

	DIN EN 50155 (VDE 0115-200)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 45.060.01 Ersatz für DIN EN 50155 (VDE 0115-200):2008-03 und DIN EN 50155 Berichtigung 1 (VDE 0115-200 Berichtigung 1):2010-11 Siehe Anwendungsbeginn Bahnanwendungen – Elektronische Einrichtungen auf Schienenfahrzeugen; Deutsche Fassung EN 50155:2017 Railway applications – Rolling stock – Electronic equipment; German version EN 50155:2017 Applications ferroviaires – Équipements électroniques utilisés sur le matériel roulant; Version allemande EN 50155:2017 Gesamtumfang 110 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2017-05-08 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2018-05-01.

Für **DIN EN 50155 (VDE 0115-200):2008-03** und **DIN EN 50155 Berichtigung 1 (VDE 0115-200 Berichtigung 1):2010-11** besteht eine Übergangsfrist bis 2020-10-13.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 50155 (VDE 0115-200):2016-08.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 351.1 „Fahrzeuge“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 50155 (VDE 0115-200):2008-03** und **DIN EN 50155 Berichtigung 1 (VDE 0115-200 Berichtigung 1):2010-11** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) inhaltliche Anpassung an die neue Normenreihe EN 50126 sowie die Norm **EN 50657**;
- b) Überarbeitung der Struktur der Norm.

Frühere Ausgaben

DIN EN 50155 (VDE 0115-200): 1996-05, 2002-11, 2004-01, 2008-03
DIN EN 50155 Berichtigung 1 (VDE 0115-200 Berichtigung 1): 2010-11

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1 (1 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 45545 (alle Teile)	–	DIN EN 45545 (alle Teile)	–
EN 45545-2:2013 + A1:2015	–	DIN EN 45545-2:2016-02	–
EN 50121-3-1	–	DIN EN 50121-3-1 (VDE 0115-121-3-1)	VDE 0115-121-3-1
EN 50121-3-2:2016	–	DIN EN 50121-3-2 (VDE 0115-121-3-2):2017-11	VDE 0115-121-3-2
EN 50124-1:2017	–	DIN EN 50124-1 (VDE 0115-107-1):2017-12	VDE 0115-107-1
EN 50125-1:2014	–	DIN EN 50125-1 (VDE 0115-108-1):2014-11	VDE 0115-108-1
EN 50126-1:2017	–	DIN EN 50126-1 (VDE 0115-103-1)	VDE 0115-103-1
EN 50153:2014	–	DIN EN 50153 (VDE 0115-2):2014-09	VDE 0115-2
EN 50163:2004	–	DIN EN 50163 (VDE 0115-102):2005-07	VDE 0115-102
EN 50343	–	DIN EN 50343 (VDE 0115-130)	VDE 0115-130
EN 50657:2017	–	DIN EN 50657 (VDE 0831-657):2017-11	VDE 0831-657
EN 60068-2-1:2007	IEC 60068-2-1:2007	DIN EN 60068-2-1 (VDE 0468-2-1):2008-01	VDE 0468-2-1
EN 60068-2-2:2007	IEC 60068-2-2:2007	DIN EN 60068-2-2 (VDE 0468-2-2):2008-05	VDE 0468-2-2
EN 60068-2-11:1999	IEC 60068-2-11:1981	DIN EN 60068-2-11:2000-02	–
EN 60068-2-30:2005	IEC 60068-2-30:2005	DIN EN 60068-2-30:2006-06	–
EN 60077-1	IEC 60077-1 (mod.)	DIN EN 60077-1 (VDE 0115-460-1)	VDE 0115-460-1
EN 60297 (alle Teile)	IEC 60297 (alle Teile)	DIN EN 60297 (alle Teile)	–
EN 60300-3-2	IEC 60300-3-2	DIN EN 60300-3-2	–
EN 60352-1:1997	IEC 60352-1:1997	DIN EN 60352-1:1998-04	–
EN 60352-2:2006 + A1:2013	IEC 60352-2:2006 + A1:2013	DIN EN 60352-2:2014-04	–
EN 60384-14	IEC 60384-14	DIN EN 60384-14 (VDE 0565-1-1)	VDE 0565-1-1
EN 60529:1991 + A1:2000 + A2:2013	IEC 60529:1989 + A1:1999 + A2:2013	DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2014-09	VDE 0470-1
EN 60721-3-5	IEC 60721-3-5	DIN EN 60721-3-5	–
EN 60950 (alle Teile)	IEC 60950 (alle Teile)	DIN EN 60950 (VDE 0805) (alle Teile)	VDE 0805 (alle Teile)

Tabelle NA.1 (2 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 61000-4-29	IEC 61000-4-29	DIN EN 61000-4-29 (VDE 0847-4-29)	VDE 0847-4-29
EN 61014	IEC 61014	DIN EN 61014	–
EN 61082-1	IEC 61082-1	DIN EN 61082-1 (VDE 0040-1)	VDE 0040-1
EN 61124	IEC 61124	DIN EN 61124	–
EN 61163-1:2006	IEC 61163-1:2006	DIN EN 61163-1:2007-06	–
EN 61249-2-7:2002	IEC 61249-2-7:2002	DIN EN 61249-2-7:2002-12	–
EN 61249-2-22:2005	IEC 61249-2-22:2005	DIN EN 61249-2-22:2005-08	–
EN 61287-1	IEC 61287-1	DIN EN 61287-1 (VDE 0115-410)	VDE 0115-410
EN 61373:2010	IEC 61373:2010	DIN EN 61373 (VDE 0115-106):2011-04	VDE 0115-106
EN 62326 (alle Teile)	IEC 62326 (alle Teile)	DIN EN 62326 (alle Teile)	–
EN 62506	IEC 62506	DIN EN 62506	–
EN ISO 9001:2015	ISO 9001:2015	DIN EN ISO 9001:2015-11	–
EN ISO 13732-1:2008	ISO 13732-1:2006	DIN EN ISO 13732-1:2008-12	–
–	ISO/IEC 90003	–	–
–	ISO/IEC/IEEE 15289:2017	–	–
–	IEC 60050	b	–
–	IEC 60050-151	b	–
–	IEC 60050-351	b	–
–	IEC 60300-3-5	–	–
–	IEC 60319	DIN IEC 60319	–
–	IEC 60605-2	–	–
–	IEC 60605-4	DIN IEC 60605-4	–
–	IEC 60605-6	DIN IEC 60605-6	–
–	IEC 60617 DB ^c	–	–
–	IEC 61070	DIN IEC 61070 <i>zurückgezogen</i>	–
–	IEC 61123	DIN IEC 61123	–
–	IEC/TR 62380 <i>ersetzt durch</i> IEC 61709	–	–
^a Im Entwurfstadium. ^b „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev . ^c Die aktuellen Schaltzeichen (60617) befinden sich in der IEC-Datenbank http://www.iec-normen.de/iec-normen-im-datenbank-format.html .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 45545 (alle Teile), *Bahnanwendungen – Brandschutz in Schienenfahrzeugen*

DIN EN 45545-2:2016-02, *Bahnanwendungen – Brandschutz in Schienenfahrzeugen – Teil 2: Anforderungen an das Brandverhalten von Materialien und Komponenten; Deutsche Fassung EN 45545-2:2013 + A1:2015*

DIN EN 50121-3-1 (VDE 0115-121-3-1), *Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit – Teil 3-1: Bahnfahrzeuge – Zug und gesamtes Fahrzeug*

DIN EN 50121-3-2 (VDE 0115-121-3-2):2017-11, *Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit – Teil 3-2: Bahnfahrzeuge – Geräte; Deutsche Fassung EN 50121-3-2:2016*

DIN EN 50124-1 (VDE 0115-107-1):2017-12, *Bahnanwendungen – Isolationskoordination – Teil 1: Grundlegende Anforderungen – Luft- und Kriechstrecken für alle elektrischen und elektronischen Betriebsmittel; Deutsche Fassung EN 50124-1:2017*

DIN EN 50125-1 (VDE 0115-108-1):2014-11, *Bahnanwendungen – Umweltbedingungen für Betriebsmittel – Teil 1: Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen; Deutsche Fassung EN 50125-1:2014*

DIN EN 50126-1 (VDE 0115-103-1), *Bahnanwendungen – Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS) – Teil 1: Generischer RAMS Prozess*

DIN EN 50153 (VDE 0115-2):2014-09, *Bahnanwendungen – Fahrzeuge – Schutzmaßnahmen in Bezug auf elektrische Gefahren; Deutsche Fassung EN 50153:2014*

DIN EN 50163 (VDE 0115-102):2005-07, *Bahnanwendungen – Speisespannungen von Bahnnetzen; Deutsche Fassung EN 50163:2004*

DIN EN 50343 (VDE 0115-130), *Bahnanwendungen – Fahrzeuge – Regeln für die Installation von elektrischen Leitungen*

DIN EN 50657 (VDE 0831-657):2017-11, *Bahnanwendungen – Anwendungen für Schienenfahrzeuge – Software auf Schienenfahrzeugen; Deutsche Fassung EN 50657:2017*

DIN EN 60068-2-1 (VDE 0468-2-1):2008-01, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-1: Prüfverfahren – Prüfung A: Kälte (IEC 60068-2-1:2007); Deutsche Fassung EN 60068-2-1:2007*

DIN EN 60068-2-2 (VDE 0468-2-2):2008-05, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-2: Prüfverfahren – Prüfung B: Trockene Wärme (IEC 60068-2-2:2007); Deutsche Fassung EN 60068-2-2:2007*

DIN EN 60068-2-11:2000-02, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Ka: Salznebel (IEC 60068-2-11:1981); Deutsche Fassung EN 60068-2-11:1999*

DIN EN 60068-2-30:2006-06, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-30: Prüfverfahren – Prüfung Db: Feuchte Wärme, zyklisch (12 + 12 Stunden) (IEC 60068-2-30:2005); Deutsche Fassung EN 60068-2-30:2005*

DIN EN 60077-1 (VDE 0115-460-1), *Bahnanwendungen – Elektrische Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen – Teil 1: Allgemeine Betriebsbedingungen und allgemeine Regeln*

DIN EN 60297 (alle Teile), *Bauweisen für elektronische Einrichtungen – Maße der 482,6-mm-(19-Zoll-)Bauweise*

DIN EN 60300-3-2, *Zuverlässigkeitsmanagement – Teil 3-2: Anwendungsleitfaden – Erfassung von Zuverlässigkeitsdaten im Betrieb*

DIN EN 60352-1:1998-04, *Lötfreie Verbindungen – Teil 1: Wickelverbindungen – Allgemeine Anforderungen, Prüfverfahren und Anwendungshinweise (IEC 60352-1:1997); Deutsche Fassung EN 60352-1:1997*

DIN EN 60352-2:2014-04, *Lötfreie Verbindungen – Teil 2: Crimpverbindungen – Allgemeine Anforderungen, Prüfverfahren und Anwendungshinweise (IEC 60352-2:2006 + A1:2013); Deutsche Fassung EN 60352-2:2006 + A1:2013*

DIN EN 60384-14 (VDE 0565-1-1), Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 14: Rahmenspezifikation – Festkondensatoren zur Unterdrückung elektromagnetischer Störungen, geeignet für Netzbetrieb

DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2014-09, Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999 + A2:2013); Deutsche Fassung EN 60529:1991 + A1:2000 + A2:2013

DIN EN 60721-3-5, Klassifizierung von Umweltbedingungen – Teil 3: Klassen von Umwelteinflussgrößen und deren Grenzwerte – Hauptabschnitt 5: Einsatz an und in Landfahrzeugen

DIN EN 60950 (VDE 0805) (alle Teile), Einrichtungen der Informationstechnik – Sicherheit

DIN EN 61000-4-29 (VDE 0847-4-29), Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-29: Prüf- und Messverfahren – Prüfungen der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen an Gleichstrom-Netzeingängen

DIN EN 61014, Programme für das Zuverlässigkeitswachstum

DIN EN 61082-1 (VDE 0040-1), Dokumente der Elektrotechnik – Teil 1: Regeln

DIN EN 61124, Prüfungen der Funktionsfähigkeit – Prüfpläne für konstante Ausfallrate und konstante Ausfalldichte

DIN EN 61163-1:2007-06, Zuverlässigkeitsvorbehandlung durch Beanspruchung – Teil 1: Instandsetzbare Baugruppen, losweise gefertigt (IEC 61163-1:2006); Deutsche Fassung EN 61163-1:2006

DIN EN 61249-2-7:2002-12, Materialien für Leiterplatten und andere Verbindungsstrukturen – Teil 2-7: Kaschierte und unkaschierte verstärkte Basismaterialien – Kupferkaschierte mit Glasgewebe verstärkte Epoxidharz-Laminatplatten mit definierter Brennbarkeit (Brennprüfung mit vertikaler Prüflingslage) (IEC 61249-2-7:2002); Deutsche Fassung EN 61249-2-7:2002

DIN EN 61249-2-22:2005-08, Materialien für Leiterplatten und andere Verbindungsstrukturen – Teil 2-22: Kaschierte und unkaschierte verstärkte Basismaterialien – Kupferkaschierte mit E-Glasgewebe verstärkte Laminatplatten auf der Basis von modifiziertem halogenfreien Epoxidharz mit definierter Brennbarkeit (Brennprüfung mit vertikaler Prüflingslage) (IEC 61249-2-22:2005); Deutsche Fassung EN 61249-2-22:2005

DIN EN 61287-1 (VDE 0115-410), Bahnanwendungen – Stromrichter auf Bahnfahrzeugen – Teil 1: Eigenschaften und Prüfverfahren

DIN EN 61373 (VDE 0115-106):2011-04, Bahnanwendungen – Betriebsmittel von Bahnfahrzeugen – Prüfungen für Schwingen und Schocken (IEC 61373:2010); Deutsche Fassung EN 61373:2010

DIN EN 62326 (alle Teile), Leiterplatten

DIN EN 62506, Verfahren für beschleunigte Produktprüfungen

DIN EN ISO 9001:2015-11, Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen (ISO 9001:2015); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 9001:2015

DIN EN ISO 13732-1:2008-12, Ergonomie der thermischen Umgebung – Bewertungsverfahren für menschliche Reaktionen bei Kontakt mit Oberflächen – Teil 1: Heiße Oberflächen (ISO 13732-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 13732-1:2008

DIN IEC 60319, Darstellung und Angabe von Zuverlässigkeitsdaten elektronischer Bauelemente

DIN IEC 60605-4, Prüfung der Zuverlässigkeit von Geräten – Teil 4: Statistische Verfahren für Exponentialverteilungen – Schätzwerte, Vertrauensbereiche, Vorhersageintervalle und Toleranzintervalle

DIN IEC 60605-6, Prüfungen der Zuverlässigkeit von Geräten – Teil 6: Test auf Gültigkeit zeitlich konstanter Ausfallrate und Ausfalldichte sowie deren Schätzung

DIN IEC 61123, Prüfung der Zuverlässigkeit – Prüfpläne zum Nachweis des Erfolgsquotienten

**Bahnanwendungen –
Elektronische Einrichtungen auf Schienenfahrzeugen**

Railway applications –
Rolling stock – Electronic equipment

Applications ferroviaires –
Équipements électroniques utilisés sur le
matériel roulant

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2017-05-08 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2017 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 50155:2017 D

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

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

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	Fädelverbindungen.....	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

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

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

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 50155:2017) wurde vom Technischen Komitee CLC/SC 9XB „Elektrische, elektronische und elektromechanische Einrichtungen auf Schienenfahrzeugen, einschließlich zugehöriger Software“ erarbeitet.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2018-04-13
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2020-10-13

Dieses Dokument ersetzt **EN 50155:2007**.

EN 50155:2017 enthält die folgenden wesentlichen technischen Änderungen gegenüber **EN 50155:2007**:

- a) Überarbeitung von **Abschnitt 1**, Anwendungsbereich;
- b) Überarbeitung von **Abschnitt 2**, Normative Verweisungen;
- c) Überarbeitung von **Abschnitt 3**, Begriffe und Abkürzungen, mit Umordnung der Unterabschnitte;
- d) Verbesserung von **Abschnitt 4**, Allgemeine Anforderungen, in Bezug auf eine bessere Formulierung, Erweiterung der Anforderungen und Umordnung der Unterabschnitte;
- e) Überarbeitung von **Abschnitt 5**, Elektrische Betriebsbedingungen, mit Umordnung der Unterabschnitte;
- f) Verbesserung von **Abschnitt 6**, Zuverlässigkeit, Instandhaltbarkeit und zu erwartende Brauchbarkeitsdauer, mit Umordnung der Unterabschnitte und Einführung von erklärenden Bildern;
- g) Überarbeitung von **Abschnitt 7**, Entwicklung/Auslegung;
- h) Einführung von einem neuen **Abschnitt 8**, Nicht-bahnspezifisch ausgelegte elektronische Betriebsmittel;
- i) Umnummerierung vom alten **Abschnitt 8** auf **Abschnitt 9**, Bauelemente, und Überarbeitung;
- j) Umnummerierung vom alten **Abschnitt 9** auf **Abschnitt 10**, Konstruktion, und Einführung von neuen Anforderungen;
- k) Umnummerierung vom alten **Abschnitt 10** auf **Abschnitt 11**, Sicherheit, und Verbesserung der Formulierung;
- l) Umnummerierung vom alten **Abschnitt 11** auf **Abschnitt 12**, Dokumentation, und Einführung von neuen Anforderungen sowie Berücksichtigung neuer Technologien;
- m) Umnummerierung vom alten **Abschnitt 12** auf **Abschnitt 13**, Prüfung, Verbesserung des Textes unter besonderer Betrachtung der Tabelle „Verzeichnis der Prüfungen“ und der Einführung von erklärenden Bildern;
- n) Einführung der folgenden informativen Anhänge:
 - 1) **Anhang A** – Verzeichnis der Standard-Anforderungen von EN 50155 einschließlich zugehöriger Abschnitte;
 - 2) **Anhang B** – Prüfkonzep;
 - 3) **Anhang C** – Schärfegrad der Betriebsbedingungen an verschiedenen Einbauorten von Schienenfahrzeugen;
 - 4) **Anhang D** – Beispiel für eine Prüfbericht-Zusammenfassung hinsichtlich der Erfüllung einer Prüfung;
 - 5) **Anhang E** – Beispiele für Lebenszyklusmodelle – Beispiel für einen Lebenszyklus eines programmierbaren Bauelements;

- 6) [Anhang F](#) – Konstruktionsrichtlinien für Elektronik-Hardware zur Verwendung auf Schienenfahrzeugen;
- 7) [Anhang G](#) – Nicht-bahnspezifisch ausgelegte elektronische Betriebsmittel;
- o) Literaturhinweise (erweitert und korrigiert).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CENELEC erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen von EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie 2008/57/EC, geändert durch 2011/18/EU, siehe informativen [Anhang ZZ](#), der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Einleitung

Diese Norm wird bei der Konstruktion, Fertigung und Prüfung von auf Schienenfahrzeugen eingebauten elektronischen Betriebsmitteln verwendet.

Sie beschreibt außerdem die elektrischen sowie die Umweltbedingungen für den Betrieb.

Es gibt keine Beziehungen zwischen den in [Tabelle 1](#) aufgeführten Betriebstemperaturklassen und den in [EN 50125-1:2014, Tabelle 2](#), aufgeführten Lufttemperaturklassen.

Ziel dieser Norm ist es nicht, ein ausführlicher Leitfaden für die Konstruktion elektronischer Betriebsmittel zu sein; für die Konstruktion ist der Lieferant verantwortlich. Der Lieferant sollte die Anforderungen berücksichtigen, die sich aus dem bestimmten Einbauort auf dem Schienenfahrzeug ergeben (siehe [Anhang C](#)).

Diese Norm enthält die Anforderungen an die Konstruktion, an die Dokumentation und an die Prüfung.

Die Rollen des Anwenders und/oder des Lieferanten gehen aus Bild 1 hervor.

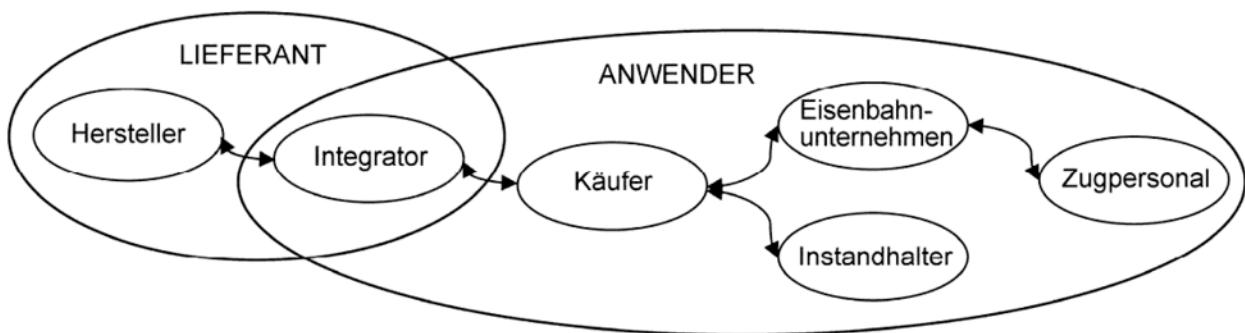


Bild 1 – Rollen des Anwenders und/oder des Lieferanten sowie deren Beziehung zu einander

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für alle elektronischen Betriebsmittel für die Steuerung, die Regelung, den Schutz, die Diagnose, die Energie-Versorgung usw., die auf Schienenfahrzeugen eingebaut sind.

Ein elektronisches Betriebsmittel im Sinne dieser Europäischen Norm wird definiert als ein Betriebsmittel, das hauptsächlich aus Halbleiterbauelementen und üblicherweise zugehörigen Bauelementen aufgebaut ist. Diese Bauelemente werden hauptsächlich auf Leiterplatten montiert.

Sensoren (Strom, Spannung, Geschwindigkeit usw.) und Steuereinheiten für Leistungshalbleiter (SDU) für leistungselektronische Geräte sind von dieser Norm umfasst. Vollständige Steuereinheiten^{N1)} für Leistungshalbleiter (SDU) und Leistungsstromrichter sind in [EN 61287-1](#) enthalten.

Diese Europäische Norm umfasst die Betriebsbedingungen, die Konstruktionsanforderungen, die Dokumentation und die Prüfung der elektronischen Betriebsmittel sowie die grundlegenden Hardware- und Softwareanforderungen, die für ein leistungsfähiges, zuverlässiges Betriebsmittel als erforderlich erachtet werden.

Besondere Anforderungen hinsichtlich Maßnahmen zur Sicherstellung definierter Level der funktionellen Sicherheit werden nach den maßgeblichen Sicherheitsnormen für Bahnen sichergestellt.

Die Anforderungen an die Software für die Betriebsmittel auf Schienenfahrzeugen sind in [EN 50657](#) festgelegt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 45545 (alle Teile), *Bahnanwendungen – Brandschutz in Schienenfahrzeugen*

EN 45545-2:2013 + A1:2015, *Bahnanwendungen – Brandschutz in Schienenfahrzeugen – Teil 2: Anforderungen an das Brandverhalten von Materialien und Komponenten*

[EN 50121-3-2:2016](#), *Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit – Teil 3-2: Schienenfahrzeuge – Geräte*

[EN 50124-1:2017](#), *Bahnanwendungen – Isolationskoordination – Teil 1: Grundlegende Anforderungen – Luft- und Kriechstrecken für alle elektrischen und elektronischen Betriebsmittel*

[EN 50125-1:2014](#), *Bahnanwendungen – Umweltbedingungen für Betriebsmittel – Teil 1: Betriebsmittel auf Schienenfahrzeugen*

EN 50126-1:2017, *Bahnanwendungen – Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS) – Teil 1: Generischer RAMS Prozess*

[EN 50153:2014](#), *Bahnanwendungen – Fahrzeuge – Schutzmaßnahmen in Bezug auf elektrische Gefahren*

[EN 50163:2004](#), *Bahnanwendungen – Speisespannungen von Bahnnetzen (IEC 60850:2000,)*

[EN 50657:2017](#), *Bahnanwendungen – Anwendungen für Schienenfahrzeuge – Software für Schienenfahrzeuge*

^{N1)} Nationale Fußnote: In diesem Dokument wird in den nachfolgenden Abschnitten „semiconductor drive unit“ mit „Ansteuereinheiten für Leistungshalbleiter“ übersetzt.

EN 60068-2-1:2007, *Umweltprüfungen – Teil 2-1: Prüfungen – Prüfgruppe A: Kälte* (IEC 60068-2-1:2007)

EN 60068-2-2:2007, *Umweltprüfungen – Teil 2-2: Prüfungen – Prüfgruppe B: Trockene Wärme* (IEC 60068-2-2:2007)

EN 60068-2-11:1999, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Ka: Salznebel* (IEC 60068-2-11:1981)

EN 60068-2-30:2005, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-30: Prüfverfahren – Prüfung Db: Feuchte Wärme, zyklisch (12 + 12 Stunden)* (IEC 60068-2-30:2005)

EN 60297 (alle Teile), *Bauweisen für elektronische Einrichtungen – Maße der 482,6-mm-(19-in-)Bauweise* (IEC 60297, alle Teile)

EN 60352-1:1997, *Lötfreie Verbindungen – Teil 1: Wickelverbindungen – Allgemeine Anforderungen, Prüfverfahren und Anwendungshinweise* (IEC 60352-1:1997)

EN 60352-2:2006, *Lötfreie elektrische Verbindungen – Teil 2: Crimpverbindungen – Allgemeine Anforderungen, Prüfverfahren und Anwendungshinweise* (IEC 60352-2:2004)

EN 60529:1991, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)* (IEC 60529:1989)

EN 61249-2-7:2001, *Materialien für Leiterplatten und andere Verbindungsstrukturen – Teil 2-7: Kaschierte und unkaschierte verstärkte Basismaterialien – Kupferkaschierte mit Glasgewebe verstärkte Epoxidharz-Laminattafel mit definierter Brennbarkeit (Brennprüfung mit vertikaler Prüflingslage)* (IEC 61249-2-7:2002)

EN 61249-2-22:2005, *Materialien für Leiterplatten und andere Verbindungsstrukturen – Teil 2-22: Kaschierte und unkaschierte verstärkte Basismaterialien – Kupferkaschierte mit E-Glasgewebe verstärkte Laminattafeln auf der Basis von modifiziertem halogenfreien Epoxidharz mit definierter Brennbarkeit (Brennprüfung mit vertikaler Prüflingslage)* (IEC 61249-2-22:2003)

EN 61373:2010, *Bahnanwendungen – Betriebsmittel von Schienenfahrzeugen – Prüfungen für Schwingen und Schocken* (IEC 61373:2010)

EN 62326 (alle Teile), *Leiterplatten* (IEC 62326, alle Teile)

EN ISO 13732-1:2008, *Ergonomie der thermischen Umgebung – Bewertungsverfahren für menschliche Reaktionen bei Kontakt mit Oberflächen – Teil 1: Heiße Oberflächen* (ISO 13732-1:2006)

ISO IEC 90003, *Software engineering – Guidelines for the application of ISO 9001:2008 to computer software*

ISO/IEC/IEEE 15289:2017, *Systems and software engineering – Content of life-cycle information items (documentation)*

IPC-A-600 (H):2010, *Acceptability of Printed Boards*

IPC-A-610 (E):2010, *Acceptability of Electronic Assemblies*

IPC-2220:2010 (alle Teile), *Family of Design Documents*

IPC-2221 (B):2012, *Generic Standard on Printed Board Design*

IPC-2222 (A):2010, *Sectional Design Standard for Rigid Organic Printed Boards*

IPC-2223 (C):2011, *Sectional Design Standard for Flexible Printed Boards*

IPC-2581 (B):2013, *Generic Requirements for Printed Board Assembly Products Manufacturing Description Data and Transfer Methodology*

IPC-4101 (D):2014, *Specification for Base Materials for Rigid and Multilayer Printed Boards*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Leiterplatte

zugeschnittenes Basismaterial, das alle erforderlichen Löcher enthält und zumindest eine leitfähige Schicht aufweist, und welches üblicherweise unterschieden wird:

- nach seiner Struktur (z. B. einseitig oder beidseitig beschichtet, Multilayer);
- nach der Art des verwendeten Basismaterials (z. B. starr, flexibel).

[QUELLE: IEV 541-01-03, modifiziert – Die Definition wurde grammatikalisch überarbeitet.]

3.1.2

bestückte Leiterplatte

Leiterplatte, auf der elektrische und mechanische Bauelemente und/oder andere Leiterplatten befestigt sind, wobei alle Herstellungsprozesse, der Lötvorgang, die Lackierung usw. abgeschlossen sind

3.1.3

Betriebstemperatur

Temperaturbereich, innerhalb dessen das elektronische Betriebsmittel in vollständiger Konformität mit seinen Bewertungskriterien arbeiten wird (z. B. Temperatur des Schrankes, des Gestells oder des Dachgerätekastens) und außerhalb dessen eine zeitweise oder dauerhafte Verschlechterung des Betriebsverhaltens des Betriebsmittels auftreten kann

3.1.4

steckbare Baugruppe

Einheit zum Einschieben in einen mit Führungshaltern versehenen Baugruppenträger

Anmerkung 1 zum Begriff: Steckbare Baugruppen können verschieden ausgeführt sein, angefangen von einer bestückten Leiterplatte bis zu einem Steckblock oder einem Gerätekasten mit Steckverbinder.

[QUELLE: IEV 581-25-04^{N2)}

3.1.5

Baugruppenträger

Baueinheit zur Aufnahme von bestückten Leiterplatten und steckbaren Baugruppen

[QUELLE: IEV 581-25-01]

3.1.6

Gestell

frei- oder feststehende Konstruktion zur Aufnahme von elektrischen oder elektronischen Betriebsmitteln

[QUELLE: IEV 581-25-03]

3.1.7

Schrank

Gehäuse zur Aufnahme von elektrischen und/oder elektronischen Betriebsmitteln

^{N2)} Nationale Fußnote: Gegenüber IEV 581-25-04 wurde modifiziert: „Gestell“ (en: rack) wurde durch „Baugruppenträger“ (en: subrack) ersetzt. In der Anmerkung wurde „box-type“ mit Gerätekasten übersetzt, statt Kassette.

3.1.8

tauschbare Einheit

modulare Komponente^{N3)}, die am Betriebsort^{N4)} entfernt und ausgetauscht werden kann, um das System wieder in einen betriebsbereiten Zustand zu führen

3.1.9

Prüfung des Betriebsverhaltens

Prüfung, in der das Betriebsmittel so angeregt und geprüft^{N5)} wird, dass die Konformität mit den festgelegten funktionellen Anforderungen nachgewiesen wird^{N6)}

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Prüfung des Betriebsverhaltens wird in Konformität mit vom Lieferanten vorgegebenen Spezifikationen und Verfahren zur Prüfung des Betriebsverhaltens durchgeführt.

3.1.10

Funktionsüberprüfung

bedarfsgerechte Prüfung des Betriebsverhaltens, die während und/oder nach Umweltprüfungen bzw. Auswahlprüfverfahren durch Beanspruchung (en: Stress screening) durchgeführt wird, um nachzuweisen, dass das Betriebsmittel innerhalb seiner Betriebsgrenzen arbeitet und die Umweltprüfungen bzw. Auswahlprüfverfahren durch Beanspruchung (en: Stress screening test) des Betriebsmittels bestanden hat

Anmerkung 1 zum Begriff: Jede Umweltprüfung bzw. jedes Auswahlprüfverfahren durch Beanspruchung (en: Stress screening) kann eine andere Funktionsüberprüfung verwenden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Funktionsüberprüfungen werden entsprechend den vom Lieferanten vorgegebenen Spezifikationen und Verfahren zur Funktionsüberprüfung durchgeführt.

3.1.11

Spannungsversorgung des Systems^{N7)}

Spannungsversorgung, die verwendet wird, um das elektronische Betriebsmittel mit Energie zu versorgen

3.1.12

Fahrzeugverkabelung^{N8)}

gesamte Verkabelung, die – unabhängig vom Verlegeort – mit der Spannungsversorgung des Systems verbunden sein kann, sowie die weitere Verkabelung außerhalb des betreffenden elektronischen Betriebsmittels

3.1.13

Versorgungsüberspannung

(elektrische) Störung der Versorgungsspannung des Steuerungssystems^{N9)} (die z. B. durch die Stromversorgung selbst oder durch einen Lastabwurf verursacht wird)

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Versorgungsüberspannung tritt als Erhöhung des Pegels der Versorgungsspannung des Steuerungssystems in Erscheinung.

^{N3)} Nationale Fußnote: Hier ist das englische Wort „component“ mit Komponente übersetzt da die Übersetzung nach 3.1.27 (Bauelement) passend ist.

^{N4)} Nationale Fußnote: Im englischen Text steht „field level“, gemeint ist der Betriebsort.

^{N5)} Nationale Fußnote: Im englischen Text steht „measured“, gemeint ist aber „tested“.

^{N6)} Nationale Fußnote: Die Ergänzung im englischen Text „and which will verify all functionalities“ wurde im deutschen entfernt da doppelt.

^{N7)} Nationale Fußnote: In diesem Begriff ist mit Spannungsversorgung (en: voltage supply) die Stromversorgung gemeint.

^{N8)} Nationale Fußnote: Das englische Wort „wiring“ wurde mit Verkabelung übersetzt, weil es sich auf das gesamte Fahrzeug bezieht.

^{N9)} Nationale Fußnote: Mit control system voltage supply ist die Stromversorgung gemeint.

3.1.14

energetische transiente Impulse

nichtperiodische und relativ kurze positive und/oder negative schnelle Änderung(en) der Spannung und/oder des Stroms zwischen zwei stabilen Zuständen^{N10)}

3.1.15

Ausfall

Beendigung der Fähigkeit einer Einheit, eine geforderte Funktion zu erfüllen

Anmerkung 1 zum Begriff: „Ausfall“ ist ein Ereignis, im Gegensatz zu „Fehler“, der ein Zustand ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Es wird auf die Möglichkeit verwiesen, dass als Folge einer zeitweiligen Fehlfunktion einer Einheit ein Folgeausfall in einer anderen verbundenen Einheit auftreten kann.

Anmerkung 3 zum Begriff: Eine zeitweilige Fehlfunktion wird nicht als Ausfall angesehen, vorausgesetzt, dass das Betriebsmittel nach der Fehlfunktion automatisch in den bestimmungsgemäßen Betrieb zurückkehrt.

3.1.16

Beschädigung

Veränderung des Erscheinungsbildes oder der elektrischen oder mechanischen Unversehrtheit

3.1.17

Brauchbarkeitsdauer <einer Einheit>

Zeitintervall ab der ersten Verwendung, das dann endet, wenn die Nutzeranforderungen wegen unwirtschaftlichen Betriebs und Instandhaltung oder wegen Überalterung nicht länger eingehalten werden

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Zusammenhang gehören Prüfkaktivitäten vor der Übergabe der Einheit an den Endnutzer nicht zur „ersten Verwendung“.

[QUELLE: IEV 192-02-27]

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Brauchbarkeitsdauer einer reparierbaren Einheit kann durch einen Ausfall beendet werden, der aus irgendeinem Grund als nicht reparierbar angesehen wird.

3.1.18

Fehler

(en: fault)

Zustand einer Einheit, der dadurch gekennzeichnet ist, dass die Einheit eine bestimmte Funktion nicht ausführen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Fehler ist oft das Ergebnis eines Ausfalls der Einheit selbst, kann aber ohne vorherigen Ausfall eintreten (z. B. im Falle eines Konstruktionsfehlers).

3.1.19

Bewertungskriterien^{N11)} (für das Betriebsverhalten)

Spezifikation für das Betriebsverhalten des elektronischen Betriebsmittels unter allen Bedingungen der in dieser Norm festgelegten Umweltprüfungen

3.1.20

minimale Betriebsqualität

definierter Grad der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betriebsverhalten

3.1.21

Anwender

Person oder Unternehmen, die/das Betriebsmittel oder die Software zur weiteren Verwendung empfängt und spezifiziert, und die/das sein kann:

- ein Systemintegrator in einer Beziehung zum Hersteller;

^{N10)} Nationale Fußnote: Hier ist die Störung während eines eigentlich stabilen Zustands gemeint.

^{N11)} Nationale Fußnote: Gemeint sind die Bewertungskriterien für das Betriebsverhalten in Anlehnung an **EN 50121-3-2:2016, Abschnitt 4.**

- ein Käufer;
- ein Instandhalter;
- ein Eisenbahnunternehmen.

3.1.22

Hersteller

derjenige, der das elektronische Betriebsmittel entwickelt und fertigt

3.1.23

Systemintegrator

derjenige, der für die Spezifikation und/oder die Integration des elektronischen Betriebsmittels in das Schienenfahrzeug oder in ein weiteres Betriebsmittel^{N12)} des Schienenfahrzeuges verantwortlich ist

3.1.24

System

Menge miteinander in Beziehung stehender Elemente, die in einem definierten Zusammenhang als Ganzes gesehen und als von ihrer Umgebung abgegrenzt betrachtet werden

[QUELLE: IEV 351-42-08, modifiziert – Die Originalanmerkungen zu der Definition sind an dieser Stelle nicht mitaufgeführt.]

3.1.25

Betriebsmittel

einzelnes Gerät oder Gesamtheit von Einrichtungen oder Geräten oder Gesamtheit der wesentlichen Einrichtungen einer Anlage oder alle zur Ausführung einer bestimmten Aufgabe notwendigen Einrichtungen

[QUELLE: IEV 151-11-25, modifiziert – Die Originalanmerkung zu der Definition ist an dieser Stelle nicht mit aufgeführt.]

3.1.26

Gerät

Einrichtung oder Gruppe von zusammenwirkenden Einrichtungen, die als unabhängige Einheit für bestimmte Funktionen benutzt werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Englischen schließt die Benennung „apparatus“ manchmal ein, dass dieses Gerät von Fachkräften eingesetzt wird.

[QUELLE: IEV 151-11-22]

3.1.27

Bauelement

wesentlicher Bestandteil einer Einrichtung, der nicht physisch in kleinere Bestandteile aufgeteilt werden kann, ohne seine spezifische Funktion zu verlieren

[QUELLE: IEV 151-11-21]

3.1.28

Einrichtung

Gegenstand oder Gruppe von zusammenwirkenden Gegenständen, der bzw. die dazu vorgesehen ist, eine bestimmte Funktion auszuführen

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Einrichtung oder ein Gerät kann Teil einer größeren Einrichtung oder eines größeren Geräts sein.

[QUELLE: IEV 151-11-20]

^{N12)} Nationale Fußnote: Hier ist das englische Wort „component“ mit Betriebsmittel übersetzt, da die Übersetzung nach 3.1.27 (Bauelement) unpassend ist.

3.1.29

Einheit

ein Teil, ein Bauelement, eine Einrichtung, ein Teilsystem, eine Funktionseinheit, ein Betriebsmittel oder ein System, das/die einzeln betrachtet werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Einheit kann aus Hardware und/oder Software bestehen und darf in besonderen Fällen auch Personen einschließen.

[QUELLE: IEV 192-01-01, modifiziert – Die Definition selbst und die Anmerkung sind präzisiert worden, und die übrigen Anmerkungen in der Originaldefinition sind an dieser Stelle nicht mit aufgeführt.]

3.1.30

Ereignis

etwas, das an einem bestimmten Ort während eines bestimmten Zeitintervalls passiert

3.1.31

Lieferant

Unternehmen, das für die Lieferung einer einzelnen Einheit des Betriebsmittels oder von Gruppen des Betriebsmittels an den Anwender verantwortlich ist und das sein kann:

- ein Hersteller;
- ein Systemintegrator in einer Beziehung zum Eisenbahnbetrieb oder Instandhalter.

3.1.32

Betriebsqualitäts-Klassen

Klassifizierung, die bei elektronischen Betriebsmitteln verwendet wird und verschiedene Betriebsqualitäten für die Anforderung an das Betriebsverhalten festlegt

3.1.33

handelsübliches Erzeugnis

nach Katalog eines Lieferanten gekaufte Einheit, die auf dem Inlands- und Auslandsmarkt zur Verfügung steht, die einer Referenz des Lieferanten entspricht und deren Konstruktion und Herstellung der Anwender nicht beeinflussen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Einheit kann abgeändert werden; die Fertigung kann eingestellt oder möglicherweise nicht weiter aufrechterhalten werden, ohne dass der Anwender hierüber benachrichtigt wird und ohne dass dieser ein Recht auf Benachrichtigung hat. Für dieselbe Einheit kann es einen einzelnen oder mehrere Lieferanten geben.

3.1.34

Äquipotenzialbereich

Bereich elektronischer Bauelemente/Betriebsmittel und elektrischer Verbindungen, die sich auf dasselbe Potenzial bezieht und keine Isolation zwischen den Bauelementen aufweist

3.1.35

Leistungsspezifikation

Dokument, das die Funktionen spezifiziert, die ein System oder ein Bauelement leisten muss (oft Bestandteil eines Lastenheftes)

3.1.36

halbe relative Schwingungsweite^{N13)}

Verhältnis der halben Differenz zwischen größtem und kleinstem Wert zum Mittelwert eines pulsierenden Gleichstroms^{N14)}

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei geringen Werten der halben relativen Schwingungsweite ist diese angenähert gleich dem Verhältnis der Differenz zur Summe Höchstwert plus Mindestwert (Schwingungsweitenverhältnis).

[QUELLE: IEV 551-17-29]

^{N13)} Nationale Fußnote: Im deutschen Text wird der Begriff „Gleichspannungs-Welligkeitsfaktor“ benutzt, da der IEV-Begriff falsch übersetzt wurde.

^{N14)} Nationale Fußnote: Gemeint ist hier die Gleichspannung.

3.1.37

Kleinspannungskreis

(en: Extra Low Voltage (ELV) circuit)

Sekundärstromkreis mit Spannungen zwischen zwei Leitern des Schaltkreises sowie zwischen jedem Leiter und der Erde, die unter normalen Betriebsbedingungen AC 25 V oder DC 60 V nicht überschreiten, der durch eine Basisisolation von gefährlichen Spannungen getrennt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Werte AC 25 V und DC 60 V sind aus dem Bereich I der EN 50153 übernommen worden.

3.2 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen.

AC	Wechselstrom (en: Alternating Current)
ASIC	anwendungsspezifische integrierte Schaltung (en: Application Specific Integrated Circuit)
ATE	Automatische Prüfeinrichtung (en: Automatic Test Equipment)
CAN	Controller Area Network-Bus (en: Controller Area Network bus)
CMRR	Gleichtaktunterdrückungsverhältnis (en: Common Mode Rejection Ratio)
CPLD	komplexer programmierbarer Logikbaustein (en: Complex Programmable Logic Device)
CPU	zentrale Baugruppe (en: Central Processing Unit)
CTR	Stromübertragungsfaktor (en: Current Transfer Ratio)
DC	Gleichstrom (en: Direct Current)
ELV	Kleinspannung (en: Extra Low Voltage)
EMV	elektromagnetische Verträglichkeit (en: Electromagnetic Compatibility (EMC))
EN	Europäische Norm (en: European Standard)
ESD	elektrostatische Entladung (en: Electrostatic Discharge)
FPGA	frei programmierbares Gate Array (en: Field Programmable Gate Array)
GBWP	Verstärkungsbandbreite-Produkt (en: Gain-Bandwidth Product)
HR	relative Feuchte (en: Relative Humidity)
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission (en: International Electrotechnical Commission)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IEV	Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch (en: International Electrotechnical Vocabulary)
I/O	Eingang/Ausgang (en: Input/Output)
IP-Code	International Protection Code
IPC	Association Connecting Electronics Industries
LED	Leuchtdiode (en: Light Emitting Diode)
LRU	tauschbare Einheit (en: Line Replacement Unit)
MTBF	mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen (en: Mean Time Between Failures)
MTTR	mittlere Dauer bis zur Reparatur (en: Mean Time To Repair)
MVB	Multifunction Vehicle Bus
NA	nicht zutreffend (en: Not Applicable)
PBA	bestückte Leiterplatte (en: Printed Board Assembly)
PCB	Leiterplatte (en: Printed Circuit Board)
PLD	programmierbarer logischer Schaltkreis (en: Programmable Logic Device)
PoE	Stromversorgung über Ethernet (en: Power over Ethernet)
PPS	Polypropylen-Sulfid (en: Polyphenylene Sulfide)

PTE	tragbare Prüfeinrichtung (en: Portable Test Equipment)
RAMS	Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (en: Reliability, Availability, Maintainability, Safety)
REACH	Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (en: Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals)
RF	Hochfrequenz (en: Radio Frequency)
rms	Effektivwert (Wert einer Größe) (en: Root Mean Square)
RoHS	Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe (en: Restriction of the Use of Hazardous Substances)
SOT	durch Prüfung festgelegt (en: Select on Test)
TCMS	Zugsteuerungs- und Überwachungssystem (en: Train Control and Monitoring System)
TFT	Dünnschichttransistor (en: Thin-Film Transistor)
TTL	Transistor-Transistor-Logik (en: Transistor-Transistor Logic)
TVS	Suppressor von transienten Spannungen (en: Transient Voltage Suppressor)
UV	Ultraviolett (en: Ultraviolet)

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Anforderungen an das Betriebsverhalten

Die Anforderungen an das Betriebsverhalten elektronischer Betriebsmittel (z. B. funktionale, elektrische, mechanische, Erscheinungsbild, Schnittstellen) müssen definiert werden.

Die Norm legt eine Reihe von Standard-Betriebsqualitäten-Klassen an unterschiedliche Anforderungen^{N15)} fest; verschiedene Klassen dürfen in der Ausschreibungsphase verlangt werden.

4.2 Bewertungskriterien

4.2.1 Allgemeines

Die normale Betriebsqualität des elektronischen Betriebsmittels darf durch einen „zulässigen Verlust an Betriebsqualität“ ersetzt werden. Wenn die Bewertungskriterien A, B oder C in den Abschnitten 4 bis 12 verwendet werden, muss in dem nachfolgenden Text das Wort „Prüfung“ durch „Ereignis“ ersetzt werden.

Die minimale Betriebsqualität ist zu definieren.

Falls die minimale Betriebsqualität oder der zulässige Verlust der Betriebsqualität vom Lieferanten nicht festgelegt ist, darf jede dieser beiden Angaben aus der Produktbeschreibung und der Dokumentation abgeleitet werden sowie aus dem, was der Anwender bei bestimmungsgemäßem Gebrauch vernünftigerweise vom Gerät erwarten kann.

Eine Beschädigung an irgendeinem angeschlossenen Betriebsmittel ist nicht zulässig, wenn das elektronische Betriebsmittel während oder nach der Prüfung nicht bestimmungsgemäß funktioniert. Mögliche Ursachen eines Ausfalls sind falsches Timing der Ausgangssignale, Überspannung außerhalb der Spezifikationen usw.

4.2.2 Bewertungskriterium A

Das Gerät muss während der Prüfung/des Ereignisses sowie danach seinen bestimmungsgemäßen Betrieb fortsetzen. Eine Verschlechterung des Betriebsverhaltens oder ein Funktionsverlust ist nicht zulässig.

^{N15)} Nationale Fußnote: Für die bessere Verständlichkeit im Deutschen ergänzt.

Änderungen des tatsächlichen Betriebszustandes oder der gespeicherten Daten sind nicht zulässig.

Wenn die Beteiligten dies vereinbart haben, kann die normale Betriebsqualität (alle Funktionen sind nutzbar wie festgelegt) durch eine minimale Betriebsqualität ersetzt werden.

4.2.3 Bewertungskriterium B

Das Gerät muss nach der Prüfung/dem Ereignis seinen bestimmungsgemäßen Betrieb fortsetzen.

Während der Prüfung/des Ereignisses ist jedoch eine Verschlechterung des Betriebsverhaltens zulässig.

Änderungen des tatsächlichen Betriebszustandes oder der gespeicherten Daten sind nicht zulässig.

4.2.4 Bewertungskriterium C

Während der Prüfung/des Ereignisses ist ein zeitweiliger Funktionsverlust erlaubt. Das Betriebsmittel sollte:

- automatisch wiederanlaufen. Das normale Betriebsverhalten muss innerhalb einer definierten Höchstdauer erreicht werden. Nach Ablauf dieser Dauer muss das Betriebsmittel den vorherigen Betriebszustand wieder erlangen und wie vorgesehen funktionieren. Ein Verlust wichtiger gespeicherter Daten ist nicht zulässig; oder
- manuell bzw. prozessgesteuert wiederanlaufen. In diesem Fall muss dies zwischen dem Anwender und dem Lieferanten vereinbart und/oder eindeutig im Anwenderhandbuch definiert sein. Das Anwenderhandbuch muss dann dem Anwender in der Ausschreibungsphase zur Verfügung stehen.

ANMERKUNG Wichtige gespeicherte Daten hängen von der Anwendung ab und sind in den Leistungsspezifikationen aufgeführt.

4.3 Umweltbedingungen für den Betrieb

4.3.1 Höhenlage^{N16)}

Die Höhenlage, bei der das Betriebsmittel üblicherweise funktionieren muss, darf die Werte in **EN 50125-1:2014, Tabelle 1** „Klassen für den Höhenbereich“ nicht überschreiten. Wird eine Höhenlage gefordert, die außerhalb der in **EN 50125-1:2014, Tabelle 1**, Klasse A1, aufgeführten Werte liegt, muss die Einhaltung der Anforderungen zwischen den Beteiligten vereinbart werden.

Wenn nichts anderes festgelegt ist, gelten die Anforderungen der **EN 50125-1:2014, Tabelle 1**, Klasse A1.

4.3.2 Betriebstemperatur

Elektronische Betriebsmittel müssen so ausgelegt und hergestellt sein, dass sie alle in der Spezifikation festgelegten Anforderungen an das Betriebsverhalten für die gewählten Temperaturklassen nach **Tabelle 1** erfüllen.

Der Lieferant des elektronischen Betriebsmittels muss dessen Verlustleistung sowie die thermischen Integrationseinschränkungen (z. B. natürliche Kühlung, Fremdkühlung, gekühlte Platte, Einbaulage, verfügbarer Raum innerhalb des Integrationsraums, Vorheizung, Luftaustritt) in Bezug auf eine korrekte Integration dieses elektronischen Betriebsmittels in dessen Betriebsumgebung festlegen.

Der Anwender des elektronischen Betriebsmittels muss die vom Lieferanten festgelegten thermischen Integrationseinschränkungen berücksichtigen und die Integrationsumgebung so auslegen, dass eine Betriebstemperatur in Konformität mit der Betriebstemperaturklasse des einzubauenden elektronischen Betriebsmittels sichergestellt ist.

^{N16)} Nationale Fußnote: Gemeint ist hier die Höhe über dem Meeresspiegel.

Die Anforderungen an aktive oder forcierte Kühlsysteme müssen nach 12.5 „Dokumentation über die Integration/den Einbau des Betriebsmittels“ beschrieben werden.

„Elektronische Betriebsmittel“ und „Integrationsumgebung“ sind generische Bezeichnungen, die auf mehrere Ebenen anwendbar sind; nachstehend sind einige Beispiele aufgeführt:

- ein auf einer Leiterplatte integriertes komplexes Bauelement^{N17)}, das gekapselt ist oder sich in einem offenen Rahmen befindet;
- eine in einen Baugruppenträger eingebaute einzelne Elektronikplatine oder steckbare Baugruppe;
- eine in einem Gehäuse eingebaute einzelne Elektronikplatine;
- ein in einen Schrank oder in ein Gehäuse oder in einen Behälter eingebauter Baugruppenträger;
- ein in ein Fahrzeug eingebautes Gestell oder ein in ein Fahrzeug einzubauender Behälter.

Die Umgebungstemperaturen außerhalb des Fahrzeuges sind in EN 50125-1:2014, Tabelle 2, Spalte 1, definiert.

Tabelle 1 – Betriebstemperaturklassen

Klasse	Betriebstemperaturbereich des Betriebsmittels (°C)
OT1	–25 bis +55
OT2	–40 bis +55
OT3	–25 bis +70
OT4	–40 bis +70
OT5	–25 bis +85
OT6	–40 bis +85

Die Klassen OT5 und OT6 können nicht als generische Spezifikation der Temperatur für eine Anforderung seitens des Fahrzeuges verwendet werden (können aber z. B. für Ansteuereinheiten von Leistungshalbleitern oder für Ansteuereinheiten von Verbrennungsmotoren verwendet werden).

Die Temperaturklassen OT1 und OT2 sollten für Fahrgast- und Fahrzeugführerräume mit einer Bezugsdauertemperatur von 25 °C verwendet werden, für die die Auswirkungen auf die Alterung des Materials denen für die Bemessungstemperatur während der Lebensdauer entsprechen. OT3 und OT4 sollten für Betriebsmittel in einem Gehäuse mit einer Bezugsdauertemperatur von 45 °C verwendet werden, für die die Auswirkungen auf die Alterung des Materials denen der Bemessungstemperatur während der Lebensdauer entsprechen.

Wenn nichts anderes festgelegt ist, gelten die Anforderungen der Klasse OT3.

4.3.3 Erweiterte Betriebstemperatur beim Einschalten

Die Auslegung muss die Erwärmungen im Schrank berücksichtigen, um sicherzustellen, dass die Bauelemente ihre festgelegten Temperaturbemessungswerte nicht überschreiten. Es wird z. B. davon ausgegangen, dass die Lufttemperatur um die einzelnen Leiterplatten herum um etwa 15 °C steigt (diese Erwärmung hängt entscheidend von der Verlustleistung der Leiterplatte selbst und der Verlustleistung der in deren Nähe befindlichen Leiterplatten sowie von dem natürlichen oder erzwungenen Luftstrom usw. ab). Dies ist bei der Bemessung der bestückten Leiterplatte (PBA) zu berücksichtigen, insbesondere, wenn die Absicht besteht, einzelne bestückte Leiterplatten (PBA) horizontal oder vertikal nebeneinander zu stellen oder Baugruppenträger mit den bestückten Leiterplatten (PBA) übereinander anzuordnen.

^{N17)} Nationale Fußnote: Hier ist vermutlich die integrierte elektronische Einheit (z. B. Huckepackleiterplatte) gemeint.

Der Lieferant sollte die von der spezifischen Einbausituation auf dem Schienenfahrzeug herrührenden Anforderungen berücksichtigen (siehe [Anhang C](#)).

In einigen besonderen Fällen (z. B. Schrank: Effekt der Sonne, Abschaltung des zugehörigen Kühlsystems) wird eine zusätzliche Funktionsüberprüfung des eingeschalteten Betriebsmittels unter thermischen Kurzzeitbedingungen in entsprechend den Klassen ST1 oder ST2 der Tabelle 2 durchgeführt.

Tabelle 2 – Klassen der erweiterten Betriebstemperatur beim Einschalten

Klasse	Erweiterte Betriebstemperatur beim Einschalten (Dauer: 10 min)	Thermischer Prüfzyklus Siehe 13.4.5
ST0	Keine erweiterte Betriebstemperatur beim Einschalten	Prüfzyklus A
ST1	OTx + 15 °C	Prüfzyklus B
ST2	OTx + 15 °C	Prüfzyklus C

ANMERKUNG „OTx + 15 °C“ entspricht der Höchsttemperatur des Betriebstemperaturbereichs von „OTx“ in [Tabelle 1](#) + 15 °C und nur für „OTx“ mit „x“ = 1, 2, 3 oder 4.^{N18)}

Die Klassen ST1 und ST2 entsprechen nicht den Klassen OT5 und OT6.

Wenn nichts anderes festgelegt ist, gelten die Anforderungen der Klasse ST1.

4.3.4 Schnelle Temperaturänderungen

Besondere Betriebsbedingungen wie schnelle Temperaturänderungen während Tunnel-Durchfahrten von Zügen müssen berücksichtigt werden.

Die am Betriebsmittel vorkommende Temperaturänderung hängt von dessen Einbauort ab (siehe [Tabelle C.1](#); Orte 4, 5, 6, 7 sind besonders exponiert).

Die folgenden Klassen werden für Betriebsmittel definiert und definieren die Anforderungen, die die Betriebsmittel erfüllen müssen.

Tabelle 3 – Temperaturänderungsklassen

Klasse	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3
	Temperatur der kalten Luft um das Betriebsmittel herum	Temperatur der heißen Luft um das Betriebsmittel herum	Temperaturgradient °C/s
H1	Keine Anforderungen	Keine Anforderungen	Keine Anforderungen
H2	–25 °C	15 °C/95 % rel. Luftfeuchte	± 3
	10 °C	40 °C/60 % rel. Luftfeuchte	± 3

ANMERKUNG Klasse H2 berücksichtigt die Situation, dass ein Fahrzeug aus einer Umgebung mit niedriger Temperatur in einen Tunnel hineinfährt (von –25 °C auf 15 °C Umgebungstemperatur)^{N19)} oder aus einer Umgebung mit hoher Temperatur mit hoher relativer Luftfeuchte aus einem Tunnel herausfährt (von 10 °C auf 40 °C Umgebungstemperatur). In beiden Fällen entsteht Kondenswasser.

^{N18)} Nationale Fußnote: Die im englischen Text enthaltenen Klammern sind in der EN sinnfremd ergänzt worden, weshalb hier auf die korrekte Schreibweise der FprEN 50155:2017 zurückgegriffen wurde.

^{N19)} Nationale Fußnote: Für die Verständlichkeit im Deutschen ergänzt.

Die in [Tabelle 3](#), Klasse H2, aufgeführten Werte sind die ungünstigsten Werte, die normalerweise nicht regelmäßig das ganze Jahr über vorkommen. Beide Richtungen der schnellen Temperaturänderung sind zu berücksichtigen.

Klasse H2 kann nicht als eine allgemeine Spezifikation der Temperatur- und Feuchtigkeitsänderung für die Anforderungen an das Fahrzeug verwendet werden (kann aber z. B. für Betriebsmittel verwendet werden, die außerhalb des Wagenkastens angeordnet sind).

Wenn Klasse H2 festgelegt ist, muss die Dauer der Werte der Spalte 1 und Spalte 2 angegeben werden (typischer und ungünstigster Fall).

Ferner muss die Häufigkeit der schnellen Temperaturänderung festgelegt werden.

Wenn nichts anderes festgelegt ist, gelten die Anforderungen der Klasse H1.

4.3.5 Schwingen und Schocken

Das Betriebsmittel muss ohne Verschlechterung der Eigenschaften und ohne Fehlfunktionen Schwing- und Schockeinwirkungen, wie sie im Betrieb auftreten können, standhalten können.

Die Höhenlage der Schwing- und Schockbeanspruchungen, denen das Betriebsmittel im bestimmungsgemäßen Betrieb standhalten kann, muss festgelegt werden. Dies muss unter Verwendung der in [EN 61373](#) festgelegten Kategorien und Klassen erfolgen. Der Lieferant muss die zulässige Ausrichtung für den Einbau des Betriebsmittels in das Fahrzeug nach den Definitionen von [EN 61373](#) festlegen.

Wenn nichts anderes festgelegt ist, gelten die Anforderungen der [EN 61373](#), Kategorie 1, Klasse B.

4.3.6 Elektromagnetische Verträglichkeit

Alle elektronischen Betriebsmittel müssen [EN 50121-3-2](#) erfüllen.

4.3.7 Relative Luftfeuchte

Das elektronische Betriebsmittel muss für die in [EN 50125-1](#) beschriebenen Feuchtigkeitsbedingungen ausgelegt sein.

Die zu berücksichtigenden externen Luftfeuchtelevel und Zeiträume sind in [EN 50125-1](#) festgelegt.

ANMERKUNG Die anzuwendenden Temperaturklassen, die in Beziehung zu den psychometrischen Diagrammen in [EN 50125-1](#) stehen, sind die in [EN 50125-1:2014, Tabelle 2](#), definierten Lufttemperaturklassen.

Die Betriebsbedingung (z. B. der in [EN 50124-1](#) festgelegte Verschmutzungsgrad) muss berücksichtigt werden, um eine Fehlfunktion oder einen Ausfall wegen Kondensation zu vermeiden (siehe [Anhang C](#)).

4.4 Besondere Betriebsbedingungen

4.4.1 Allgemeines

Besondere Anordnungen müssen zwischen den Beteiligten vereinbart werden, wenn die Betriebsbedingungen von den in [4.3](#) angegebenen abweichen (z. B. an Fahrwerken montierte oder in einen Leistungsumrichter eingebaute elektronische Betriebsmittel usw.). Die Überprüfung der Funktionalität solcher Anordnungen kann, wenn erforderlich, mit optionalen Typprüfungen erfolgen, die nach zwischen den Beteiligten zu vereinbarenden Verfahren direkt am Fahrzeug durchgeführt werden können.

4.4.2 Atmosphärische Schadstoffe

Es ist zu erwarten, dass das Betriebsmittel während seiner Lebensdauer den verschiedensten Schadstoffen (z. B. Ölnebel, Salzsprühnebel, leitfähiger Staub, Schwefeldioxid) ausgesetzt wird. Die Schadstoffarten, die Schadstoffkonzentration, die Prüfverfahren und die Prüfspezifikationen sollten in den Ausschreibungsunterlagen definiert werden.

5 Elektrische Betriebsbedingungen

5.1 Spannungsversorgung^{N20)}

5.1.1 Versorgung mit Gleichspannung

5.1.1.1 Allgemeines

Die Nennspannung (U_n) des Betriebsmittels muss aus den folgenden Werten ausgewählt werden:

24 V, 28 V, 36 V, 48 V, 72 V, 96 V, 110 V.

Die empfohlenen Werte sind: 24 V, 72 V, 110 V.

Diese Nennspannungswerte werden nur als Normwerte für die Auslegung des Betriebsmittels angegeben. Sie sollten nicht als die Batterieerlaufspannungen angesehen werden, da diese in Abhängigkeit von dem Batterietyp, der Zellenzahl und den Betriebsbedingungen festgelegt werden.

Die Versorgung kann aus einer Fahrzeugbatterie erfolgen. Die Batterie kann mit Batterieladegeräten, Hilfsbetriebe-Wechselrichtern sowie Gleichstrom-Wechselstrom-Umformern oder Motorgeneratoren mit elektronischer Regelung geladen werden.

Die Gruppierung von Nennspannungsbereichen der Spannungsversorgung ist zulässig für Betriebsmittel, die für einen breiten Eingangsspannungsbereich ausgelegt sind.

In diesem Fall gilt das Prinzip (für die Prüfung des Betriebsverhaltens und für die Typprüfung der Spannungsversorgung), die strengsten Werte in dem Spannungsbereich^{N21)} zu berücksichtigen; dies bedeutet, dass die kleinste Dauerspannung $0,7 U_n$ der niedrigsten Nennspannung betragen muss und dass die höchste Dauerspannung $1,25 U_n$ der höchsten Nennspannung betragen muss (ein Betriebsmittel kann z. B. so ausgelegt sein, dass es mit den Nennspannungen von 24 V bis 48 V kompatibel ist, die zu berücksichtigende kleinste Dauerspannung beträgt $0,7 U_n \times 24 \text{ V}$ und die zu berücksichtigende höchste Dauerspannung beträgt $1,25 U_n \times 48 \text{ V}$). Siehe [Bild 2](#) für ein weiteres Beispiel eines „Bereichs der Versorgungs-Gleichspannung“.

Für die thermische Kompatibilität und die EMV-Prüfungen müssen die strengsten Werte in dem Spannungsbereich berücksichtigt werden.

Für die Prüfungen der Schwankungen der Versorgungs-Gleichspannung müssen die strengsten Werte in dem Spannungsbereich berücksichtigt werden (siehe [Bild 3](#) für ein weiteres Beispiel von „Anforderungen an die Spannungsschwankung der Gleichspannungsversorgung“).

Für die Unterbrechung des Versorgungsstroms muss das Betriebsmittel für die kleinste Nennversorgungsspannung validiert werden, für die es ausgelegt ist (z. B. muss für Betriebsmittel, die für kleinste

^{N20)} Nationale Fußnote: Hier ist mit „power supply“ die Versorgung des elektronischen Betriebsmittels mit elektrischer Spannung gemeint.

^{N21)} Nationale Fußnote: Zur Erläuterung wird darauf hingewiesen, dass es sich um den Spannungsbereich einer oder mehrerer Nennspannungen handeln kann.

Versorgungsspannungen von 24 V, 48 V, 72 V oder 110 V ausgelegt sind, die Konformitätsprüfung der Unterbrechung des Versorgungsstroms bei 24 V durchgeführt werden).

Die Gruppierung gilt nicht für Schwingungs- und Schockprüfungen.

Alle Anforderungen hinsichtlich der Spannungsversorgung (eventuell mit Ausnahme von 5.1.1.4 und 5.1.3) gelten für alle Ein-/Ausgangskanäle bezogen^{N22)} auf das Potenzial der Stromversorgung.

5.1.1.2 Bereich der Versorgungs-Gleichspannung

Elektronische Betriebsmittel müssen bei allen Spannungswerten der Gleichstromversorgung, die an den Anschlussklemmen der Betriebsmittel gemessen werden, innerhalb des in Tabelle 4 definierten Bereichs zufriedenstellend arbeiten, siehe auch Bild 2.

Bei einer Schwankung der Versorgungsspannung von Null bis zum Höchstwert (z. B. Eingriff eines Leistungsschalters) darf das Betriebsmittel weder ausfallen noch einen Ausfall der übrigen Betriebsmittel verursachen. Das Betriebsmittel muss im normalen Betriebsmodus wieder anlaufen, wenn die Versorgungsspannung sich in dem Bereich der Dauerspannung befindet.

Tabelle 4 – Bereich der Dauerspannung

Nennspannung U_n	Grenzwerte
Niedrigste Dauerspannung	$0,7 U_n$
Höchste Dauerspannung	$1,25 U_n$

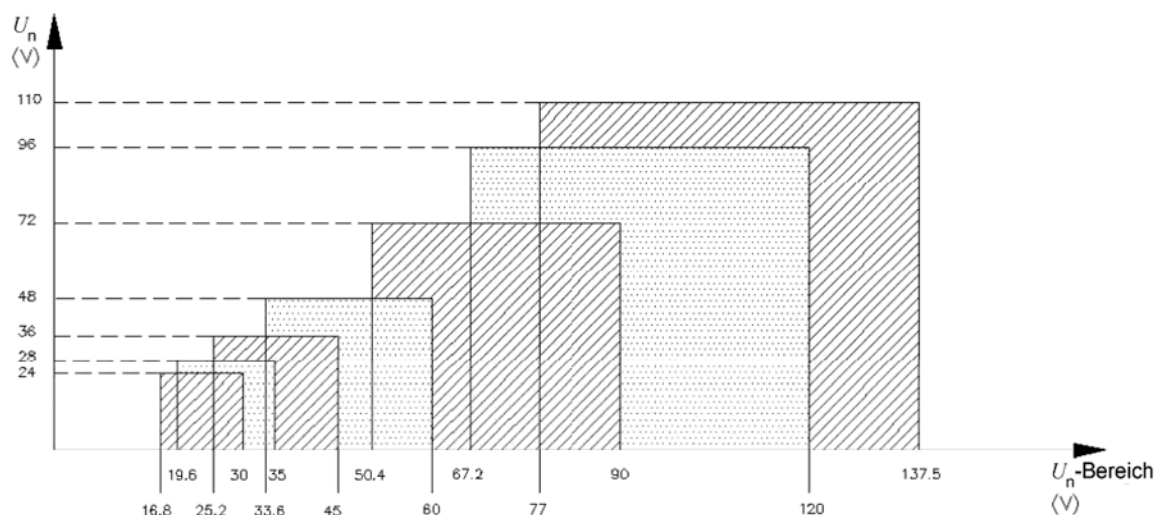


Bild 2 – Bereiche von Versorgungs-Gleichspannungen

Es ist erlaubt, verschiedene Versorgungs-Gleichspannungen^{N23)} zu gruppieren.

^{N22)} Nationale Fußnote: Bezugspunkt ist üblicherweise der Minuspol der Stromversorgung.

^{N23)} Nationale Fußnote: Gemeint ist die Gruppierung der Spannungsbereiche.

5.1.1.3 Temporäre Schwankung der Versorgungs-Gleichspannung

Elektronische Betriebsmittel müssen bei den Werten der Versorgungs-Gleichspannung, die an den Anschlussklemmen der Betriebsmittel gemessen werden, innerhalb des in Tabelle 5 definierten Schwankungsbereiches arbeiten, siehe auch Bild 3.

Tabelle 5 – Bereiche der Spannungsschwankungen

Nennspannung U_n ^{N24)}	Grenzwerte
Niedrigste Spannung	$0,6 U_n$
Höchste Spannung	$1,4 U_n$

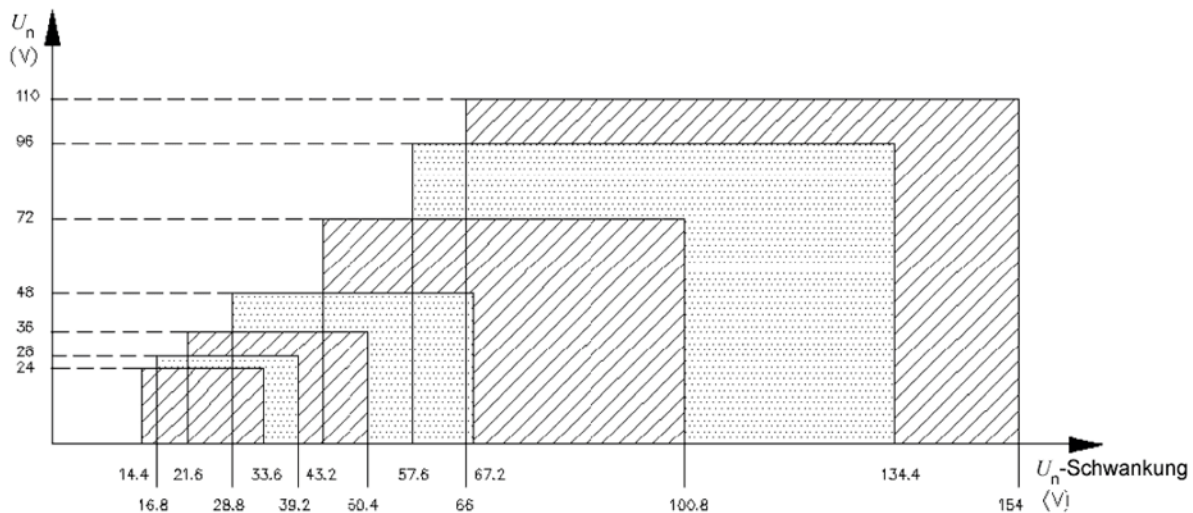


Bild 3 – Anforderungen an die temporäre Schwankung der Versorgungs-Gleichspannung

Spannungsschwankungen können entweder positiv (Überspannung) oder negativ (Einbrüche) sein.

Zeitweilige Versorgungsüberspannungen, die zwischen U_n und $1,4 U_n$ liegen und nicht länger als 0,1 s andauern, dürfen keine Abweichung der Funktion verursachen (Bewertungskriterium A).

Zeitweilige Versorgungsüberspannungen, die zwischen $1,25 U_n$ und $1,4 U_n$ liegen und nicht länger als 1 s andauern, müssen Bewertungskriterium B erfüllen.

Zeitweilige Spannungseinbrüche, die zwischen U_n und $0,6 U_n$ liegen und nicht länger als 0,1 s andauern, dürfen keine Abweichung der Funktion verursachen (Bewertungskriterium A).

Von zeitweiligen Versorgungsüberspannungen muss angenommen werden, dass sie in Bezug auf das Rückleiterpotenzial der Spannungsversorgung des Steuerungssystems erzeugt werden und sich nur als eine Pegelerhöhung der Steuerungssystem-Spannung erweisen, wobei für diese anzunehmen ist, dass sie vor und nach dem Anlegen der Überspannung vorhanden ist. Überspannungen mit entgegengesetzter Polarität zur Spannungsversorgung des Steuerungssystems brauchen nicht berücksichtigt zu werden.

Von Überspannungen, die die festgelegte Spannungsschwankung in Bezug auf Dauer oder Amplitude überschreiten, muss angenommen werden, dass sie nur bei einem Ausfall in der Spannungsversorgung des Steuerungssystems auftreten.

^{N24)} Nationale Fußnote: Der Begriff Nennspannung als Spaltenüberschrift ist irreführend. Gemeint ist der Absolutwert der Versorgungsspannung.