

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	10
Einleitung .....	12
1 Anwendungsbereich.....	13
2 Normative Verweisungen .....	13
3 Begriffe und Abkürzungen.....	15
3.1 Begriffe .....	15
3.2 Abkürzungen .....	21
4 Allgemeine Anforderungen.....	22
4.1 Anforderungen an das Betriebsverhalten.....	22
4.2 Bewertungskriterien für das Betriebsverhalten .....	22
4.2.1 Allgemeines .....	22
4.2.2 Bewertungskriterium A .....	23
4.2.3 Bewertungskriterium B .....	23
4.2.4 Bewertungskriterium C .....	23
4.3 Umweltbedingungen für den Betrieb .....	23
4.3.1 Höhe über dem Meeresspiegel .....	23
4.3.2 Betriebstemperatur .....	24
4.3.3 Erweiterte Betriebstemperatur beim Einschalten .....	25
4.3.4 Schnelle Temperaturänderungen.....	25
4.3.5 Schwingen und Schocken .....	26
4.3.6 Elektromagnetische Verträglichkeit.....	26
4.3.7 Relative Luftfeuchte.....	26
4.4 Besondere Betriebsbedingungen .....	27
4.4.1 Allgemeines .....	27
4.4.2 Atmosphärische Schadstoffe.....	27
5 Elektrische Betriebsbedingungen.....	27
5.1 Stromversorgungssystem.....	27
5.1.1 Allgemeines .....	27
5.1.2 Batteriespannungs-Versorgungssystem .....	29
5.1.3 Versorgung aus einer anderen Energiequelle als der Fahrzeugbatterie .....	33
5.2 Anforderungen an den Einbau .....	34
5.2.1 Allgemeines .....	34
5.2.2 Einbauanweisungen .....	34
5.2.3 Batteriespannungs-Versorgungssystem .....	34
5.2.4 Thermische Verträglichkeit.....	34
5.2.5 Elektromagnetische Verträglichkeit.....	35
5.2.6 Verkabelung im Fahrzeug .....	35

	Seite
5.2.7	Verdrahtung im Behälter/Kasten..... 35
5.2.8	Isolation des Einbaus ..... 35
6	Zuverlässigkeit, Instandhaltbarkeit und zu erwartende Brauchbarkeitsdauer ..... 35
6.1	Zuverlässigkeit des Betriebsmittels..... 35
6.1.1	Voraussichtliche Zuverlässigkeit..... 35
6.1.2	Nachweis der Zuverlässigkeit ..... 35
6.2	Brauchbarkeitsdauer ..... 36
6.2.1	Instandhaltbarkeit..... 36
6.2.2	Allgemeines..... 36
6.2.3	Vorbeugende Instandhaltung ..... 37
6.2.4	Korrektive Instandhaltung ..... 37
6.2.5	Eingebaute Diagnoseeinrichtungen ..... 37
6.3	Automatische Prüfeinrichtung ..... 38
6.4	Speziell anzufertigende Prüfeinrichtungen und Sonderwerkzeuge ..... 38
7	Design ..... 38
7.1	Allgemeines..... 38
7.1.1	Qualitätsmanagement ..... 38
7.1.2	Lebenszyklus des Systems..... 38
7.2	Ausführungspraktiken – Hardware..... 39
7.2.1	Isolationskoordination ..... 39
7.2.2	Schnittstellenauslegung ..... 39
7.2.3	Fehlerschutz..... 40
7.2.4	Bezugspotenzial von Stromversorgungen ..... 41
7.2.5	Austauschbarkeit..... 41
7.2.6	Reduzierung der Versorgungsspannung und der Ein-/Ausschaltvorgänge..... 41
7.2.7	Verpolungsschutz..... 41
7.2.8	Einschaltstoßströme..... 41
7.2.9	Energetische transiente Impulse..... 41
7.2.10	Kapazität gegen Erde..... 41
7.2.11	Kapazitätsreserve ..... 42
7.2.12	Programmierbares Bauelement ..... 42
7.3	Ausführungspraktiken – Software ..... 42
7.3.1	Allgemeines..... 42
7.3.2	Lebenszyklus ..... 42
7.4	Merkmale von software-gesteuerten Betriebsmitteln..... 42
7.4.1	Allgemeines..... 42
7.4.2	Selbstprüfung ..... 42
7.4.3	Überwachung (Watchdog) ..... 42

	Seite
7.4.4 Ausfallanzeige .....	42
7.4.5 Wiederanlauf .....	43
8 Elektronische Betriebsmittel, die nicht für Bahnfahrzeuge ausgelegt wurden .....	43
9 Bauelemente .....	43
9.1 Beschaffung .....	43
9.2 Anwendung .....	43
10 Konstruktion .....	44
10.1 Konstruktion der Betriebsmittel .....	44
10.1.1 Allgemeines .....	44
10.1.2 Mechanischer Schutz .....	44
10.1.3 Polarisation oder Codierung .....	44
10.1.4 Anforderungen an die Maße .....	44
10.1.5 Sockel für integrierte Schaltungen und Steckerleisten .....	45
10.1.6 Verkabelung der Betriebsmittel .....	45
10.2 Montage von Bauelementen .....	46
10.2.1 Allgemeines .....	46
10.2.2 Gestaltung .....	46
10.2.3 Befestigung .....	46
10.2.4 Lötanschlüsse von Bauelementen .....	46
10.2.5 Einstellelemente für Voreinstellungen .....	46
10.2.6 Durch Prüfung selektierte Bauelemente .....	46
10.3 Elektrische Verbindungen .....	47
10.3.1 Allgemeines .....	47
10.3.2 Lötverbindungen .....	47
10.3.3 Crimpverbindungen .....	47
10.3.4 Wickelverbindungen .....	47
10.3.5 Andere Verbindungen .....	47
10.4 Interne flexible Verdrahtung (elektrisch und optisch) .....	47
10.5 Flexible gedruckte Verdrahtung .....	48
10.6 Leiterplatten – flexible und starre .....	48
10.6.1 Bohrungen .....	48
10.6.2 Abnahme für die Leiterplatte .....	48
10.6.3 Layout .....	48
10.6.4 Materialien .....	48
10.7 Schutzlackierungen für bestückte Leiterplatten .....	49
10.8 Identifikation .....	49
10.8.1 Identifikation der unbestückten Leiterplatte .....	49
10.8.2 Identifikation von Baugruppenträgern und bestückten Leiterplatten .....	49

	Seite
10.8.3 Einbauposition von Baugruppenträgern und bestückten Leiterplatten .....	50
10.8.4 Identifikation von Sicherungen und Batterien .....	50
10.9 Einbau/Anbau .....	50
10.10 Kühlung und Belüftung .....	50
10.11 Materialien und Oberflächenbehandlungen .....	50
10.12 Nachbearbeitung, Modifikation und Reparatur elektronischer Baugruppen .....	51
11 Sicherheit .....	51
11.1 Allgemeines .....	51
11.2 Sicherheit von Personen .....	51
11.3 Anforderungen an das Brandverhalten .....	51
11.4 Funktionale Sicherheit .....	51
12 Dokumentation .....	51
12.1 Allgemeines .....	51
12.2 Bereitstellung und Aufbewahrung der Dokumentation .....	51
12.3 Datenblatt .....	52
12.4 Anwender- und Instandhaltungshandbuch .....	52
12.5 Dokumentation über den Einbau des Betriebsmittels .....	52
12.6 Dokumentation über die Inbetriebnahme .....	53
12.7 Dokumentation über das Design .....	53
12.7.1 Allgemeines .....	53
12.7.2 Blockschaltbilder .....	53
12.7.3 Verdrahtungspläne .....	53
12.7.4 Verkabelungspläne .....	53
12.7.5 Schnittstellenspezifikation .....	53
12.7.6 Spezifikation der internen Schnittstellen .....	53
12.7.7 Zeichnungen des Betriebsmittels .....	54
12.7.8 Dokumentation – Hardware .....	54
12.7.9 Liste über nicht reparierbare Einheiten .....	55
12.7.10 Dokumentation zur Reparatur .....	55
12.7.11 Dokumentation – Software .....	57
12.7.12 Dokumentation – System .....	57
13 Prüfung .....	57
13.1 Allgemeines .....	57
13.2 Prüfkategorien .....	58
13.2.1 Allgemeines .....	58
13.2.2 Typprüfungen .....	58
13.2.3 Stückprüfungen .....	59
13.2.4 Sonderprüfungen .....	59

	Seite
13.3 Zusammenfassung der Prüfungen .....	59
13.4 Prüfspezifikation .....	60
13.4.1 Sichtprüfung .....	60
13.4.2 Prüfung des Betriebsverhaltens .....	60
13.4.3 Prüfung der Gleichstromversorgung .....	61
13.4.4 Prüfung bei niedriger Temperatur .....	65
13.4.5 Prüfung mit trockener Wärme .....	66
13.4.6 Prüfung bei Lagerung bei niedriger Temperatur .....	70
13.4.7 Isolationsprüfung .....	70
13.4.8 Prüfung mit zyklischer feuchter Wärme .....	73
13.4.9 Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit .....	75
13.4.10 Salznebelprüfung.....	76
13.4.11 Schwing- und Schockprüfung.....	76
13.4.12 Prüfung der Schutzart der Umhüllung (IP-Code) .....	77
13.4.13 Auswahlprüfverfahren durch Beanspruchung .....	77
13.4.14 Prüfung schneller Temperaturänderungen .....	77
Anhang A (informativ) Verzeichnis der Standard-Anforderungen von EN 50155 einschließlich zugehöriger Abschnitte.....	78
Anhang B (informativ) Prüfvorgang .....	79
B.1 Allgemeines .....	79
B.2 Anwendbarkeit.....	79
B.3 Allgemeine Methodik .....	79
B.3.1 Allgemeines .....	79
B.3.2 Auf die Einheit bezogene Verfahren.....	80
B.3.3 Auf das Betriebsmittel bezogene Schritte .....	80
B.4 Designüberprüfung hinsichtlich der Integration des Betriebsmittels .....	81
B.5 Typprüfung hinsichtlich der Integration des Betriebsmittels.....	81
B.6 Designüberprüfung hinsichtlich des Einbaus des Betriebsmittels.....	81
B.7 Typprüfung hinsichtlich des Einbaus des Betriebsmittels .....	81
B.8 Stückprüfung hinsichtlich des Einbaus des Betriebsmittels .....	82
B.9 Regelmäßig wiederkehrende erneute Verifizierung des Betriebsmittels .....	82
B.10 Austausch von Einheiten und Zusatzbauelementen .....	82
Anhang C (informativ) Schärfegrad der Betriebsbedingungen an verschiedenen Ein-/Anbauorten auf Bahnfahrzeugen .....	83
C.1 Allgemeines .....	83
C.2 Schärfegrad der Betriebsbedingungen bei unterschiedlichen Bahnfahrzeugtypen .....	83
C.3 Bestimmungsgemäße Verwendung des Bahnfahrzeuges .....	83
C.4 Ein-/Anbauort des Betriebsmittels auf dem Bahnfahrzeug .....	83
C.5 Schärfegrad der Betriebsbedingungen an verschiedenen Ein-/Anbauorten auf	

	Seite
Bahnfahrzeugen .....	85
Anhang D (informativ) Beispiel für eine Zusammenfassung bezüglich der Übereinstimmung mit der Typprüfung für ein Betriebsmittel .....	87
Anhang E (informativ) Beispiel für einen Lebenszyklus einer anwender-spezifischen integrierten Schaltung .....	91
Anhang F (informativ) Designvorschläge für Elektronik-Hardware zur Verwendung auf Bahnfahrzeugen .....	92
F.1 Zweck dieses Anhangs .....	92
F.2 Design Themen .....	92
F.2.1 Schadstoffe .....	92
F.2.2 Methoden gegen Alterung aufgrund energetischer transienter Pulse .....	92
F.2.3 An Erde angeschlossene Kondensatoren .....	93
F.2.4 Interne Verkabelung von Betriebsmitteln .....	94
F.2.5 Erdungskonfiguration .....	94
F.2.6 Prototypprüfung .....	94
F.2.7 Schnittstellen .....	94
F.2.8 Lötstelle an der PBA .....	94
F.2.9 Derating .....	94
Anhang G (informativ) Elektronische Betriebsmittel, die nicht zur Verwendung auf Bahnfahrzeuge ausgelegt wurden .....	101
Anhang H (informativ) Absätze mit Vereinbarungen zwischen den Beteiligten .....	102
Anhang I (informativ) Elektronische Betriebsmittel, die aus dem Wechselstromversorgungssystem versorgt werden .....	105
I.1 Allgemeines .....	105
I.2 Elektrische Anforderungen .....	105
Anhang J (informativ) Inhalt eines typischen Datenblattes .....	106
Anhang K (informativ) Beispiel für eine Isolationsprüfung und eine Prüfmatrix .....	109
Anhang ZZ (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden EU-Richtlinie 2008/57/EG .....	111
Literaturhinweise .....	113
<b>Bilder</b>	
Bild 1 – Rolle des Anwenders und/oder des Lieferanten sowie deren Beziehung zu einander .....	12
Bild 2 – Arten von Umhüllungen .....	16
Bild 1 – Topologie eines Gleichstrom-Versorgungssystems .....	28
Bild 2 – Topologie eines Wechselstrom-Versorgungssystems (ein- oder dreiphasig) .....	29
Bild 3 – Auslegung der Systemschnittstellen mit typischen EMV-Bereichen A, B und C .....	40
Bild 4 – Übersicht über eine typische Anordnung eines Schrankes .....	45
Bild 5 – Zeitweilige Versorgungsüberspannungen bis 0,1 s .....	62
Bild 6 – Zeitweilige Versorgungsüberspannungen bis 1 s .....	62
Bild 7 – Zeitweilige Versorgungsunterspannung .....	63
Bild 8 – Unterbrechung der Versorgungsspannung .....	64

	Seite
Bild 9 – Umschalten zwischen Spannungsversorgungen – Klasse C1 .....	65
Bild 10 – Umschalten zwischen Spannungsversorgungen – Klasse C2 .....	65
Bild 11 – Prüfung bei niedriger Temperatur .....	66
Bild 12 – Wärmeprüfung mit trockener Wärme – Zyklus A .....	68
Bild 13 – Wärmeprüfung mit trockener Wärme – Zyklus B .....	69
Bild 14 – Wärmeprüfung mit trockener Wärme – Zyklus C .....	70
Bild 15 – Prüfung mit zyklischer feuchter Wärme: Beschreibung des ersten 24-h-Zyklus .....	74
Bild 16 – Prüfung mit zyklischer feuchter Wärme: Wiederherstellungszeitraum .....	75
Bild B.1 – Integrations-/Einbauschnitte .....	82
Bild C.1 – Typische Ein-/Anbauorte für Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen .....	84
Bild C.2 – Integration des Betriebsmittels in das Fahrzeug .....	86
Bild E.1 – Beispiel für einen Lebenszyklus einer anwender-spezifischen integrierten Schaltung .....	91
Bild K.1 – Beispiel für ein elektronisches Betriebsmittel mit verschiedenen Arten von E/A .....	109
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 – Betriebstemperaturklassen .....	24
Tabelle 2 – Klassen der erweiterten Betriebstemperatur beim Einschalten .....	25
Tabelle 3 – Temperaturänderungsklassen .....	26
Tabelle 4 – Grenzwerte der Versorgungsspannung und Bewertungskriterien für das Betriebsverhalten .....	30
Tabelle 4 – Klassen von Unterbrechungen der Versorgungsspannung .....	31
Tabelle 5 – Umschaltklassen der Stromversorgung .....	32
Tabelle 6 – Brauchbarkeitsdauerklassen .....	36
Tabelle 7 – Verwendung von Sockeln für integrierte Schaltungen und/oder Steckerleisten – erlaubte Klassen .....	45
Tabelle 8 – Schutzlackierungsklassen .....	49
Tabelle 9 – Liste über die erforderliche Dokumentation nach Klasse .....	55
Tabelle 10 – Verzeichnis der Prüfungen .....	60
Tabelle 11 – Klassen von Unterbrechungen der Versorgungsspannung .....	63
Tabelle 12 – Klassen für das Umschalten zwischen Spannungsversorgungen .....	64
Tabelle 13 – Prüfspannungen der Stehspannungsprüfung .....	72
Tabelle A.1 – Standard-Anforderungen .....	78
Tabelle B.1 – Nachweisarten .....	79
Tabelle B.2 – Verfahren für die Integration/den Einbau .....	80
Tabelle B.3 – Verfahren für die erneute Verifizierung und den Austausch .....	80
Tabelle C.1 – Beispiele für typische Ein-/Anbauorte der Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen .....	84
Tabelle C.2 – Mindestschärfegrad der Betriebsbedingungen an verschiedenen Ein-/Anbauorten auf Bahnfahrzeugen .....	85
Tabelle D.1 – Zusammenfassung bezüglich der Übereinstimmung mit der Typprüfung für ein Betriebsmittel (Beispiel) .....	87
Tabelle F.1 – Art und Konzentration der Schadstoffe .....	92

	Seite
Tabelle F.2 – Deratingfaktoren .....	96
Tabelle I.1 – Elektrische Anforderungen .....	105
Tabelle K.1 – Äquipotenzialbereiche und Prüfspannungen gegen angrenzende Stromkreise.....	110
Tabelle ZZ.1 – Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm, der TSI „Lokomotiven und Personenwagen“ (Verordnung (EU) Nr. 1302/2014 der Kommission vom 18. November 2014) und der Richtlinie 2008/57/EG .....	111
Tabelle ZZ.2 – Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm, der ZZS TSI „Energie“ (Verordnung (EU) Nr. 2016/919 der Kommission vom 27. Mai 2016) und der Richtlinie 2008/57/EG .....	112