

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	9
Einleitung	11
1 Anwendungsbereich	12
2 Normative Verweisungen	12
3 Begriffe und Abkürzungen.....	14
3.1 Begriffe	14
3.2 Abkürzungen	19
4 Allgemeine Anforderungen.....	20
4.1 Anforderungen an das Betriebsverhalten.....	20
4.2 Bewertungskriterien.....	20
4.2.1 Allgemeines	20
4.2.2 Bewertungskriterium A	20
4.2.3 Bewertungskriterium B	21
4.2.4 Bewertungskriterium C	21
4.3 Umweltbedingungen für den Betrieb	21
4.3.1 Höhenlage	21
4.3.2 Betriebstemperatur	21
4.3.3 Erweiterte Betriebstemperatur beim Einschalten	22
4.3.4 Schnelle Temperaturänderungen.....	23
4.3.5 Schwingen und Schocken	24
4.3.6 Elektromagnetische Verträglichkeit.....	24
4.3.7 Relative Luftfeuchte.....	24
4.4 Besondere Betriebsbedingungen	24
4.4.1 Allgemeines	24
4.4.2 Atmosphärische Schadstoffe.....	25
5 Elektrische Betriebsbedingungen.....	25
5.1 Spannungsversorgung	25
5.1.1 Versorgung mit Gleichspannung.....	25
5.1.2 Versorgung aus einer anderen festgelegten Quelle als der Hauptenergiequelle	29
5.1.3 Umschaltklassen der Stromversorgung	30
5.1.4 Versorgung aus einer Oberleitung oder eine Stromschiene	30
5.2 Anforderungen an den Einbau	30
5.2.1 Stromversorgung	30
5.2.2 Thermische Verträglichkeit.....	30
5.2.3 Elektromagnetische Verträglichkeit.....	31
5.2.4 Verkabelung	31
5.2.5 Einbauanweisungen	31
5.2.6 Isolation	31

	Seite
6	Zuverlässigkeit, Instandhaltbarkeit und zu erwartende Brauchbarkeitsdauer 31
6.1	Zuverlässigkeit des Betriebsmittels 31
6.1.1	Vorhergesagte Zuverlässigkeit 31
6.1.2	Nachweis der Zuverlässigkeit 32
6.2	Brauchbarkeitsdauer 34
6.3	Instandhaltbarkeit 34
6.3.1	Allgemeines 34
6.3.2	Vorbeugende Instandhaltung 35
6.3.3	Korrektive Instandhaltung 35
6.4	Eingebaute Diagnoseeinrichtungen 35
6.5	Automatische Prüfeinrichtung 36
6.6	Zweckbestimmte Prüfeinrichtungen und Sonderwerkzeuge 36
7	Entwicklung/Auslegung 36
7.1	Allgemeines 36
7.1.1	Betriebsmittel 36
7.1.2	Qualitätsmanagement 36
7.1.3	Lebenszyklus des Systems 37
7.2	Ausführungspraktiken – Hardware 37
7.2.1	Isolationskoordination 37
7.2.2	Schnittstellenauslegung 37
7.2.3	Fehlerschutz 38
7.2.4	Bezugspotenzial von Stromversorgungen 39
7.2.5	Austauschbarkeit 39
7.2.6	Verminderung der Versorgungsspannung und Ein-/Ausschaltvorgänge 39
7.2.7	Umpolung 39
7.2.8	Einschaltstoßströme 39
7.2.9	Energetische transiente Impulse 39
7.2.10	Kapazität gegen Erde/Masse 39
7.2.11	Kapazitätsreserve 40
7.2.12	Programmierbares Bauelement 40
7.3	Ausführungspraktiken – Software 40
7.3.1	Allgemeines 40
7.3.2	Lebenszyklus 40
7.4	Merkmale von software-gesteuerten Betriebsmitteln 40
7.4.1	Allgemeines 40
7.4.2	Selbstprüfung 40
7.4.3	Überwachung (Watchdog) 40
7.4.4	Ausfallanzeige 40
7.4.5	Wiederanlauf 41

	Seite
8	Elektronische Betriebsmittel, welche nicht für Schienenfahrzeuge entworfen wurden..... 41
9	Bauelemente 41
9.1	Allgemeines 41
9.2	Beschaffung..... 41
9.3	Anwendung..... 42
10	Konstruktion..... 42
10.1	Konstruktion der Betriebsmittel 42
10.1.1	Allgemeines 42
10.1.2	Mechanischer Schutz 42
10.1.3	Unverwechselbarkeit oder Codierung 42
10.1.4	Anforderungen an die Maße..... 42
10.1.5	Sockel und Randsteckverbinder..... 43
10.1.6	Verkabelung in Schränken 43
10.2	Montage der Bauelemente 43
10.2.1	Allgemeines 43
10.2.2	Gestaltung 43
10.2.3	Fixierung 43
10.2.4	Lötstellen von Bauelementen 43
10.2.5	Voreinstellungen..... 44
10.2.6	Durch Prüfung selektierte Bauelemente 44
10.3	Elektrische Verbindungen 44
10.3.1	Allgemeines 44
10.3.2	Lötverbindungen..... 44
10.3.3	Crimpverbindungen 44
10.3.4	Fädelfverbindungen..... 44
10.3.5	Andere Verbindungen 44
10.4	Interne flexible Verdrahtung (elektrisch und optisch)..... 45
10.5	Flexible gedruckte Verdrahtung 45
10.6	Leiterplatten – flexibel und starr 45
10.6.1	Leiterplatten..... 45
10.6.2	Abnahme für die PCB (en: Printed Circuit Board)..... 45
10.6.3	Layout..... 46
10.6.4	Materialien 46
10.7	Schutzlackierungen für bestückte Leiterplatten 46
10.8	Kennzeichnung..... 47
10.8.1	Kennzeichnung der unbestückten Leiterplatte 47
10.8.2	Identifizierung von Baugruppenträgern und bestückten Leiterplatten..... 47
10.8.3	Einbauposition von Baugruppenträgern und bestückten Leiterplatten 47
10.8.4	Kennzeichnung von Sicherungen und Batterien 47

	Seite
10.9 Einbau	47
10.10 Kühlung und Belüftung	48
10.11 Materialien und Lackierungen	48
10.12 Nachbearbeitung, Modifikation und Reparatur elektronischer Baugruppen	48
11 Sicherheit	48
11.1 Allgemeines	48
11.2 Anforderungen	48
11.3 Anforderungen an das Brandverhalten	49
11.4 Funktionale Sicherheit	49
11.5 Sicherheit von Personen	49
12 Dokumentation	49
12.1 Allgemeines	49
12.2 Bereitstellung und Aufbewahrung der Dokumentation	49
12.3 Datenblatt	49
12.4 Anwenderhandbuch	52
12.5 Dokumentation über die Integration / den Einbau des Betriebsmittels	52
12.6 Dokumentation über die Inbetriebnahme	53
12.7 Dokumentation über die Auslegung	53
12.7.1 Allgemeines	53
12.7.2 Blockschaltbilder	53
12.7.3 Verdrahtungs-/Verkabelungspläne	53
12.7.4 Schnittstellenspezifikation	53
12.7.5 Spezifikation der internen Schnittstellen	53
12.7.6 Zeichnungen des Betriebsmittels	53
12.7.7 Dokumentation – Hardware	54
12.7.8 Liste über nicht reparierbare Einheiten	55
12.7.9 Dokumentation zur Reparatur und Instandhaltung	55
12.7.10 Dokumentation – Software	56
12.7.11 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	58
13.2.4 Sonderprüfungen	59
13.3 Zusammenfassung der Prüfungen	59
13.4 Prüfspezifikation	60
13.4.1 Sichtprüfung	60

	Seite
13.4.2 Prüfung des Betriebsverhaltens	60
13.4.3 Prüfung der Stromversorgung	60
13.4.4 Prüfung für Hochlauf bei niedriger Temperatur	63
13.4.5 Prüfung mit trockener Wärme	64
13.4.6 Prüfung bei Lagerung bei niedriger Temperatur	67
13.4.7 Prüfung mit zyklischer feuchter Wärme	68
13.4.8 Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit	70
13.4.9 Isolationsprüfung	70
13.4.10 Salznebelprüfung.....	72
13.4.11 Schwing- und Schockprüfung.....	72
13.4.12 Prüfung der Schutzart des Gehäuses (IP-Code)	73
13.4.13 Auswahlprüfverfahren durch Beanspruchung	73
13.4.14 Prüfung schneller Temperaturänderungen	74
Anhang A (informativ) Verzeichnis der Standard-Anforderungen von EN 50155 einschließlich zugehöriger Abschnitte.....	75
Anhang B (informativ) Prüfkonzept.....	76
B.1 Allgemeines	76
B.2 Anwendbarkeit.....	76
B.3 Allgemeine Methodik	76
B.4 Betriebsmittelspezifische Methodik	78
B.5 Entwurfsprüfung zur Integration des Betriebsmittels.....	78
B.6 Typprüfung zur Integration des Betriebsmittels.....	78
B.7 Entwurfsprüfung zum Einbau des Betriebsmittels.....	78
B.8 Typprüfung zum Einbau des Betriebsmittels.....	79
B.9 Stückprüfung zum Einbau des Betriebsmittels.....	79
B.10 Regelmäßige erneute Verifizierung des Betriebsmittels	79
B.11 Austausch der Einheiten und Zusatzbauelemente.....	79
Anhang C (informativ) Schärfegrad der Betriebsbedingungen an verschiedenen Einbauorten von Schienenfahrzeugen.....	80
C.1 Allgemeines	80
C.2 Schärfegrad der Betriebsbedingungen bei unterschiedlichen Schienenfahrzeugtypen	80
C.3 Verwendungszweck des Schienenfahrzeuges.....	80
C.4 Einbauort des Betriebsmittels auf dem Schienenfahrzeug	80
C.5 Schärfegrad der Betriebsbedingungen an verschiedenen Einbauorten von Schienenfahrzeugen.....	81
Anhang D (informativ) Beispiel für eine Prüfbericht-Zusammenfassung hinsichtlich der Erfüllung	84
Anhang E (informativ) Beispiele für Lebenszyklusmodelle – Beispiel für einen Lebenszyklus eines programmierbaren Bauelements.....	86
Anhang F (informativ) Entwurfsrichtlinien für Elektronik-Hardware zur Verwendung auf Schienenfahrzeugen.....	87

	Seite
F.1 Zweck dieses Anhangs	87
F.2 Entwurfsregeln	87
F.2.1 Schadstoffe	87
F.2.2 Methoden gegen Alterung aufgrund energetischer transienter Pulse	87
F.2.3 An Erde/Masse angeschlossene Kondensatoren	88
F.2.4 Interne Verkabelung von Betriebsmitteln	89
F.2.5 Erdungskonfiguration	89
F.2.6 Prototypprüfung	89
F.2.7 Schnittstellen	89
F.2.8 Lötstelle an der PBA	89
F.2.9 Derating	89
Anhang G (informativ) Nicht-bahnspezifisch ausgelegte elektronische Betriebsmittel	96
Anhang H (informativ) Absätze mit Vereinbarungen zwischen den Beteiligten	97
Anhang ZZ (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden EU-Richtlinie 2008/57/EG	101
Literaturhinweise	103
Bilder	
Bild 1 – Rollen des Anwenders und/oder des Lieferanten sowie deren Beziehung zu einander	11
Bild 2 – Bereiche von Versorgungs-Gleichspannungen	26
Bild 3 – Anforderungen an die temporäre Schwankung der Versorgungs-Gleichspannung	27
Bild 4 – Arten von Prüfplänen	33
Bild 5 – Systemschnittstellenauslegung mit den typischen EMV-Zonen A, B und C	38
Bild 6 – Zeitweilige Versorgungsüberspannungen (a)	61
Bild 7 – Zeitweilige Versorgungsüberspannungen (b)	61
Bild 8 – Zeitweilige Einbrüche der Versorgungsspannung	62
Bild 9 – Unterbrechung der Spannungsversorgung	62
Bild 10 – Umschalten zwischen Spannungsversorgungen – Klasse C1	63
Bild 11 – Umschalten zwischen Spannungsversorgungen – Klasse C2	63
Bild 12 – Prüfung für den Hochlauf bei niedriger Temperatur	64
Bild 13 – Wärmeprüfung mit trockener Wärme – Zyklus A	65
Bild 14 – Wärmeprüfung mit trockener Wärme – Zyklus B	66
Bild 15 – Wärmeprüfung mit trockener Wärme – Zyklus C	67
Bild 16 – Prüfung mit zyklischer feuchter Wärme: Beschreibung des ersten 24-h-Zyklus	68
Bild 17 – Prüfung mit zyklischer feuchter Wärme: Erholungszeitraum	69
Bild B.1 – Prüfphasen	78
Bild C.1 – Typische Einbauorte für Betriebsmittel von Schienenfahrzeugen	80
Bild C.2 – Integration des Betriebsmittels in das Gehäuse des Fahrzeuges	82
Bild E.1 – Beispiel für einen Lebenszyklus eines programmierbaren Bauelements	86

Tabellen

Tabelle 1 – Betriebstemperaturklassen	22
Tabelle 2 – Klassen der erweiterten Betriebstemperatur beim Einschalten.....	23
Tabelle 3 – Temperaturänderungsklassen	23
Tabelle 4 – Bereich der Dauerspannung.....	26
Tabelle 5 – Bereiche der Spannungsschwankungen	27
Tabelle 6 – Unterbrechungsklassen der Stromversorgung	28
Tabelle 7 – Höchste Spitze-Spitze Spannungen mit einem Gleichspannungs-Welligkeitsfaktor von 5 %.....	29
Tabelle 8 – Umschaltklassen der Stromversorgung.....	30
Tabelle 9 – Brauchbarkeitsdauerklassen	34
Tabelle 10 – Schutzlackierungsklassen	46
Tabelle 11 – Liste über die Dokumentationsklassen	55
Tabelle 12 – Verzeichnis der Prüfungen	59
Tabelle 13 – Klassen der Unterbrechung der Spannungsversorgung	62
Tabelle 14 – Prüfspannungen der Stehspannungsprüfung.....	72
Tabelle A.1 – Standard-Anforderungen.....	75
Tabelle C.1 – Beispiele für typische Einbauorte der Betriebsmittel von Schienenfahrzeugen.....	81
Tabelle C.2 – Mindestschärfegrad der Betriebsbedingungen an verschiedenen Einbauorten von Schienenfahrzeugen.....	82
Tabelle D.1 – Prüfbericht-Zusammenfassung hinsichtlich der Erfüllung.....	84
Tabelle F.1 – Art und Konzentration der Schadstoffe.....	87
Tabelle F.2 – Deratingfaktoren	90
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, geändert durch 2011/18/EU.....	101
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, geändert durch 2011/18/EU	102