

Inhalt

| | Seite |
|--|-------|
| Vorwort..... | 9 |
| Einleitung | 10 |
| 1 Anwendungsbereich | 11 |
| 2 Normative Verweisungen | 11 |
| 3 Begriffe und Abkürzungen | 12 |
| 3.1 Begriffe | 12 |
| 3.2 Abkürzungen | 12 |
| 4 Beschreibung des Gleisfreimeldesystems | 13 |
| 5 Sicherheitsrelevanz der Parameter | 14 |
| 6 Technische Parameter von Gleisstromkreisen..... | 16 |
| 6.1 Nichterkennungszone von Gleisstromkreisen | 16 |
| 6.1.1 Allgemeines | 16 |
| 6.1.2 Definition des Parameters | 16 |
| 6.2 Länge des Gleisstromkreises | 20 |
| 6.2.1 Allgemeines | 20 |
| 6.2.2 Mindestlänge des Gleisstromkreises einschließlich Ansprechverzögerung und Toleranzen | 22 |
| 6.2.3 Mindestlänge des Gleisstromkreises für die Gleisfreimeldung | 22 |
| 6.2.4 Validierung des Parameters | 23 |
| 6.3 Erkennung eines Schienenbruchs/gebrochenen Isolierstoßes | 23 |
| 6.3.1 Allgemeines | 23 |
| 6.3.2 Definition des Parameters | 23 |
| 6.3.3 Validierung des Parameters | 24 |
| 6.4 Frequenzmanagement und zutreffende Parameter des Gleisstromkreises..... | 24 |
| 6.4.1 Frequenzen und Grenzwerte der Störfestigkeit | 24 |
| 6.4.2 Anzahl der Betriebskanäle | 30 |
| 6.4.3 Trennung zwischen Betriebskanälen/Kanalbandbreite | 30 |
| 6.4.4 Fahrzeugimpedanz als Teil des Frequenzmanagements | 31 |
| 6.5 Codierung | 31 |
| 6.5.1 Allgemeines | 31 |
| 6.5.2 Art der Codierung | 31 |
| 6.5.3 Definition des Parameters | 32 |
| 6.5.4 Validierung des Parameters | 32 |
| 6.6 Übergangsverhalten des Empfängers..... | 32 |
| 6.6.1 Allgemeines | 32 |
| 6.6.2 Sinusförmige Schaltsignale | 32 |
| 6.6.3 Andere Signale | 33 |
| 6.6.4 Validierung des Übergangsverhaltens des Empfängers | 34 |

| | Seite |
|-------|--|
| 6.7 | RAMS 34 |
| 6.7.1 | Zuverlässigkeit 34 |
| 6.7.2 | Verfügbarkeit 35 |
| 6.7.3 | Instandhaltbarkeit 35 |
| 6.7.4 | Sicherheit 36 |
| 6.7.5 | Validierung aller RAMS-Parameter 37 |
| 7 | Zugbezogene Parameter 37 |
| 7.1 | Parallelimpedanz 37 |
| 7.1.1 | Allgemeines 37 |
| 7.1.2 | Definition des Parameters 37 |
| 7.1.3 | Validierung des Parameters 38 |
| 8 | Gleisbezogene Parameter 38 |
| 8.1 | Gesamtimpedanz des Gleises 38 |
| 8.1.1 | Allgemeines 38 |
| 8.1.2 | Definition des Parameters 39 |
| 8.1.3 | Validierung des Parameters 39 |
| 8.2 | Schiene-Erde-Impedanz 39 |
| 8.2.1 | Allgemeines 39 |
| 8.2.2 | Grenzwerte und Anforderungen 39 |
| 8.2.3 | Validierung 40 |
| 8.3 | Oberflächenwiderstand des Gleises/Gleisqualität 40 |
| 8.4 | Isolationswert des Isolierstoßes 40 |
| 8.4.1 | Allgemeines 40 |
| 8.4.2 | Definition des Parameters 40 |
| 8.4.3 | Validierung 41 |
| 8.5 | Schwellentyp/Gleisaufbau 41 |
| 8.5.1 | Allgemeines 41 |
| 8.5.2 | Definition des Parameters 41 |
| 8.5.3 | Anforderungen und Validierung 42 |
| 8.6 | Bettungswiderstand 42 |
| 8.6.1 | Allgemeines 42 |
| 8.6.2 | Definition des Parameters 42 |
| 8.6.3 | Anforderungen an die Validierung 43 |
| 8.7 | Längste Zeit ohne Zugfahrten 43 |
| 8.7.1 | Allgemeines 43 |
| 8.7.2 | Definition des Parameters 43 |
| 8.7.3 | Anforderungen und Validierung 43 |
| 9 | Umgebungsparameter und andere Parameter 43 |

| | Seite |
|---|--|
| 9.1 | Qualität der Signalstromversorgung in Bezug auf die Verfügbarkeit 43 |
| 9.1.1 | Allgemeines 43 |
| 9.1.2 | Definition 43 |
| 9.1.3 | Anforderungen und Validierung 44 |
| 9.2 | Qualität der Traktionsstromversorgung 44 |
| 9.2.1 | Allgemeines 44 |
| 9.2.2 | Definition des Parameters 44 |
| 9.3 | Sandmenge 44 |
| 9.3.1 | Allgemeines 44 |
| 9.3.2 | Definition des Parameters 45 |
| 9.3.3 | Anforderungen und Validierung 45 |
| 9.4 | Witterung, Eis und andere Umgebungsbedingungen 45 |
| 9.4.1 | Temperatur 45 |
| 9.4.2 | Luftdruck/Luftbewegung 46 |
| 9.4.3 | Feuchtigkeit 46 |
| 9.4.4 | Niederschlag 46 |
| 9.4.5 | Sonnenstrahlung 47 |
| 9.4.6 | Schutzart (IP) 47 |
| 9.4.7 | Schwingungen/Stöße 48 |
| 9.5 | EMV 48 |
| 9.5.1 | Allgemeines 48 |
| 9.5.2 | Anforderungen und Validierung für die EMV in Bezug auf Fahrzeuge 48 |
| 9.5.3 | Anforderungen und Validierung für die EMV mit Funksendern 48 |
| 9.5.4 | Anforderungen und Validierung des Überspannungsschutzes (einschließlich indirekter Wirkungen von Blitzschlag) 48 |
| Anhang A (informativ) Szenarien für Schienenbrüche – Zusammenhang zwischen Gleisstromkreis und Schienenbrucherkenntung 49 | |
| A.1 | Grundprinzip 49 |
| A.2 | Bei einem Ausfall sicheres System 50 |
| A.3 | Beispiele, in denen die Erkennung eines Schienenbruchs nicht möglich ist 50 |
| A.3.1 | Weichen- und Kreuzungsbereich 50 |
| A.3.2 | Einschienige Isolierung 51 |
| A.3.3 | Parallele Pfade über andere Gleisstromkreise oder (und) Erdungsverbindungen 51 |
| Anhang B (informativ) Frequenzmanagement 52 | |
| B.1 | Einführung/Hintergrund der Entwicklung 52 |
| B.1.1 | Ansatz für das Frequenzmanagement 53 |
| B.1.2 | Zukünftige Gleisstromkreise und Frequenzmanagement 55 |
| B.1.3 | Zukünftige Fahrzeuge und Frequenzmanagement 55 |
| B.1.4 | Anwendung des Frequenzmanagements auf vorhandene Gleisstromkreise 55 |

| | Seite | |
|-----------------------|--|----|
| B.2 | Frequenzmanagement – Aussendungsgrenzwerte für Fahrzeuge..... | 56 |
| B.2.1 | Aussendungsgrenzwerte für Fahrzeuge, die mit Gleichstrom gespeist werden..... | 56 |
| B.2.2 | Aussendungsgrenzwerte für Fahrzeuge, die mit 16,7-Hz-Systemen gespeist werden..... | 57 |
| B.2.3 | Aussendungsgrenzwerte für Fahrzeuge, die mit 50-Hz-Systemen gespeist werden..... | 58 |
| B.3 | Vergleich vorhandener Gleisstromkreise..... | 59 |
| B.3.1 | DC-Gleisstromkreise..... | 59 |
| B.3.2 | GRS-Gleisstromkreise..... | 60 |
| B.3.3 | Relais-Gleisstromkreise..... | 61 |
| B.3.4 | UGSK 95..... | 62 |
| B.3.5 | UGSK 3..... | 63 |
| B.3.6 | KOA..... | 64 |
| B.3.7 | UM 2 000..... | 65 |
| B.3.8 | EBI200 (TI21)..... | 66 |
| B.3.9 | JADE..... | 67 |
| B.3.10 | Digicode..... | 68 |
| B.3.11 | FTGS 46..... | 69 |
| B.3.12 | FTGS 917..... | 70 |
| B.3.13 | CBDAC..... | 71 |
| Anhang C (informativ) | Fahrzeugimpedanz/Richtlinien für die Fahrzeugkonstruktion zur Unterstützung des Frequenzmanagements..... | 72 |
| C.1 | Definition des Parameters..... | 72 |
| C.2 | Begründung der Parameter..... | 72 |
| C.3 | Grenzwerte und Anforderungen an Fahrzeuge..... | 72 |
| C.4 | Validierung des Parameters..... | 72 |
| Anhang D (informativ) | Beispiel für Elemente der Instandhaltung für bestehende Gleisstromkreise..... | 73 |
| Anhang E (informativ) | Beispiel für die Lenkung der Nebenschlussimpedanz..... | 78 |
| Anhang F (informativ) | Analyse der Schiene-Erde-Impedanz..... | 80 |
| F.1 | Schiene-Erde-Impedanz: Auswirkungen auf den Gleisstromkreis..... | 80 |
| F.1.1 | Physikalische Faktoren..... | 80 |
| F.1.2 | Symmetrischer Schiene-Erde-Widerstand..... | 82 |
| F.1.3 | Erfahrungswerte..... | 83 |
| F.1.4 | Asymmetrischer Schiene-Erde-Widerstand..... | 83 |
| F.2 | Wirkungen der Berührungsspannung..... | 85 |
| F.2.1 | Erläuterungen..... | 85 |
| Anhang G (informativ) | Beispiel für eine mechanische Prüfung von Isolierstößen..... | 90 |
| G.1 | Allgemeines..... | 90 |
| G.2 | Prüfprogramm..... | 91 |
| Anhang H (informativ) | Beispiel für bestehende Anforderungen an den Schwellentyp/Gleisaufbau..... | 93 |
| H.1 | Infrabel..... | 93 |

| | Seite |
|---|-------|
| H.2 DB..... | 93 |
| H.2.1 Holzschwellen..... | 93 |
| H.2.2 Betonschwellen | 93 |
| H.2.3 Schienenplatten..... | 93 |
| Literaturhinweise..... | 94 |
| Bilder | |
| Bild 1 – Systemgrenzen eines Gleisfreimeldesystems..... | 14 |
| Bild 2 – Überlappung von zwei Erkennungszonen unter Verwendung von Isolierstößen..... | 17 |
| Bild 3 – Erkennung einer Achse innerhalb der Gleisantenne..... | 17 |
| Bild 4 – Ersatzschaltung | 18 |
| Bild 5 – Erkennung einer Achse innerhalb der Gleisantenne bei einem Schienenbruch..... | 18 |
| Bild 6 – Anordnung mit einem zweiten Empfänger..... | 18 |
| Bild 7 – Zusammenfassung der Anforderungen..... | 19 |
| Bild 8 – Gleisstromkreis mit elektrisch leitenden Schienenstößen..... | 20 |
| Bild 9 – Erkennung innerhalb des elektrisch leitenden Schienenstoßes..... | 20 |
| Bild 10 – Beispiel für die Nebenschlusschaltung im Bereich eines elektrisch leitenden Schienenstoßes..... | 21 |
| Bild 11 – Länge des Gleisabschnitts..... | 21 |
| Bild 12 – Festlegung der Mindestlänge für die Gleisfreimeldung | 23 |
| Bild 13 – Sicherheitsreserven für Störstromgrenzwerte für Gleisstromkreise | 26 |
| Bild 14 – Beeinflussungsfall durch ein Fahrzeug..... | 28 |
| Bild 15 – Blockschaltbild für die Nachbildung von Störungen | 28 |
| Bild 16 – Beispiel für ein Blockschaltbild für die Nachbildung von Störungen am Standort..... | 30 |
| Bild 17 – Einrichtung eines AFTC (Beispiel)..... | 31 |
| Bild 18 – Beispiel für eine Frequenz von 9 500 Hz ± 64 Hz..... | 32 |
| Bild 19 – Empfängerverhalten bei Sinusimpulsen..... | 33 |
| Bild 20 – Abschaltung in einem 1 500-V-DC-System (4 000 A, 10 ms) | 34 |
| Bild 21 – Abschaltung in einem 3 000-V-DC-System (2 500 A, 5 ms) | 34 |
| Bild 22 – Bettungswiderstand R_b | 38 |
| Bild A.1 – Grundprinzip eines Schienenbruchs | 49 |
| Bild A.2 – Keine Erkennung des ersten Ausfalls | 50 |
| Bild A.3 – Situation eines WSF: Keine Zugortung..... | 50 |
| Bild A.4 – Einschienige Isolierung | 51 |
| Bild A.5 – Parallele Pfade | 51 |
| Bild B.1 – Gesamtüberblick für alle Gleisfreimeldesysteme..... | 52 |
| Bild B.2 – Störstromgrenzwerte für Gleichstromversorgungssysteme | 56 |
| Bild B.3 – Störstromgrenzwerte für 16,7-Hz-Versorgungssysteme..... | 57 |
| Bild B.4 – Störstromgrenzwerte für 50-Hz-Versorgungssysteme..... | 58 |
| Bild B.5 – Vergleich der Grenzwerte für DC-Gleisstromkreise..... | 59 |

| | Seite |
|---|-------|
| Bild B.6 – Vergleich der Grenzwerte für 75-Hz-Gleisstromkreise | 60 |
| Bild B.7 – Vergleich der Grenzwerte für verschiedene Relais-Gleisstromkreise | 61 |
| Bild B.8 – Vergleich der Grenzwerte für Gleisstromkreise des Typs UGSK 95 | 62 |
| Bild B.9 – Vergleich der Grenzwerte für Gleisstromkreise des Typs UGSK 3 | 63 |
| Bild B.10 – Vergleich der Grenzwerte für Gleisstromkreise des Typs KOA | 64 |
| Bild B.11 – Vergleich der Grenzwerte für Gleisstromkreise des Typs UM 2 000 | 65 |
| Bild B.12 – Vergleich der Grenzwerte für Gleisstromkreise des Typs EBI200 (geplant) | 66 |
| Bild B.13 – Vergleich der Grenzwerte für JADE-Gleisstromkreise | 67 |
| Bild B.14 – Vergleich der Grenzwerte für Digicode-Gleisstromkreise | 68 |
| Bild B.15 – Vergleich der Grenzwerte für Gleisstromkreise des Typs FTGS 46 | 69 |
| Bild B.16 – Vergleich der Grenzwerte für Gleisstromkreise des Typs FTGS 917 | 70 |
| Bild B.17 – Vergleich der Grenzwerte für CBDAC-Gleisstromkreise | 71 |
| Bild D.1 – Typischer DC-Gleisstromkreis | 73 |
| Bild D.2 – Typischer Niederfrequenz-Gleisstromkreis (40 Hz bis 110 Hz) für ein Motorgleisrelais oder ein Transistorgleisrelais | 74 |
| Bild D.3 – Zweischiengesiges Isolationssystem mit Erdungstransformatoren | 75 |
| Bild D.4 – Tonfrequenz-FTGS-Gleisstromkreis mit elektrischen S-Verbindern (stoßfrei) | 75 |
| Bild F.1 – Ergebnis des FE-Modells | 80 |
| Bild F.2 – Beispiel für Schwellen, die von der Bettung bedeckt sind | 81 |
| Bild F.3 – Ersatzschaltung des Erdungspfads | 81 |
| Bild F.4 – Definition der Ersatzimpedanz aus einem einfachen Modell | 82 |
| Bild F.5 – Definition der Ersatzimpedanz aus einem komplexen Modell | 82 |
| Bild F.6 – Ersatzschaltung eines Gleisabschnitts | 82 |
| Bild F.7 – Modifiziertes Modell | 83 |
| Bild F.8 – Ergebnis der ersten Analyse | 84 |
| Bild F.9 – Ergebnis der zweiten Analyse | 84 |
| Bild F.10 – Typischer Querschnitt eines Oberleitungskettenwerks (Standardausleger) | 85 |
| Bild F.11 – Typischer Querschnitt eines Oberleitungskettenwerks (Standardausleger) | 86 |
| Bild F.12 – Modell der Ausfallsituation | 87 |
| Bild F.13 – Stromführende Schienen 1 und 2, Abnehmerschienen 3 und 4 | 89 |
| Bild G.1 – Prüfkurve für die Prüfung der mechanischen Zugfestigkeit | 92 |
| Bild G.2 – Prüfaufbau für die dynamische mechanische Prüfung | 92 |
| Tabellen | |
| Tabelle 1 – Parameter von Gleisstromkreisen | 14 |
| Tabelle 2 – Mindestlänge des Gleisstromkreises einschließlich Ansprechverzögerung und Toleranzen | 22 |
| Tabelle 3 – Messparameter für die Kompatibilität | 25 |
| Tabelle 4 – Frequenzmanagement: Zulässige Werte für die Mittenfrequenz | 30 |
| Tabelle 5 – Isolationswerte bei verschiedenen Feuchtigkeiten | 41 |

| | Seite |
|---|-------|
| Tabelle B.1 – Frequenzmanagement: Betriebsbereich für Gleisstromkreise | 54 |
| Tabelle D.1 – Typische Erweiterungswerte für Gleisstromkreise | 74 |
| Tabelle E.1 – Kombinierte Anforderungen, die nur für elektrische Züge gelten..... | 78 |
| Tabelle G.1 – Prüfprogramm für Isolierstöße | 91 |