Der Grundsatz für den Personenschutz 38
4.4 Kurzschlüsse 40
4.4.1 Einleitung 40
4.4.2 Momentane und dauernde Kurzschlüsse 40
4.4.3 Höhe des Kurzschlussstroms 41
4.4.4 Wärmewirkung des Kurzschlussstroms 42
4.4.5 Magnetische Kraftwirkung des Kurzschlussstroms 42
4.5 Zone besonderer Massnahmen (AB-EBV 44.d, Ziff. 4) 43
4.5.1 Oberleitungsbereich und Stromabnehmerbereich (Zone 1) 43
4.5.2 Zone gleichzeitiger Berührbarkeit (Zone 2) 50
4.6 Bahnstrom-Rückleitung 51
4.6.1 Zusammenhang Traktionsstrom − Bahnrückstrom 54
4.6.2 Rückleitungs- und Erdungskonzept 55
4.7 Bahnrückstrom-Leiter 57
4.7.1 Schienenimpedanzen 57
4.7.2 Gleichstromwiderstand des Rückleitungsseils 57
4.7.3 Erdwiderstand 58
4.8 Kopplungsmechanismen 59
4.8.1 Ohmsche Kopplung (galvanisch) 59
4.8.2 Induktive Kopplung (Induktion) 60
4.8.3 Kapazitive Kopplung (Influenz) 63
4.9 Magnetische Felder 65
4.9.1 Grundsätze und Empfehlungen zum Minimieren der magnetischen Felder 66
4.10 Verschleppen des Potentials des Rückleitungssystems 67
4.10.1 Berührungsschutz statt Schutzerdung 68
4.10.2 Objekte mit doppeltem Anschluss an das Rückleitungssystem 68
4.11 Rückstromführung AC/DC 68
4.12 Gemeinschaftsbahnhöfe AC und DC 69
4.13 AC und DC auf dem gleichen Gleis 69

 © VöV

5 Dokumentation 70
5.1 Rückleitungs- und Erdungskonzept 70
5.1.1 Umfang des Rückleitungs- und Erdungskonzeptes 71
5.1.2 Darstellung des Rückleitungs- und Erdungskonzeptes 72
5.1.3 Beispiel Rückleitungs- und Erdungskonzept einer Wechselstrom-Bahn 73
5.1.4 Beispiel Rückleitungs- und Erdungskonzept einer Gleichstrom-Bahn 74
5.2 Standortdatenblatt gemäss NISV 75

6 Schutz- und Erdungsmassnahmen 76
6.1 Schutz gegen elektrischen Schlag 76
6.1.1 Basisschutz 76
6.1.2 Fehlerschutz 76
6.1.3 Schutz durch automatische Abschaltung 76
6.2 Potentialausgleich 77
6.2.1 Allgemeines 77
6.2.2 Hauptpotentialausgleich 77
6.3 Hauptpotentialausgleichsschiene (HPAS) 79
6.4 Anschluss des Gebäuderückleiters (AGR) 80
6.5 Schutzsysteme 83
6.5.1 System TN 85
6.5.2 System TT 86
6.6 Trennung von Bahnrückstrom- und Erdungssystem 88
6.7 Erder 90
6.7.1 Fundamenterder 90
6.8 Erdungsanlage 91

7 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 93
7.1 Definition zur EMV 93
7.1.1 Weitere Definitionen zum Thema EMV 94
7.2 EMV für die Anlagen zur Bahnrückstrom-Führung 94
7.3 EMV-Schutzmassnahmen und EMV-Konzept 95

8 Blitzschutz 96
8.1 Geltungsbereich (Blitzschutzpflicht) 96
8.2 Ausführung 97
8.2.1 Äusserer Blitzschutz 97
8.2.2 Innerer Blitzschutz 97
8.3 Erdung und Blitzschutz von Antennenanlagen 97
8.3.1 Erdung von Antennen am Gebäude 97
8.3.2 Erden von Antennen ohne gebäudeintegriertem Blitzschutz 97
8.3.3 Erdung von Antennen ausserhalb des Gebäudes 97
8.4 Kontrolle 99

9 Kabelanlagen 100
9.1 Grundsätze 100
9.2 Kabelschutzanlagen aus Metall 101
9.3 Kabelanlagen mit Kabel mit metallischen Armierungen 101
9.4 Einseitiger Anschluss an das Rückleitungssystem für Kabel 102
9.5 Hochspannungs-Kabelanlagen 16.7 Hz 103
9.5.1 Empfehlungen zum Kabelkonzept 104
9.6 Kabelanlagen bei Gleichstrombahnen 105

 © VöV

10 Fahrleitungsanlagen 106
10.1 Fahrleitungs-Tragwerke 106
10.1.1 Die Fahrleitungsmasten der Wechselstrombahnen 106
10.1.2 Die Fahrleitungsmasten der Gleichstrombahnen 106
10.2 Das Bahnenergieversorgungssystem der Wechselstrombahnen 107
10.3 Fahrschienen 110
10.3.1 Gleisfreimeldeeinrichtungen 110
10.4 Rückleitungsseile und Erdleiter 113
10.4.1 Die Dimensionierung und Anordnung von Rückleitungsseilen und Erdleiter 113
10.4.2 Dimensionierung der Rückleiter in Abhängigkeit des Fahrleitungs-Kurzschlussstroms und des Bahnrückstroms 122
10.5 Anbindung des Unterwerks 129
10.5.1 Anbindung an die Schienen (Erdpol) 129
10.5.2 Anbindung an Rückleitungsseile 129
10.6 Transformatoren und Messwandler auf Masten 130
10.6.1 16.7 Hz-Transformatoren 130
10.6.2 Messwandler 130
10.7 Fahrleitungs-Schaltanlagen 132
10.8 Die Bahnstrom-Rückleitung der Gleichstrombahnen 135
10.8.1 Querschnitt der Rückleitungsseile 135

11 Bauten 136
11.1 Kunstbauten: Brücken, Tunnel, Stützmauern 136
11.1.1 Allgemeines 136
11.1.2 Brücken 139
11.1.3 Tunnel 142
11.2 Lärmschutzwände, Leitplanken, Zäune 148
11.2.1 Allgemeines 148
11.2.2 Lärmschutzwände 149
11.2.3 Zäune längs und quer zum Gleis 150
11.3 Perrondächer 152
11.3.1 Allgemeines 152
11.3.2 Perronrückleiter 152
11.3.3 Ableitungen 153
11.3.4 Ortbleche (Dachrand-Abschlüsse) 153
11.3.5 Situationspläne 154
11.4 Hohlboden 157
11.4.1 Allgemeines 157
11.4.2 Ausführung 158
11.5 Steigzonen in Gebäuden für Kommunikationsleitungen 159
11.5.1 Anordnung 159
11.5.2 Bauliche Massnahmen 161
11.5.3 Erdung 162
11.6 Gemeinsame Leitungs-Einführung (SPE, single point of entry) 163

12 Sicherungsanlagen 164
12.1 Allgemeines 164
12.1.1 Grundlagen und Geltungsbereich 164
12.2 Innenanlage 165
12.2.1 Hauptpotentialausgleichsschiene (HPAS) im Gebäude 165
12.2.2 Hauptpotentialausgleichsschienen (HPAS) bei getrennten Gebäuden 166
12.2.3 Erdung der Apparate 166
12.3 Aussenanlage 171
12.3.1 Allgemeines 171
12.3.2 Gleisgeräteträger 172
12.4 Rückleitungskonzept von Schnellfahrweichen 175

 © VöV

13 Telecom-Anlagen 176
13.1 Grundsatz 176
13.2 Stromversorgungen 177
13.3 Datenübertragungssysteme 177
13.4 Übrige Telecom-Anlagen 178

14 Besondere Anlagen 179
14.1 Anlagen zur Einspeisung stehender Schienen- und Trolleybusfahrzeuge 179
14.1.1 Zugvorklimatisierungsanlage ZVA 180
14.1.2 Depot-Steckvorrichtung 182
14.2 USV-Anlagen 183
14.3 Baustromversorgungen 183
14.4 Mobile Baumaschinen 183
14.5 Brückenwaagen 184
14.5.1 Konventionelle Brückenwaage 184
14.5.2 Dynamische Brückenwaage 185
14.6 Elektro-Weichenheizungen 186
14.6.1 Einleitung 186
14.7 Tankanlagen 187
14.7.1 Grundsätzliches 187
14.7.2 Festlegung der Ex-Zonen 187
14.8 Gas-Weichenheizungen 188
14.9 Benzin- und Dieselöltankstellen 190
14.9.1 Grundsätzliches 190
14.9.2 Festlegung der Ex-Zonen 190

15 Bahnobjekte und Rückleitungssystem 191
15.1 Tabelle «mit Rückleitung verbinden» 191

16 Ausführungsbeispiel 197
16.1 Erdungs- und Stromrückführungsprinzip der Glattalbahn 197

17 Literaturverzeichnis und Bezugsquellen 203
17.1 Literaturverzeichnis 203
17.2 Bezugsquellen 204
17.2.1 Hoheitliche Regelungen 204
17.2.2 Normen 204
17.2.3 Weitere Vorschriften 204

18 Stichwortverzeichnis 205

 © VöV