

Inhalt

	Seite
Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten	2
Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise.....	5
Europäisches Vorwort.....	8
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe und Abkürzungen.....	12
3.1 Begriffe	12
3.2 Abkürzungen	16
4 Allgemeine Anforderungen.....	17
4.1 Anforderungen an das Betriebsverhalten.....	17
4.2 Leistungskriterien	17
4.2.1 Allgemeines	17
4.2.2 Leistungskriterium A.....	18
4.2.3 Leistungskriterium B.....	18
4.2.4 Leistungskriterium C.....	18
4.3 Umweltbedingungen für den Betrieb.....	18
4.3.1 Höhenlage	18
4.3.2 Betriebstemperatur.....	18
4.3.3 Erweiterte Betriebstemperatur beim Anlauf	19
4.3.4 Schnelle Temperaturänderungen.....	20
4.3.5 Schwingen und Schocken	20
4.3.6 Elektromagnetische Verträglichkeit.....	21
4.3.7 Relative Luftfeuchte.....	21
4.4 Besondere Betriebsbedingungen	21
4.4.1 Allgemeines	21
4.4.2 Atmosphärische Schadstoffe.....	21
5 Elektrische Betriebsbedingungen.....	21
5.1 Spannungsversorgung	21
5.1.1 Versorgung mit Gleichspannung.....	21
5.1.2 Versorgung mittels einer stabilisierten Spannungsversorgung.....	26
5.1.3 Umschalten zwischen Versorgungsspannungen	26
5.1.4 Versorgung mit Fahrleitungsspannung oder über eine Stromschiene.....	27
5.2 Anforderungen an den Einbau	27
5.2.1 Spannungsversorgung	27
5.2.2 Thermische Verträglichkeit.....	27
5.2.3 Elektromagnetische Verträglichkeit.....	27
5.2.4 Verkabelung	27

	Seite
5.2.5	Einbauanweisungen28
5.2.6	Isolation28
6	Zuverlässigkeit, Instandhaltbarkeit und zu erwartende Brauchbarkeitsdauer28
6.1	Zuverlässigkeit des Betriebsmittels28
6.1.1	Vorhergesagte Zuverlässigkeit28
6.1.2	Nachweis der Zuverlässigkeit29
6.2	Brauchbarkeitsdauer31
6.3	Instandhaltbarkeit31
6.3.1	Allgemeines31
6.3.2	Vorbeugende Instandhaltung31
6.3.3	Korrektive Instandhaltung32
6.4	Eingebaute Diagnoseeinrichtungen32
6.5	Automatische Prüfeinrichtung32
6.6	Zweckbestimmte Prüfeinrichtungen und Sonderwerkzeuge33
7	Entwicklung/Auslegung33
7.1	Allgemeines33
7.1.1	Betriebsmittel33
7.1.2	Qualitätsmanagement33
7.1.3	Lebenszyklus des Systems33
7.2	Ausführungspraktiken – Hardware34
7.2.1	Isolationskoordination34
7.2.2	Schnittstellenauslegung35
7.2.3	Fehlerschutz35
7.2.4	Bezugspotenzial von Spannungsversorgungen36
7.2.5	Austauschbarkeit36
7.2.6	Verminderung der Versorgungsspannung36
7.2.7	Umpolung36
7.2.8	Einschaltstoßströme36
7.2.9	Energetische transiente Impulse36
7.2.10	An Erde/Masse angeschlossener Kondensator37
7.2.11	Kapazitätsreserve37
7.2.12	Programmierbares Bauelement37
7.3	Ausführungspraktiken – Software38
7.3.1	Allgemeines38
7.3.2	Lebenszyklus39
7.4	Merkmale von software-gesteuerten Betriebsmitteln39
7.4.1	Allgemeines39
7.4.2	Selbstprüfung39
7.4.3	Überwachung (Watchdog)39
7.4.4	Ausfallanzeige39

	Seite
7.4.5 Wiederherstellung.....	39
8 Nicht-bahnspezifisch ausgelegte elektronische Betriebsmittel	39
9 Bauelemente	39
9.1 Allgemeines	39
9.2 Beschaffung.....	40
9.3 Anwendung.....	40
10 Konstruktion.....	41
10.1 Konstruktion der Betriebsmittel	41
10.1.1 Allgemeines	41
10.1.2 Mechanischer Schutz	41
10.1.3 Unverwechselbarkeit oder Codierung	41
10.1.4 Anforderungen an die Maße.....	41
10.2 Montage der Bauelemente	41
10.2.1 Allgemeines	41
10.2.2 Gestaltung	41
10.2.3 Befestigung.....	42
10.2.4 Bauelement-Anschlussstellen	42
10.2.5 Voreinstellungen.....	42
10.2.6 Durch Prüfung festgelegte Bauelemente (SOT-Bauelemente).....	42
10.3 Elektrische Verbindungen	42
10.3.1 Allgemeines	42
10.3.2 Lötverbindungen.....	42
10.3.3 Crimpverbindungen	42
10.3.4 Wickelverbindungen	43
10.3.5 Andere Verbindungen	43
10.4 Interne flexible Verdrahtung (elektrisch und optisch).....	43
10.5 Flexible gedruckte Verdrahtung	43
10.6 Leiterplatten – flexibel und starr	44
10.6.1 Leiterplatten.....	44
10.6.2 Beschaffung.....	44
10.6.3 Layout.....	44
10.6.4 Materialien	44
10.7 Schutzbeschichtungen für bestückte Leiterplatten.....	44
10.8 Kennzeichnung.....	45
10.8.1 Kennzeichnung der unbestückten Leiterplatte	45
10.8.2 Kennzeichnung von Baugruppenträgern und bestückten Leiterplatten	45
10.8.3 Einbauposition von Baugruppenträgern und bestückten Leiterplatten	45
10.8.4 Kennzeichnung von Sicherungen und Batterien	46
10.9 Einbau.....	46
10.10 Kühlung und Belüftung	46

	Seite
10.11	Materialien und Lackierungen 46
10.12	Nachbearbeitung, Modifikation und Reparatur elektronischer Baugruppen 47
11	Sicherheit 47
11.1	Allgemeines 47
11.2	Allgemeines 47
11.3	Anforderungen an das Brandverhalten 47
11.4	Funktionelle Sicherheit 47
11.5	Sicherheit von Personen 47
12	Dokumentation 48
12.1	Allgemeines 48
12.2	Bereitstellung und Aufbewahrung der Dokumentation 48
12.3	Datenblatt 48
12.4	Anwenderhandbuch 50
12.5	Dokumentation über die Integration/den Einbau des Betriebsmittels 50
12.6	Dokumentation über die Inbetriebnahme 51
12.7	Dokumentation über die Auslegung 51
12.7.1	Allgemeines 51
12.7.2	Blockschaltbilder 52
12.7.3	Verdrahtungspläne 52
12.7.4	Schnittstellenspezifikation 52
12.7.5	Spezifikation der internen Schnittstellen 52
12.7.6	Zeichnungen des Betriebsmittels 52
12.7.7	Dokumentation – Hardware 52
12.7.8	Liste über nicht reparierbare Einheiten 53
12.7.9	Dokumentation bezüglich der Reparatur und der Instandhaltung 53
12.7.10	Dokumentation – Software 55
13	Prüfung 55
13.1	Allgemeines 55
13.2	Prüfkategorien 56
13.2.1	Allgemeines 56
13.2.2	Typprüfungen 56
13.2.3	Stückprüfungen 57
13.2.4	Sonderprüfungen 57
13.3	Zusammenfassung der Prüfungen 57
13.4	Prüfspezifikation 58
13.4.1	Sichtinspektion und -überprüfung 58
13.4.2	Prüfung des Betriebsverhaltens 58
13.4.3	Prüfung der Spannungsversorgung 58
13.4.4	Prüfung für Anlauf bei niedriger Temperatur 62
13.4.5	Prüfung mit trockener Wärme 62

	Seite
13.4.6 Prüfung der Lagerung bei niedriger Temperatur.....	65
13.4.7 Prüfung mit zyklischer feuchter Wärme	66
13.4.8 EMV-Prüfung.....	68
13.4.9 Isolationsprüfung	68
13.4.10 Salznebelprüfung.....	70
13.4.11 Schwing- und Schockprüfung.....	70
13.4.12 Prüfung der Schutzart des Gehäuses (IP-Code)	71
13.4.13 Prüfung der Beanspruchung des Betriebsmittels durch Screening	71
Anhang A (informativ) Verzeichnis der in EN 50155 gestellten Vorgaben einschl. betroffener Abschnitte	72
Anhang B (informativ) Prüfkonzept.....	73
B.1 Prüfkonzept	73
Anhang C (informativ) Schweregrad der Betriebsbedingungen an verschiedenen Orten des Schienenfahrzeuges.....	77
C.1 Allgemeines	77
C.2 Schweregrad der Betriebsbedingungen in unterschiedlichen Schienenfahrzeugtechnologien	77
C.3 Verwendungszweck des Schienenfahrzeuges.....	77
C.4 Ort des Betriebsmittels auf dem Schienenfahrzeug.....	77
C.5 Schweregrad der Betriebsbedingungen an verschiedenen Orten des Schienenfahrzeuges	80
Anhang D (informativ) Beispiel für eine Protokollzusammenfassung hinsichtlich der Erfüllung einer Prüfung	83
Anhang E (informativ) Beispiele für Lebenszyklusmodelle	85
E.1 Beispiel für ein Software-Lebenszyklusmodell.....	85
E.2 Beispiel für einen Lebenszyklus eines programmierbaren Bauelements	86
Anhang F (informativ) Konstruktionsrichtlinien für Elektronik-Hardware zur Verwendung auf Schienenfahrzeugen.....	87
F.1 Ziel dieses Anhangs	87
F.2 Konstruktionsregeln.....	87
Anhang G (informativ) Nicht-bahnspezifisch ausgelegte elektronische Betriebsmittel	97
Literaturhinweise.....	98
Bilder	
Bild 1 – Rollen des Anwenders und/oder des Lieferanten sowie deren Beziehung zu einander.....	9
Bild 2 – Gleichspannungsversorgungsbereich	23
Bild 3 – Anforderungen an die Schwankung der Gleichspannungsversorgung	24
Bild 4 – Arten von Prüfplänen	30
Bild 5 – Systemschnittstellenauslegung mit den typischen Bereichen der elektromagnetischen Verträglichkeit A, B und C	35
Bild 6 – Zeitweilige Versorgungsüberspannungen (a).....	59
Bild 7 – Zeitweilige Versorgungsüberspannungen (b).....	59
Bild 8 – Zeitweilige Versorgungsspannungseinbrüche.....	60
Bild 9 – Unterbrechung der Spannungsversorgung	61
Bild 10 – Umschalten zwischen Versorgungsspannungen – Klasse C1	61

	Seite
Bild 11 – Umschalten zwischen Versorgungsspannungen – Klasse C2.....	61
Bild 12 – Prüfung mit Anlauf bei niedriger Temperatur	62
Bild 13 – Wärmeprüfung mit trockener Wärme – Zyklus A	63
Bild 14 – Wärmeprüfung mit trockener Wärme – Zyklus B	64
Bild 15 – Wärmeprüfung mit trockener Wärme – Zyklus C	65
Bild 16 – Prüfung mit zyklischer feuchter Wärme: Beschreibung des ersten 24-stündigen Zyklus	66
Bild 17 – Prüfung mit zyklischer feuchter Wärme: Wiederherstellungszeit.....	67
Bild B.1 – Prüfphasen.....	75
Bild C.1 – Typische Orte für Betriebsmittel auf Schienenfahrzeugen	78
Bild C.2 – Integration des Betriebsmittels in das Gehäuse des Fahrzeuges	81
Bild E.1 – Linearer Lebenszyklus	85
Bild E.2 – V-Lebenszyklus.....	86
Tabellen	
Tabelle 1 – Betriebstemperaturklassen (°C)	19
Tabelle 2 – Klassen der erweiterten Betriebstemperatur beim Anlauf.....	20
Tabelle 3 – Temperaturänderungsklassen.....	20
Tabelle 4 – Dauerspannungsbereich	23
Tabelle 5 – Schwankungsbereiche der Spannung.....	24
Tabelle 6 – Klassen der Unterbrechung der Spannungsversorgung	25
Tabelle 7 – Höchst zulässige Schwingungsbreite der Spannungen mit einem Gleichspannungswelligkeitsfaktor von 2,5 %.....	26
Tabelle 8 – Brauchbarkeitsdauerklassen	31
Tabelle 9 – Klassen für Schutzbeschichtungen	45
Tabelle 10 – Liste über die erforderliche Dokumentation nach Klasse.....	53
Tabelle 11 – Verzeichnis der Prüfungen	57
Tabelle 12 – Klassen der Unterbrechung der Spannungsversorgung	60
Tabelle 13 – Prüfspannungen der Spannungsfestigkeitsprüfung	69
Tabelle C.1 – Beispiele für typische Orte der Betriebsmittel auf Schienenfahrzeuge	79
Tabelle C.2 – Mindestschweregrad der Betriebsbedingungen an verschiedenen Orten des Schienenfahrzeuges	80