

## Inhalt

	Seite
Vorwort.....	8
Einleitung .....	9
1 Anwendungsbereich .....	10
2 Normative Verweisungen .....	10
3 Begriffe und Abkürzungen .....	11
3.1 Begriffe .....	11
3.2 Abkürzungen .....	12
4 Beschreibung des Gleisfreimeldesystems .....	14
5 Sicherheitsrelevanz der Parameter .....	15
6 Technische Parameter von Gleisstromkreisen.....	15
6.1 Nichterkennungszone von Gleisstromkreisen .....	15
6.1.1 Allgemeines .....	15
6.1.2 Anforderungen.....	15
6.2 Länge des Gleisstromkreises .....	15
6.2.1 Allgemeines .....	15
6.2.2 Mindestlänge des Gleisstromkreises für die Gleisfreimeldung – Anforderungen .....	15
6.2.3 Größte Länge des Gleisstromkreises für die Gleisfreimeldung – Anforderungen .....	16
6.3 Erkennung eines Schienenbruchs.....	16
6.3.1 Allgemeines .....	16
6.3.2 Anforderungen.....	16
6.4 Erkennung des Versagens eines Isolierstoßes .....	17
6.4.1 Allgemeines .....	17
6.4.2 Anforderungen.....	17
6.5 Frequenzmanagement und zutreffende Parameter des Gleisstromkreises.....	17
6.5.1 Frequenzen und Grenzwerte der Störfestigkeit .....	17
6.5.2 Anzahl der Betriebskanäle .....	18
6.5.3 Trennung zwischen Betriebskanälen/Kanalbandbreite .....	19
6.6 Codierung .....	19
6.6.1 Allgemeines .....	19
6.6.2 Art der Codierung .....	19
6.6.3 Anforderungen.....	20
6.7 Verhalten des Empfängers bei transienten Störungen .....	21
6.7.1 Allgemeines .....	21
6.7.2 Sinusförmige Schaltsignale .....	21
6.7.3 Andere Signale .....	22
6.7.4 Validierung des Empfängerverhaltens bei transienten Störungen.....	23
6.8 RAMS .....	23

	Seite
6.8.1	Zuverlässigkeit ..... 23
6.8.2	Verfügbarkeit ..... 23
6.8.3	Instandhaltbarkeit ..... 24
6.8.4	Sicherheit ..... 24
6.8.5	Validierung aller RAMS-Parameter ..... 25
7	Zugbezogene Parameter – Nebenschlusswiderstand ..... 25
7.1	Allgemeines ..... 25
7.2	Anforderungen ..... 25
8	Gleisbezogene Parameter ..... 26
8.1	Gesamtimpedanz des Gleises ..... 26
8.1.1	Allgemeines ..... 26
8.1.2	Anforderungen ..... 27
8.2	Schiene-Erde-Impedanz ..... 28
8.2.1	Allgemeines ..... 28
8.2.2	Grenzwerte und Anforderungen ..... 28
8.2.3	Validierung ..... 29
8.3	Oberflächenwiderstand des Gleises/Gleisqualität ..... 29
8.4	Isolationswert des Isolierstoßes ..... 29
8.4.1	Allgemeines ..... 29
8.4.2	Anforderungen und Validierung ..... 29
8.5	Schwellentyp/Gleisaufbau ..... 30
8.5.1	Allgemeines ..... 30
8.5.2	Definition des Parameters ..... 30
8.5.3	Anforderungen und Validierung ..... 31
8.6	Bettungswiderstand ..... 31
8.6.1	Allgemeines ..... 31
8.6.2	Definition des Parameters ..... 31
8.6.3	Anforderungen an die Validierung ..... 31
8.7	Längste Zeit zwischen Zugfahrten ..... 32
8.7.1	Allgemeines ..... 32
8.7.2	Definition des Parameters ..... 32
8.7.3	Anforderungen und Validierung ..... 32
8.8	Unsymmetrie des Rückstroms ..... 32
8.8.1	Allgemeines ..... 32
8.8.2	Anforderungen und Validierung ..... 32
9	Umgebungsparameter und andere Parameter ..... 33
9.1	Qualität der Signalstromversorgung in Bezug auf die Verfügbarkeit ..... 33
9.1.1	Allgemeines ..... 33
9.1.2	Anforderungen und Validierung ..... 33

	Seite
9.2 Qualität der Bahnstromversorgung .....	33
9.2.1 Allgemeines .....	33
9.2.2 Definition des Parameters .....	34
9.2.3 Anforderungen und Validierung.....	34
9.3 Sandmenge .....	34
9.3.1 Allgemeines .....	34
9.3.2 Definition des Parameters .....	34
9.3.3 Anforderungen und Validierung.....	34
9.4 Witterung, Eis und andere Umgebungsbedingungen .....	35
9.4.1 Temperatur .....	35
9.4.2 Luftdruck/Luftbewegung .....	35
9.4.3 Feuchtigkeit .....	36
9.4.4 Niederschlag.....	36
9.4.5 Sonnenstrahlung .....	37
9.4.6 Schutzart (IP).....	37
9.4.7 Schwingungen/Stöße .....	38
9.5 EMV .....	38
9.5.1 Allgemeines .....	38
9.5.2 Anforderungen an und Validierung der EMV in Bezug auf Fahrzeuge .....	38
9.5.3 Anforderungen an und Validierung der EMV mit Funksendern .....	38
9.5.4 Anforderungen an und Validierung des Überspannungsschutzes (einschließlich indirekter Wirkungen von Blitzschlag) .....	38
Anhang A (informativ) Leitfaden für die Sicherheitsrelevanz der Parameter .....	39
Anhang B (informativ) Szenarien für eine Nichterkennungszone.....	41
B.1 Überlappung von zwei Erkennungszone unter Verwendung von Isolierstößen (im nachfolgenden Bild Strecke X) .....	41
B.2 Überlappung einer Totzone im Weichen- und Kreuzungsbereich .....	41
B.3 Potentialausgleichsleitungen im Weichen- und Kreuzungsbereich .....	43
B.4 Nichterkennungszone innerhalb von elektrisch leitenden Schienenstößen.....	43
Anhang C (informativ) Länge des Gleisstromkreises .....	46
C.1 Einleitung .....	46
C.2 Beispiel für einen Gleisstromkreis mit S-Verbindern .....	46
C.2.1 Einleitung .....	46
C.2.2 Mindestlänge des Gleisstromkreises in Abhängigkeit von der Länge der S-Verbinder .....	46
C.2.3 Mindestlänge des Gleisstromkreises in Abhängigkeit von Zuggeschwindigkeit, Relaisabfallverzögerung, Verzögerung der Fahrstraßenauflösung und Grenzabweichungen .....	47
C.2.4 Mindestlänge des Gleisstromkreises in Abhängigkeit vom Fahrzeug.....	47
Anhang D (informativ) Szenarien für Schienenbrüche – Zusammenhang zwischen Gleisstromkreis und Schienenbrucherkenkung .....	49
D.1 Grundprinzip .....	49

	Seite
D.2 Bei einem Ausfall sicheres System .....	50
D.3 Beispiele, in denen die Erkennung eines Schienenbruchs nicht möglich ist .....	50
D.3.1 Weichen- und Kreuzungsbereich .....	50
D.3.2 Einschienige Isolierung .....	51
D.3.3 Parallele Pfade anderer Gleisstromkreise oder (und) Erdungsverbindungen .....	51
Anhang E (informativ) Frequenzmanagement .....	52
E.1 Frequenzen und Grenzwerte der Störfestigkeit .....	52
E.1.1 Betriebsfrequenzbereiche .....	52
E.1.2 Bewertungsparameter .....	52
E.1.3 Kompatibilitätsgrenzwerte für Gleisstromkreise .....	52
E.1.4 Störfestigkeit gegen Beeinflussungen innerhalb des Frequenzbereichs .....	53
E.1.5 Störfestigkeit gegen Oberschwingungsfrequenzen der Fahrstromversorgung (1,5 kHz bis 2,65 kHz, nur in Gleichstrom- und 50-Hz-Systemen) .....	54
E.1.6 Validierung der Störfestigkeit .....	55
E.2 Hintergrund der Entwicklung .....	58
E.2.1 Einleitung .....	58
E.2.2 Ansatz für das Frequenzmanagement .....	59
E.2.3 Zukünftige Gleisstromkreise und Frequenzmanagement .....	59
E.2.4 Zukünftige Fahrzeuge und Frequenzmanagement .....	59
E.2.5 Anwendung des Frequenzmanagements auf vorhandene Gleisstromkreise .....	59
E.3 Frequenzmanagement – Aussendungsgrenzwerte für Fahrzeuge .....	60
E.3.1 Allgemeines .....	60
E.3.2 Aussendungsgrenzwerte für Fahrzeuge in Gleichstromversorgungssystemen .....	60
E.3.3 Aussendungsgrenzwerte für Fahrzeuge in 16,7-Hz-Versorgungssystemen .....	61
E.3.4 Aussendungsgrenzwerte für Fahrzeuge in 50-Hz-Versorgungssystemen .....	61
Anhang F (informativ) Fahrzeugimpedanz/Leitfaden für die Fahrzeugkonstruktion zur Unterstützung des Frequenzmanagements .....	62
F.1 Definition des Parameters .....	62
F.2 Begründung des Parameters .....	62
F.3 Grenzwerte und Anforderungen an Fahrzeuge .....	62
F.3.1 DC-Traktion .....	62
F.3.2 AC- sowie DC-Traktion .....	62
F.4 Validierung des Parameters .....	62
Anhang G (informativ) Beispiel für Elemente der Instandhaltung bestehender Gleisstromkreise .....	63
Anhang H (informativ) Beispiel für die Lenkung des Nebenschlusswiderstands .....	68
Anhang I (informativ) Schiene-Erde-Impedanz: Auswirkungen auf den Gleisstromkreis .....	70
I.1 Physikalische Faktoren .....	70
I.2 Symmetrischer Schiene-Erde-Widerstand .....	71
I.3 Erfahrungswerte .....	71

	Seite
I.4 Asymmetrischer Schiene-Erde-Widerstand .....	72
I.5 Wirkungen der Berührungsspannung.....	72
Anhang J (informativ) Beispiel für eine mechanische Prüfung von Isolierstößen .....	74
J.1 Allgemeines .....	74
J.2 Prüfprogramm.....	75
Anhang K (informativ) Beispiel für bestehende Anforderungen an den Schwellentyp/Gleisaufbau .....	77
K.1 Typische Werte für den Bettungswiderstand .....	77
K.2 Infrabel.....	77
K.3 DB.....	77
K.3.1 Holzschwellen.....	77
K.3.2 Betonschwellen .....	77
K.3.3 Feste Fahrbahn .....	78
Anhang L (informativ) Beispiel für die Anwendung verschiedener Sicherheitsanforderungen .....	79
L.1 Unteres Sicherheits-Integritätslevel (unter SIL 4) .....	79
L.2 Höchstes Sicherheits-Integritätslevel (SIL 4) .....	79
Anhang ZZ (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG .....	80
Literaturhinweise.....	82
<b>Bilder</b>	
Bild 1 – Systemgrenzen eines Gleisfreimeldesystems.....	14
Bild 2 – Einrichtung eines Tonfrequenz-Gleisstromkreises (Beispiel).....	19
Bild 3 – Beispiel für eine Frequenz von 9 500 Hz ± 64 Hz .....	20
Bild 4 – Empfängerverhalten bei Sinusimpulsen .....	21
Bild 5 – Abschaltung in einem 1 500-V-Gleichstromsystem (4 000 A, 10 ms).....	22
Bild 6 – Abschaltung in einem 3 000-V-Gleichstromsystem (2 500 A, 5 ms).....	22
Bild 7 – Bettungswiderstand .....	27
Bild B.1 – Überlappung von zwei Erkennungszonen unter Verwendung von Isolierstößen .....	41
Bild B.2 – Erkennung einer Achse im abzweigenden Gleis .....	42
Bild B.3 – Ersatzschaltung.....	42
Bild B.4 – Erkennung einer Achse im abzweigenden Gleis bei einem Schienenbruch.....	42
Bild B.5 – Anordnung mit einem zweiten Empfänger .....	43
Bild B.6 – Zusammenfassung der Szenarien B.1 und B.2 .....	43
Bild B.7 – Gleisstromkreis mit elektrisch leitenden Schienenstößen.....	44
Bild B.8 – Erkennung innerhalb des elektrisch leitenden Schienenstoßes .....	44
Bild B.9 – Beispiel für eine Überlappungszone im S-Verbinder .....	45
Bild C.1 – Länge des Gleisabschnitts .....	46
Bild C.2 – Festlegung der Mindestlänge für die Gleisfreimeldung .....	48
Bild D.1 – Grundprinzip eines Schienenbruchs .....	49
Bild D.2 – Keine Erkennung des ersten Ausfalls .....	50

	Seite
Bild D.3 – Szenarium einer sicherheitsrelevanten Störung: keine Zugortung.....	50
Bild D.4 – Einschienige Isolierung.....	51
Bild D.5 – Parallele Pfade.....	51
Bild E.1 – Kompatibilitätsbereiche für die Störfestigkeit von Gleisstromkreisen gegen Störstromgrenzwerte von Fahrzeugen.....	54
Bild E.2 – Beeinflussungsszenarium durch ein Fahrzeug.....	55
Bild E.3 – Blockschaltbild für die Nachbildung von Störungen.....	56
Bild E.4 – Beispiel für ein Blockschaltbild für die Nachbildung von Störungen am Standort.....	57
Bild E.5 – Gesamtüberblick für alle Gleisfreimeldesysteme.....	58
Bild E.6 – Störstromgrenzwerte für Gleichstromversorgungssysteme.....	60
Bild E.7 – Störstromgrenzwerte für 16,7-Hz-Versorgungssysteme.....	61
Bild E.8 – Störstromgrenzwerte für 50-Hz-Versorgungssysteme.....	61
Bild G.1 – Typischer DC-Gleisstromkreis.....	63
Bild G.2 – Typischer Niederfrequenz-Gleisstromkreis (40 Hz bis 125 Hz) für ein Motorgleisrelais oder ein Transistorgleisrelais.....	64
Bild G.3 – Zweischieniges Isolationssystem mit Erdungstransformatoren.....	65
Bild G.4 – Tonfrequenz-FTGS-Gleisstromkreis mit elektrischen S-Verbindern (stoßfrei).....	65
Bild I.1 – Beispiel für Schwellen, die von der Bettung bedeckt sind.....	70
Bild I.2 – Ersatzschaltung eines Gleisabschnitts.....	71
Bild I.3 – Typischer Querschnitt eines Oberleitungskettenwerks (Standardausleger).....	72
Bild J.1 – Prüfkurve für die Prüfung der mechanischen Zugfestigkeit.....	76
Bild J.2 – Prüfaufbau für die dynamische mechanische Prüfung.....	76
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 – Verbotene Frequenzen.....	19
Tabelle 2 – Isolationswerte bei verschiedenen Feuchtigkeiten.....	30
Tabelle A.1 – Sicherheitsrelevanz von Parametern des Gleisstromkreises.....	39
Tabelle C.1 – Mindestlänge des Gleisstromkreises einschließlich Relaisabfallverzögerung und Grenzabweichungen in Abhängigkeit von der Zuggeschwindigkeit.....	47
Tabelle E.1 – Messparameter für die Kompatibilität.....	53
Tabelle G.1 – Typische Erweiterungswerte für Gleisstromkreise.....	64
Tabelle H.1 – Kombinierte Anforderungen, die nur für elektrische Züge gelten.....	68
Tabelle J.1 – Prüfprogramm für Isolierstöße.....	75
Tabelle ZZ.1 – Übereinstimmung zwischen dieser Europäischen Norm und der TSI ZZS (veröffentlicht im Amtsblatt L 51 am 23. Februar 2012, S. 1) und der Richtlinie 2008/57/EG.....	80
Tabelle ZZ.2 – Übereinstimmung zwischen dieser Europäischen Norm und der TSI für das Teilsystem „Lokomotiven und Personenwagen des konventionellen Eisenbahnsystems“ (veröffentlicht im Amtsblatt L 139 am 26. Mai 2011, S. 1) und der Richtlinie 2008/57/EG.....	81
Tabelle ZZ.3 – Übereinstimmung zwischen dieser Europäischen Norm und der TSI für das Teilsystem „Fahrzeuge – Güterwagen des konventionellen Eisenbahnsystems“ (veröffentlicht im Amtsblatt L 104 am 12. April 2013, S. 1) und der Richtlinie 2008/57/EG.....	81