

	DIN IEC 60079-11 (VDE 0170-7)	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 29.260.20 Einsprüche bis 2008-06-30 Vorgesehen als Ersatz für DIN EN 60079-11 (VDE 0170-7):2007-08 Entwurf Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 11: Geräteschutz durch Eigensicherheit „i“ (IEC 31G/184/CD:2007) Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety "i" (IEC 31G/184/CD:2007) Atmosphères explosives – Partie 11: Protection de l'équipement par sécurité intrinsèque "i" (CEI 31G/184/CD:2007) Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2008-04-21 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten – vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main. Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen. Gesamtumfang 269 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 31G/184/CD:2007 „Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety "i" (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 31G „Intrinsically-safe apparatus“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 241 „Schlagwetter- und explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ mit den Daten zu dieser Publikation angegebenen Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60079-11 (VDE 0170-7):2007-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Zusammenführung der Anforderungen an brennbare Staubatmosphären von IEC 61241-11;
- b) Zusammenführung der Geräteanforderungen für FISCO von IEC 60079-27;
- c) Klärung der Anforderungen an nicht näher spezifizierte Betriebsmittel, die an eigensichere Betriebsmittel angeschlossen werden, wie z. B. Ladegeräte oder Datenaufzeichnungsgeräte;
- d) Aufnahme einer Prüfung der Belastung mit einem genormten Staub;
- e) Aufnahme des informativen Anhangs H – Zündungsprüfung komplexer Stromkreise.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60079-0:2007	–	–
EN 60079-7:2007	IEC 60079-7:2006	DIN EN 60079-7 (VDE 0170/0171-6):2007-08	VDE 0170/0171-6
EN 60079-25:2004	IEC 60079-25:2003	DIN EN 60079-25 (VDE 0170/0171-10-1):2004-09	VDE 0170/0171-10-1
EN 60079-25:2004, Corr.: 2006-04	IEC 60079-25:2003	DIN EN 60079-25 Ber 1 (VDE 0170/0171-10-1 Ber 1): 2006-09	VDE 0170/0171-10-1 Ber 1
EN 60079-27:2006	IEC 60079-27:2005	DIN EN 60079-27 (VDE 0170-27):2006-09	VDE 0170-27
EN 60085:2004	IEC 60085:2004	DIN IEC 60085 (VDE 0301-1):2005-05	VDE 0301-1
EN 60112:2003	IEC 60112:2003	DIN EN 60112 (VDE 0303-11):2003-11	VDE 0303-11
–	–	DIN EN 60112 Ber 2 (VDE 0303-11 Ber 2):2004-02	VDE 0303-11 Ber 2
Reihe EN 60127	IEC 60127 (alle Teile)	Normen der Reihe DIN EN 60127 (VDE 0820)	Reihe VDE 0820
EN 60317-3:1994	IEC 60317-3:1990	DIN EN 60317-3:1995-11	–
EN 60317-7:1994	IEC 60317-7:1990	DIN EN 60317-7:1995-11	–
EN 60317-7/A1:1997	IEC 60317-7/A1:1997	DIN EN 60317-7/A1:1997-10	–
EN 60317-8:1994	IEC 60317-8:1990	DIN EN 60317-8:1995-11	–
EN 60317-8/A1:1997	IEC 60317-8/A1:1997	DIN EN 60317-8/A1:1997-10	–
EN 60317-13:1994	IEC 60317-13:1990	DIN EN 60317-13:1995-11	–
EN 60317-13/A1:1997	IEC 60317-13/A1:1997	DIN EN 60317-13/A1:1997-10	–
EN 60529:1991 + A1:2000	IEC 60529:1989 + A1:1999	DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2000-09	VDE 0470-1

— Entwurf —

E DIN IEC 60079-11 (VDE 0170-7):2008-04

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60664-1:2007	IEC 60664-1:2007	DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1):2008-01	VDE 0100-1
–	IEC TR 60664-2-2:2002	DIN EN 60664-1 Bbl 3 (VDE 0110-1 Bbl 3):2003-11	VDE 0110-1 Bbl 3
EN 60664-3:2003	IEC 60664-3:2003	DIN EN 60664-3 (VDE 0110-3):2003-09	VDE 0110-3
EN 61086-1:2004	IEC 61086-1:2004	DIN EN 61086-1 (VDE 0361-1):2004-12	VDE 0361-1
EN 61158-2:2004	IEC 61158-2:2003 + Corr.:2004	DIN EN 61158-2:2005-05	–
–	ANSI/UL 248-1	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60079-7 (VDE 0170/0171-6), *Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche – Teil 7: Erhöhte Sicherheit „e“*.

DIN EN 60079-25 (VDE 0170/0171-10-1), *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 25: Eigensichere Systeme*.

DIN EN 60079-25 Ber. 1 (VDE 0170/0171-10-1 Ber. 1), *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 25: Eigensichere Systeme (IEC 60079-25:2003); Deutsche Fassung EN 60079-25:2004 Berichtigungen zu DIN EN 60079-25 (VDE 0170/0171-10-1):2004-09; CENELEC-Corrigendum April 2006 zu EN 60079-25:2004*.

DIN EN 60079-27 (VDE 0170-27), *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 27: Konzept für eigensichere Feldbussysteme (FISCO) und Konzept für nichtzündfähige Feldbussysteme (FNICO)*.

DIN EN 60112 (VDE 0303-11):2003-11, *Verfahren zur Bestimmung der Prüfwahl und der Vergleichszahl der Kriechwegbildung von festen, isolierenden Werkstoffen (IEC 60112:2003); Deutsche Fassung EN 60112:2003*.

DIN EN 60112 Berichtigung 2 (VDE 0303-11 Berichtigung 2):2004-02, *Berichtigungen zu DIN EN 60112 (VDE 0303-11):2003-11*.

DIN EN 60127 (Reihe), *Geräteschutzsicherungen*.

DIN EN 60317-3, *Technische Lieferbedingungen für bestimmte Typen von Wickeldrähten – Teil 3: Runddrähte aus Kupfer, lackisoliert mit Polyester, Klasse 155*.

DIN EN 60317-7, *Technische Lieferbedingungen für bestimmte Typen von Wickeldrähten – Teil 7: Runddrähte aus Kupfer, lackisoliert mit Polyimid, Klasse 220*.

DIN EN 60317-7/A1, *Technische Lieferbedingungen für bestimmte Typen von Wickeldrähten – Teil 7: Runddrähte aus Kupfer, lackisoliert mit Polyimid, Klasse 220*.

DIN EN 60317-8, *Technische Lieferbedingungen für bestimmte Typen von Wickeldrähten – Teil 8: Runddrähte aus Kupfer, lackisoliert mit Polyesterimid, Klasse 180*.

DIN EN 60317-8/A1, *Technische Lieferbedingungen für bestimmte Typen von Wickeldrähten – Teil 8: Runddrähte aus Kupfer, lackisoliert mit Polyesterimid, Klasse 180.*

DIN EN 60317-13, *Technische Lieferbedingungen für bestimmte Typen von Wickeldrähten – Teil 13: Runddrähte aus Kupfer, lackisoliert mit Polyester oder Polyesterimid und darüber mit Polyamidimid, Klasse 200.*

DIN EN 60317-13/A1, *Technische Lieferbedingungen für bestimmte Typen von Wickeldrähten – Teil 13: Runddrähte aus Kupfer, lackisoliert mit Polyester oder Polyesterimid und darüber mit Polyamidimid, Klasse 200.*

DIN EN 60529 (VDE 0470-1), *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code).*

DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1):2008-01, *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen (IEC 60664-1:2007); Deutsche Fassung EN 60664-1:2007.*

DIN EN 60664-1 Beiblatt 3 (VDE 0110-1 Beiblatt 3), *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Beiblatt 3: Berücksichtigung von Schnittstellen – Anwendungsleitfaden (IEC TR 60664-2-2:2002).*

DIN EN 60664-3 (VDE 0110-3):2003-09, *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 3: Anwendung von Beschichtungen, Eingießen oder Vergießen zum Schutz gegen Verschmutzung (IEC 60664-3:2003); Deutsche Fassung EN 60664-3:2003.*

DIN EN 61086-1 (VDE 0361-1), *Beschichtungen für bestückte Leiterplatten (conformal coatings) – Teil 1: Begriffe, Einteilung und allgemeine Anforderungen.*

DIN EN 61158-2, *Digitale Datenkommunikation in der Leittechnik – Feldbus für industrielle Leitsysteme – Teil 2: Spezifikation der Bitübertragungsschicht (Physical Layer).*

DIN IEC 60085 (VDE 0301-1), *Elektrische Isolierung – Thermische Klassifizierung.*

Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 11: Geräteschutz durch Eigensicherheit „i“

Inhalt

	Seite
Vorwort	6
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	16
3 Begriffe	16
3.1 Allgemeines	16
4 Einteilung der eigensicheren Betriebsmittel und zugehörigen Betriebsmittel in Gruppen und Klassen	21
5 Konformitätsanforderungen an die Schutzniveaus und die Zündung von elektrischen Betriebsmitteln	21
5.1 Allgemeines	21
5.2 Schutzniveau „ia“	22
5.3 Schutzniveau „ib“	22
5.4 Schutzniveau „ic“	22
5.5 Vermeidung der Funkenzündung	23
5.6 Vermeidung der thermischen Zündung	23
5.7 Einfache elektrische Betriebsmittel	27
6 Ausführung von elektrischen Betriebsmitteln	28
6.1 Gehäuse	28
6.2 Anschlussteile für äußere Stromkreise	29
6.3 Trennabstände	34
6.4 Erdleiter, Erdverbindungen und Erdanschlussklemmen	44
6.5 Vergusskapselung	45
7 Bauelemente, von denen die Eigensicherheit abhängt	46
7.1 Bemessung von Bauelementen	46
7.2 Steckverbinder für innere Verbindungen, Steckkarten und Einsteckbauteile	47
7.3 Schmelzsicherungen	47
7.4 Primär- und Sekundärzellen und -batterien	48
7.5 Halbleiterbauelemente	51
7.6 Ausfall von Bauteilen, Verbindungen und Trennabständen	52
7.7 Piezoelektrische Bauelemente	53
7.8 Elektrochemische Zellen für den Nachweis von Gasen	53
8 Nichtstöranfällige Bauteile, nichtstöranfällige Baugruppen und nichtstöranfällige Verbindungen, von denen die Eigensicherheit abhängt	53
8.1 Netztransformatoren	53
8.2 Transformatoren außer Netztransformatoren	55
8.3 Nichtstöranfällige Wicklungen	56

	Seite
8.4 Strombegrenzende Widerstände.....	57
8.5 Sperrkondensatoren.....	57
8.6 Sicherheitsshuntbaugruppen.....	58
8.7 Verdrahtung, Leiterbahnen auf Leiterplatten und Verbindungen	59
8.8 Galvanisch trennende Bauteile	60
9 Ergänzende Anforderungen an spezielle elektrische Betriebsmittel.....	61
9.1 Sicherheitsbarrieren mit Dioden.....	61
9.2 Elektrische Betriebsmittel nach FISCO	62
10 Typprüfungen	62
10.1 Funkenprüfung	62
10.2 Temperaturprüfungen.....	67
10.3 Prüfungen der Durchschlagfestigkeit	67
10.4 Bestimmung der Parameter nicht genau festgelegter Bauteile.....	68
10.5 Prüfungen an Zellen und Batterien.....	68
10.6 Mechanische Prüfungen.....	70
10.7 Prüfungen elektrischer Betriebsmittel, die piezoelektrische Bauteile enthalten.....	70
10.8 Typprüfungen für Sicherheitsbarrieren mit Dioden und für Sicherheitsshunts.....	71
10.9 Kabelzugprüfung	71
10.10 Prüfungen von Transformatoren.....	71
10.11 Prüfung der Belastung mit einem genormten Staub	72
11 Stückprüfungen	72
11.1 Stückprüfungen für Sicherheitsbarrieren mit Dioden	72
11.2 Stückprüfungen für nichtstöranfällige Transformatoren	72
12 Kennzeichnung.....	73
12.1 Allgemeines	73
12.2 Kennzeichnung von Anschlussteilen.....	74
12.3 Warnkennzeichnungen.....	74
12.4 Kennzeichnungsbeispiele.....	75
13 Dokumentation	76
Anhang A (normativ) Beurteilung von eigensicheren Stromkreisen.....	77
Anhang B (normativ) Funkenprüfgerät für eigensichere Stromkreise	103
Anhang C (informativ) Messen der Kriechstrecken, Luftstrecken und der Trennabstände im Verguss und durch feste Isolierung.....	111
Anhang D (informativ) Vergusskapselung	114
Anhang E (informativ) Prüfung der Übergangsenergie	118
Anhang F (normativ) Alternative Trennabstände für bestückte Leiterplatten und Trennbauteile.....	120
Anhang G (normativ) Konzept für eigensichere Feldbussysteme (FISCO) – Betriebsmittelanforderungen	124
Anhang H (informativ) Zündungsprüfung komplexer Stromkreise	130
Literaturhinweise.....	133

Bild 1 – Trennung von eigensicheren und nichteigensicheren Anschlussklemmen	32
Bild 2 – Beispiel für die Trennung von leitfähigen Teilen	37
Bild 3 – Bestimmung von Kriechstrecken	40
Bild 4 – Kriech- und Luftstrecken auf Leiterplatten	41
Bild 5 – Beispiele für unabhängige und nicht unabhängige Verbindungselemente.....	45
Bild 6 – Nichtstöranfällige Lötverbindung eines oberflächenmontierten Bauelementes nach 8.7 c) 3).....	60
Bild A.1 – Ohmsche Stromkreise	80
Bild A.2 – Kapazitive Stromkreise der Gruppe I.....	81
Bild A.3 – Kapazitive Stromkreise der Gruppe II.....	82
Bild A.4 – Induktive Stromkreise der Gruppe II.....	83
Bild A.5 – Induktive Stromkreise der Gruppe I.....	84
Bild A.6 – Induktive Stromkreise der Gruppe IIC	85
Bild A.7 – Einfacher induktiver Stromkreis.....	86
Bild A.8 – Einfacher kapazitiver Stromkreis	86
Bild A.9 – Äquivalente Kapazität.....	102
Bild B.1 – Funkenprüfgerät für eigensichere Stromkreise	107
Bild B.2 – Cadmium-Kontaktscheibe	108
Bild B.3 – Drahthalter	108
Bild B.4 – Beispiel für die praktische Ausführung eines Funkenprüfgerätes	109
Bild B.5 – Schaltbild zum Schmelzen von Wolframdrähten.....	110
Bild C.1 – Messung der Luftstrecke	111
Bild C.2 – Messung zusammengesetzter Abstände	111
Bild C.3 – Messung der Kriechstrecke.....	113
Bild C.4 – Messung von zusammengesetzten Kriechstrecken.....	113
Bild D.1 a) – Kein Gehäuse.....	115
Bild D.1 b) – Vollständiges Gehäuse	115
Bild D.1 c) – Offenes Gehäuse	115
Bild D.1 d) – Gehäuse mit Deckel.....	115
Bild D.1 – Beispiele vergossener Baugruppen, die mit 6.3.4 und 6.5 übereinstimmen.....	115
Bild D.2 a) – Mechanisch	116
Bild D.2 b) – Temperatur	116
Bild D.2 c) – Trennung von Stromkreisen.....	116
Bild D.2 d) – Schutz von Schmelzsicherungen in einem eigensicheren Stromkreis	116
Bild D.2 e) – Ausschluss von Gas.....	117
Bild D.2 – Anwendungsfälle der Vergusskapselung ohne Gehäuse	117
Bild E.1 – Beispiel eines Prüfstromkreises	119
Bild E.2 – Beispiel einer Ausgangswellenform.....	119
Bild G.1 – Typisches System	129

	Seite
Tabelle 1 – Ausschluss bestimmter Abschnitte von IEC 60079-0	11
Tabelle 2 – Einteilung der Kupferverdrahtung in Temperaturklassen (bei einer maximalen Umgebungstemperatur von 40 °C).....	24
Tabelle 3 – Einteilung der Leiterbahnen auf Leiterplatten in Temperaturklassen (bei einer maximalen Umgebungstemperatur von 40 °C)	26
Tabelle 4 – Zulässige Leistungsabgabe innerhalb eines Bauelements	27
Tabelle X – Anforderungen an die Gehäuse von Betriebsmitteln der Gruppe III	29
Tabelle 5 – Luft- und Kriechstrecken und Trennabstände.....	36
Tabelle 6 – Mindestfoliendicke oder Mindestdrahtdurchmesser des Schirmes in Abhängigkeit vom Bemessungsstrom der Schmelzsicherung	54
Tabelle 7 – Zusammensetzung explosionsfähiger Prüfgemische, die für den Sicherheitsfaktor 1,0 angemessen sind	64
Tabelle 8 – Zusammensetzung explosionsfähiger Prüfgemische, die für den Sicherheitsfaktor 1,5 angemessen sind	64
Tabelle 10 – Prüfspannungen für die Stückprüfung von nichtstöranfälligen Transformatoren	73
Tabelle 11 – Text von Warnkennzeichnungen	75
Tabelle A.1 – Zulässiger Kurzschlussstrom entsprechend der Spannung und der Gerätegruppe	87
Tabelle A.2 – Zulässige Kapazität entsprechend der Spannung und der Gerätegruppe.....	93
Tabelle A.3 – Zulässige Verringerung der wirksamen Kapazität bei Schutz durch einen Reihenwiderstand	102
Tabelle F.1 – Luft- und Kriechstrecken und Trennabstände für die Schutzniveaus „ia“ und „ib“, wenn Schutzart und besondere Anforderungen an Werkstoff und Installation erfüllt sind	122
Tabelle F.2 – Luft- und Kriechstrecken und Trennabstände für das Schutzniveau „ic“, wenn sie durch ein Gehäuse oder besondere Installationsbedingungen gegen Verschmutzung geschützt sind.....	123
Tabelle G.1 – Beurteilung des maximalen Ausgangsstroms bei FISCO-Stromversorgungsgeräten der Schutzniveaus „ia“ und „ib“ mit rechteckiger Kurvenform.....	125
Tabelle G.2 – Beurteilung des maximalen Ausgangsstroms bei FISCO-Stromversorgungsgeräten des Schutzniveaus „ic“ mit rechteckiger Kurvenform	125
Tabelle H.1 – Für einen Sicherheitsfaktor von 2,5 geeignete Zusammensetzungen von explosionsfähigen Prüfgemischen.....	131
Tabelle H.2 – Für einen Sicherheitsfaktor von 2,0 geeignete Zusammensetzungen von explosionsfähigen Prüfgemischen.....	132
Tabelle H.3 – Für einen Sicherheitsfaktor von 1,5 geeignete Zusammensetzungen von explosionsfähigen Prüfgemischen.....	132

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60079 legt die Bestimmungen für die Konstruktion und Prüfung eigensicherer Betriebsmittel, die für die Verwendung in explosionsfähigen Atmosphären bestimmt sind, sowie für zugehörige Betriebsmittel fest, die für den Anschluss an eigensichere Stromkreise, die in solche Atmosphären hineinführen, vorgesehen sind.

Diese Zündschutzart gilt für elektrische Betriebsmittel, in denen die elektrischen Stromkreise selbst keine Zündung einer umgebenden explosionsfähigen Atmosphäre hervorrufen können.

Die vorliegende Norm gilt auch für elektrische Betriebsmittel oder Teile elektrischer Betriebsmittel, die sich außerhalb der explosionsfähigen Atmosphäre befinden oder durch eine andere Zündschutzart nach IEC 60079-0 geschützt sind, sofern die Eigensicherheit der elektrischen Stromkreise in der explosionsfähigen Atmosphäre von der Auslegung und der Bauart dieser elektrischen Betriebsmittel oder von Teilen dieser Betriebsmittel abhängen kann. Die der explosionsfähigen Atmosphäre ausgesetzten elektrischen Stromkreise werden hinsichtlich der Einsetzbarkeit in einer solchen Atmosphäre nach dieser Norm beurteilt.

Die Anforderungen an eigensichere Systeme sind IEC 60079-25 zu entnehmen.

Die vorliegende Norm ergänzt und modifiziert die allgemeinen Anforderungen von IEC 60079-0 mit Ausnahme derjenigen, die in Tabelle 1 aufgeführt sind. Steht eine Anforderung der vorliegenden Norm in Widerspruch zu einer Anforderung von IEC 60079-0, haben die Anforderungen der vorliegenden Norm Vorrang.

Wenn sich zugehörige Betriebsmittel in einer explosionsfähigen Atmosphäre befinden, müssen diese durch eine der in der IEC 60079-0 genannten geeigneten Zündschutzarten geschützt werden, und dann sind die Anforderungen dieser Zündschutzart in Verbindung mit den maßgeblichen Teilen der IEC 60079-0 ebenfalls auf die zugehörigen Betriebsmittel anzuwenden.

Tabelle 1 – Ausschluss bestimmter Abschnitte von IEC 60079-0

Abschnitt von IEC 60079-0		Eigensichere Betriebsmittel						Zugehörige Betriebsmittel
		Gruppe I und Gruppe II			Gruppe III			
		ia	ib	ic	ia	ib	ic	
4	Einteilung der Betriebsmittel in Gruppen und Klassen	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
4.1	Gruppe I	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Gilt
4.2	Gruppe II	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Gilt
4.3	Gruppe III	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
4.4	Betriebsmittel für eine bestimmte explosionsfähige Atmosphäre	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
5.1	Umwelteinflüsse	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
5.1.1	Umgebungstemperatur	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
5.1.2	Externe Wärme- oder Kältequelle	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
5.2	Betriebstemperatur	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
5.3.1	Bestimmung der maximalen Oberflächentemperatur	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
5.3.2.1	Elektrische Betriebsmittel der Gruppe I	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
5.3.2.2	Elektrische Betriebsmittel der Gruppe II	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
5.3.2.3	Elektrische Betriebsmittel der Gruppe III	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
5.3.3	Temperatur kleiner Bauteile für elektrische Betriebsmittel der Gruppen I und II	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
6.1	Allgemeines	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
6.2	Mechanische Festigkeit	Gilt nur für Anhang F	Gilt nur für Anhang F	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
6.3	Öffnungszeiten	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
6.4	Fließende Ströme	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
6.5	Dichtungsbefestigung (nur 'ic', Gruppe III und Anhang F)	Gilt nur für Anhang F	Gilt nur für Anhang F	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
6.6	Betriebsmittel mit elektromagnetischer Strahlung und Ultraschall	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Abschnitt von IEC 60079-0		Eigensichere Betriebsmittel						Zugehörige Betriebsmittel
		Gruppe I und Gruppe II			Gruppe III			
		ia	ib	ic	ia	ib	ic	
7.1.1	Anwendbarkeit	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
7.1.2	Werkstoffspezifikation	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
7.1.3	Plastische Kunststoffe (nur ,ic', Gruppe III und Anhang F)	Gilt nur für Anhang F	Gilt nur für Anhang F	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
7.1.4	Elastomere Kunststoffe (nur ,ic', Gruppe III und Anhang F)	Gilt nur für Anhang F	Gilt nur für Anhang F	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
7.2	Wärmebeständigkeit (nur ,ic', Gruppe III und Anhang F)	Gilt nur für Anhang F	Gilt nur für Anhang F	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
7.3	Lichtechtheit (nur ,ic', Gruppe III und Anhang F)	Gilt nur für Anhang F	Gilt nur für Anhang F	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
7.4	Elektrostatische Aufladungen von außen liegenden nichtmetallischen Gehäusewerkstoffen	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
7.5	Gewindebohrungen	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
8.1	Werkstoffzusammensetzung	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
8.2	Gewindebohrungen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
9	Verschlüsse	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
10	Verriegelungen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
11	Durchführungen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
12	Werkstoffe zum Verkleben (nur ,ic' und Gruppe III)	Gilt nur für Anhang F	Gilt nur für Anhang F	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
13	Ex-Bauteile	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
14	Anschlusssteile und Anschlussräume	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
15	Anschlusssteile für Erdungs- und Potentialausgleichsleiter	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
16	Einführungen in Gehäuse	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Abschnitt von IEC 60079-0		Eigensichere Betriebsmittel						Zugehörige Betriebsmittel
		Gruppe I und Gruppe II			Gruppe III			
		ia	ib	ic	ia	ib	ic	
17	Ergänzende Anforderungen an drehende elektrische Maschinen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
18	Ergänzende Anforderungen an Schaltgeräte	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
19	Ergänzende Anforderungen an Sicherungen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
20	Ergänzenden Anforderungen an Steckverbindungen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
21	Ergänzende Anforderungen an Leuchten	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
22	Ergänzende Anforderungen an Kopfleuchten und Handleuchten	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
23.1	Allgemeines	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
23.2	Batterien	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
23.3	Zellentypen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
23.4	Zellen in einer Batterie	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
23.5	Nennwerte von Batterien	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
23.6	Auswechselbarkeit	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
23.7	Laden von Primärbatterien	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
23.8	Auslaufen	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
23.9	Verbindungen	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
23.10	Ausrichtung	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
23.12	Austausch von Zellen oder Batterien	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
24	Dokumentation	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
25	Übereinstimmung des Prototyps oder des Musters mit den Dokumenten	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
26.1	Allgemeines	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
26.2	Prüfkonfiguration	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
26.3	Prüfungen in explosionsfähigen Prüfgemischen	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
26.4	Prüfungen von Gehäusen	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Abschnitt von IEC 60079-0		Eigensichere Betriebsmittel						Zugehörige Betriebsmittel
		Gruppe I und Gruppe II			Gruppe III			
		ia	ib	ic	ia	ib	ic	
26.4.1	Reihenfolge der Prüfungen	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
26.4.1.1	Metallische Gehäuse, metallische Gehäusebauteile und Gehäusebauteile aus Glas	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
26.4.1.2.1	Elektrische Betriebsmittel der Gruppe I	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
26.4.1.2.2	Elektrische Betriebsmittel der Gruppen II und III (nur ,ic', Gruppe III und Anhang F)	Gilt nur für Anhang F	Gilt nur für Anhang F	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
26.4.2	Schlagfestigkeit (nur ,ic', Gruppe III und Anhang F)	Gilt nur für Anhang F	Gilt nur für Anhang F	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
26.4.3	Fallprüfung	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
26.4.4	Abnahmebedingungen	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
26.4.5	Schutzarten der Gehäuse	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
26.5	Thermische Prüfungen	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
26.5.1	Temperaturmessungen	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
26.5.2	Thermische Schockprüfung	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
26.5.3	Zündungsprüfung an kleinen Bauteilen (der Gruppen I und II)	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
26.6	Prüfung von Durchführungen auf Verdrehen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
26.7	Nichtmetallische Gehäuse und nichtmetallische Gehäusebauteile (nur ,ic', Gruppe III und Anhang F)	Gilt nur für Anhang F	Gilt nur für Anhang F	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
26.8	Wärmebeständigkeit (nur ,ic', Gruppe III und Anhang F)	Gilt nur für Anhang F	Gilt nur für Anhang F	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
26.9	Kältebeständigkeit (nur ,ic', Gruppe III und Anhang F)	Gilt nur für Anhang F	Gilt nur für Anhang F	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
26.10	Lichtechtheit (nur ,ic', Gruppe III und Anhang F)	Gilt nur für Anhang F	Gilt nur für Anhang F	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Abschnitt von IEC 60079-0		Eigensichere Betriebsmittel						Zugehörige Betriebsmittel
		Gruppe I und Gruppe II			Gruppe III			
		ia	ib	ic	ia	ib	ic	
26.11	Beständigkeit elektrischer Betriebsmittel der Gruppe I gegen chemische Stoffe (nur Anhang F)	Gilt nur für Gruppe I, Anhang F	Gilt nur für Gruppe I, Anhang F	Gilt nur für Gruppe I, Anhang F	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
26.12	Erdverbindung	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
26.13	Prüfung des Oberflächenwiderstandes von Gehäusebauteilen aus nichtmetallischen Werkstoffen	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
26.14	Ladungsprüfungen	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
26.15	Kapazitätsmessung	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
27	Stückprüfungen	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
28	Verantwortlichkeit des Herstellers	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
29	Kennzeichnung	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
30	Betriebsanleitung	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
Anhang A	Ergänzende Anforderungen an Ex-Kabel- und Leitungseinführungen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen	Ausgeschlossen
Anhang B	Anforderungen an Ex-Bauteile	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt
Anhang C	Beispiel einer Vorrichtung für die Schlagfestigkeitsprüfung	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Ausgeschlossen
Anhang D	Einführung in ein alternatives Risikobewertungsverfahren, das über die Geräteschutzgrade von Ex-Betriebsmitteln hinausgeht	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt	Gilt

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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).

IEC 60079-0:2007, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

IEC 60079-7, *Explosive atmospheres – Part 7: Equipment protection by increased safety “e”*

IEC 60079-25, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 25: Intrinsically safe systems*

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal classification*

IEC 60112, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60127 (alle Teile), *Miniature fuses*

IEC 60317-3, *Specifications for particular types of winding wires – Part 3: Polyester enamelled round copper wire, class 155*

IEC 60317-7, *Specifications for particular types of winding wires – Part 7: Polyimide enamelled round copper wire, class 220*

IEC 60317-8, *Specifications for particular types of winding wires – Part 8: Polyesterimide enamelled round copper winding wire, class 180*

IEC 60317-13, *Specifications for particular types of winding wires – Part 13: Polyester or polyesterimide overcoated with polyamide-imide enamelled round copper wire, class 200*

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60664-3:2003, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*

ANSI/UL 248-1, *Low-Voltage Fuses – Part 1: General Requirements*

IEC 61158-2, *Digital data communications for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems – Part 2: Physical layer specification and service definition*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60079-0 und die folgenden Begriffe.

3.1 Allgemeines

3.1.1

Eigensicherheit „I“

Zündschutzart, die auf der Begrenzung von elektrischer Energie innerhalb von Betriebsmitteln und Verbindungsleitungen, die einer möglicherweise explosionsfähigen Atmosphäre ausgesetzt sind, auf ein Niveau unterhalb dessen beruht, bei dem eine Zündung entweder durch Funkenbildung oder Erwärmung hervorgerufen werden kann

3.1.2

zugehöriges Betriebsmittel

elektrisches Betriebsmittel, das sowohl eigensichere als auch nicht eigensichere Stromkreise enthält und das so aufgebaut ist, dass die nicht eigensicheren Stromkreise keine eigensicheren Stromkreise nachteilig beeinflussen können

ANMERKUNG Zugehörige Betriebsmittel können sein:

elektrische Betriebsmittel, die eine andere in IEC 60079-0 aufgeführte Zündschutzart für die Verwendung in einer geeigneten explosionsfähigen Atmosphäre haben, oder

elektrische Betriebsmittel, die nicht so geschützt sind und deshalb üblicherweise nicht in explosionsfähigen Atmosphären verwendet werden dürfen, z. B. ein Aufzeichnungsgerät, das sich selbst nicht in einer explosionsfähigen Atmosphäre befindet, jedoch an ein Thermoelement angeschlossen ist, welches sich innerhalb einer explosionsfähigen Atmosphäre befindet, wobei nur der Eingangsstromkreis des Aufzeichnungsgerätes eigensicher ist, oder

elektrische Betriebsmittel wie z. B. Ladegeräte oder Schnittstellen, die nicht in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden, an die aber im sicheren Bereich Betriebsmittel aus dem explosionsgefährdeten Bereich zum Aufladen, Herunterladen von Daten usw. angeschlossen werden.

3.1.3

eigensicheres Betriebsmittel

elektrisches Betriebsmittel, in dem alle Stromkreise eigensicher sind

3.1.4

eigensicherer Stromkreis

Stromkreis, in dem weder ein Funke noch ein thermischer Effekt, der unter den in dieser Norm festgelegten Bedingungen auftritt, die den ungestörten Betrieb und bestimmte Fehlerbedingungen umfassen, eine Zündung einer bestimmten explosionsfähigen Atmosphäre verursachen kann

3.1.5

einfaches elektrisches Betriebsmittel

elektrisches Bauelement oder eine Kombination von Bauelementen einfacher Bauart mit genau bekannten elektrischen Parametern, das (die) die Eigensicherheit des Stromkreises, in dem es (sie) eingesetzt wird, nicht beeinträchtigt

3.2

Schutzschicht

Isolierstoff, wie Lack oder Trockenfilm, der auf der Oberfläche der Baugruppe aufgetragen ist

ANMERKUNG Beschichtung und Basismaterial einer Leiterplatte bilden eine Isolieranordnung, die ähnliche Eigenschaften wie feste Isolierung haben kann.

[Begriff 3.5 von IEC 60664-3]

3.3

konforme Schutzschicht

elektrischer Isolierstoff, der als Schutzschicht auf bestückte Leiterplatten aufgebracht wird, um so eine dünne, der Oberfläche angepasste Schicht zu bilden, die einen Schutz gegen schädliche Umgebungseinflüsse bietet

[Begriff 2.1 von IEC 61086-1]

3.4

Kontrollzeichnung

Zeichnung oder sonstiges Dokument, die (das) vom Hersteller des eigensicheren oder zugehörigen Betriebsmittels erstellt wurde und die elektrischen Parameter für die Zusammenschaltung mit anderen Stromkreisen oder Betriebsmitteln genau angibt

3.5

Sicherheitsbarriere mit Dioden

Baugruppen, die Shuntioden oder Diodenketten (einschließlich Zenerdioden) enthalten, die mit Sicherungen oder Widerständen oder einer Kombination aus beiden abgesichert sind, wobei die Baugruppen eher als selbständiges Betriebsmittel hergestellt werden, anstatt Teil eines größeren Betriebsmittels zu sein

3.6

Einheitskonzept

Verfahren zur Bestimmung zulässiger Kombinationen von eigensicheren Betriebsmitteln und zugehörigen Betriebsmitteln durch Verwendung eigensicherer Parameter, die für die Anschlussteile angegeben sind

3.7

Fehler

3.7.1

zählbarer Fehler

Fehler, der in Teilen eines elektrischen Betriebsmittels auftritt, die mit den Bauanforderungen von IEC 60079-11 übereinstimmen

3.7.2

Fehler

jeder Defekt eines beliebigen Bauteils, einer Trennung, Isolierung oder Verbindung zwischen Bauteilen, die durch IEC 60079-11 nicht als nichtstöranfällig festgelegt sind und von denen die Eigensicherheit eines Stromkreises abhängt

3.7.3

nichtzählbarer Fehler

Fehler, der in Teilen eines elektrischen Betriebsmittels auftritt, die nicht mit den Bauanforderungen von IEC 60079-11 übereinstimmen

3.8

ungestörter Betrieb

Betrieb von Betriebsmitteln in Übereinstimmung mit ihren elektrischen und mechanischen Konstruktionsdaten und innerhalb der vom Hersteller festgelegten Grenzen

ANMERKUNG 1 Die vom Hersteller festgelegten Grenzen dürfen Dauerbetriebsbedingungen einschließen, z. B. Motor im Aussetzbetrieb.

ANMERKUNG 2 Schwankungen der Versorgungsspannung innerhalb der angegebenen Grenzwerte und alle weiteren betriebsmäßigen Toleranzen gehören zum bestimmungsgemäßen Betrieb.

[Begriff 3.31 von IEC 60079-0]

ANMERKUNG 3 Dies schließt Öffnen, Kurzschließen und Erden von externen Anschlussleitungen ein.

3.9

freier Hohlraum

absichtlich erzeugter Hohlraum um Bauelemente oder Hohlraum in Bauelementen

3.10

Sicherungsbemessungsstrom

I_n

Bemessungsstrom einer Schmelzsicherung nach IEC 60127, ANSI/UL 248-1 oder nach Angabe des Herstellers

3.11

FISCO

Konzept für eigensichere Feldbussysteme (en.: Fieldbus Intrinsically Safe Concept)

3.12

Nichtstöranfälligkeit

3.12.1

nichtstöranfälliges Bauteil oder nichtstöranfällige Baugruppe

Bauteil oder Baugruppe, von dem (der) angenommen wird, dass es (sie) bestimmte in IEC 60079-11 festgelegte Fehlerzustände nicht annimmt

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein derartiger Fehlerzustand während des Betriebes oder der Lagerung auftritt, wird als vernachlässigbar gering angesehen.

3.12.2

nichtstöranfällige Verbindung

Verbindungen einschließlich Verbindungsstellen und Verbindungsverdrahtung und Leiterbahnen von Leiterplatten, von denen nach IEC 60079-11 nicht angenommen wird, dass sie beim Betrieb oder bei der Lagerung unterbrochen werden

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein derartiger Fehlerzustand während des Betriebes oder der Lagerung auftritt, wird als vernachlässigbar gering angesehen.

3.12.3

nichtstöranfällige Trennung oder Isolierung

Trennung oder Isolierung zwischen elektrisch leitenden Teilen, von der nach IEC 60079-11 angenommen wird, dass sie keinem Kurzschluss unterliegt

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein derartiger Fehlerzustand während des Betriebes oder der Lagerung auftritt, wird als vernachlässigbar gering angesehen.

3.13

innere Verdrahtung

Verdrahtung und elektrische Verbindungen, die innerhalb des elektrischen Betriebsmittels durch dessen Hersteller vorgenommen wird (werden)

3.14

Wartungsarbeiten unter Spannung

Wartungsarbeiten, die ausgeführt werden, während zugehörige Betriebsmittel, eigensichere Betriebsmittel und Stromkreise spannungsführend sind

3.15

maximales äußeres Induktivitäts-/Widerstandsverhältnis

L_o/R_o

höchster Wert des Verhältnisses der Induktivität zum Widerstand eines äußeren Stromkreises, der an den Anschlussteilen des elektrischen Betriebsmittels angeschlossen werden kann, ohne die Eigensicherheit aufzuheben

3.16

maximales inneres Induktivitäts-/Widerstandsverhältnis

L_i/R_i

höchster Wert des Verhältnisses der Induktivität zum Widerstand, von dem angenommen wird, dass er an den äußeren Anschlussteilen des elektrischen Betriebsmittels auftritt

3.17

maximaler Effektivwert der Wechselspannung oder maximale Gleichspannung

U_m

höchste Spannung, die an die nicht energiebegrenzten Anschlussteile der zugehörigen Betriebsmittel angelegt werden kann, ohne die Zündschutzart zu beeinträchtigen

[Begriff 3.15.11 von IEC 60079-0]

ANMERKUNG 1 Darunter ist auch die höchste Spannung zu verstehen, die an die nichteigensicheren Anschlussteile von eigensicheren Betriebsmitteln angelegt werden kann (z. B. Anschlüsse zum Laden an batteriebetriebenen Betriebsmitteln, wobei der Ladevorgang nur im nicht explosionsgefährdeten Bereich durchgeführt werden darf).

ANMERKUNG 2 Der Wert von U_m kann bei unterschiedlichen Gruppen von Anschlussteilen verschieden sein, und er kann für Wechselspannung und Gleichspannung verschieden sein.

3.18

Überspannungskategorie

Zahlenwert, der einen transienten Überspannungszustand festlegt

[Begriff 1.3.10 von IEC 60664-1]

ANMERKUNG Es werden die Überspannungskategorien I, II, III und IV verwendet, siehe 2.2.2.1 von IEC 60664-1.

3.19

Verschmutzungsgrad

Zahlenwert, der die zu erwartenden Verschmutzungen der Mikro-Umgebung angibt

[Begriff 1.3.13 von IEC 60664-1]

ANMERKUNG Es werden die Verschmutzungsgrade 1, 2, 3 und 4 verwendet.

3.20

Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung (PELV)

Kleinspannungssystem, das nicht elektrisch von Erde getrennt ist, das aber auf andere Weise die Anforderungen der Sicherheitskleinspannung SELV erfüllt

ANMERKUNG Ein 50-V-Netz mit geerdeter Mittelanzapfung ist ein PELV-System.

3.21

Bemessungsisolationsspannung

Stehspannung (Effektivwert), die vom Hersteller für ein Betriebsmittel oder einen Teil davon angegeben wird und die das festgelegte (langzeitige) Stehvermögen seiner zugehörigen Isolierung angibt

[Begriff 1.3.9.1 von IEC 60664-1]

ANMERKUNG Die Bemessungsisolationsspannung ist nicht unbedingt gleich der Bemessungsspannung des Betriebsmittels, die sich hauptsächlich auf Funktionsanforderungen bezieht.

3.22

periodische Spitzenspannung

höchster Scheitelwert von periodischen Abweichungen der Spannungswellenform, hervorgerufen durch Verzerrungen der Wechselspannung oder durch Wechselspannungskomponenten, die einer Gleichspannung überlagert sind

ANMERKUNG Zufällige Überspannungen, die z. B. durch gelegentliche Schaltvorgänge verursacht werden, gelten nicht als periodische Spitzenspannung.

3.23

Sicherheitskleinspannung (SELV)

Kleinspannungssystem (d. h., üblicherweise werden 50 V Wechselspannung oder 120 V Gleichspannung ohne Restwelligkeit nicht überschritten), das elektrisch von Erde und anderen Systemen so getrennt ist, dass ein Einzelfehler nicht zu einem elektrischen Schlag führen kann

ANMERKUNG Ein erdfreies 50-V-Netz ist ein SELV-System.

3.24

Trennabstände

3.24.1

Luftstrecke

kürzester Abstand zwischen zwei leitfähigen Teilen in Luft

ANMERKUNG Dieser Abstand gilt nur für Teile, die der Atmosphäre ausgesetzt sind, und nicht für Teile, die isoliert oder mit einer Vergussmasse überzogen sind.

3.24.2

Abstand im Verguss

kürzester Abstand zwischen zwei leitfähigen Teilen durch eine Vergussmasse

3.24.3

Abstand durch feste Isolierung

kürzester Abstand zwischen zwei leitfähigen Teilen durch eine feste Isolierung

3.24.4

Kriechstrecke in Luft

kürzester Abstand zwischen zwei leitfähigen Teilen entlang der Oberfläche eines Isolierstoffes mit Luftkontakt

3.24.5

Kriechstrecke unter einer Schutzschicht

kürzester Abstand zwischen leitfähigen Teilen entlang der Oberfläche eines Isolierstoffes, der mit einer Schutzschicht überzogen ist

3.25

Lufteinschluss

unbeabsichtigter Hohlraum, der während des Vergießens entstanden ist

4 Einteilung der eigensicheren Betriebsmittel und zugehörigen Betriebsmittel in Gruppen und Klassen

Eigensichere Betriebsmittel und zugehörige Betriebsmittel, die eine der in IEC 60079-0 aufgeführten Zündschutzarten für den Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären haben, müssen nach den Abschnitten 4 und 5 von IEC 60079-0 in Gruppen und Klassen eingeteilt werden.

Zugehörige Betriebsmittel, die keine dieser Zündschutzarten haben, dürfen nur nach Abschnitt 4 von IEC 60079-0 in Gruppen eingeteilt werden.

5 Konformitätsanforderungen an die Schutzniveaus und die Zündung von elektrischen Betriebsmitteln

5.1 Allgemeines

Eigensichere Betriebsmittel und eigensichere Teile von zugehörigen Betriebsmitteln müssen einem der Schutzniveaus „ia“, „ib“ oder „ic“ zugeordnet werden.

Falls nicht anders angegeben, gelten die Anforderungen dieser Norm für alle Schutzniveaus. Bei der Ermittlung des Schutzniveaus „ia“, „ib“ oder „ic“ ist der Ausfall von Bauelementen und Verbindungen in Übereinstimmung mit 7.6 in Betracht zu ziehen. Der Ausfall der Trennung zwischen leitfähigen Teilen muss nach 6.3 betrachtet werden. In die Ermittlung muss das Unterbrechen, Kurzschließen und die Erdung des äußeren Verbindungskabels einbezogen werden.

Die hinsichtlich der Eigensicherheit maximal zulässigen Parameter für die eigensicheren und die zugehörigen Betriebsmittel müssen unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Funkenzündung nach 5.5 und an die thermische Zündung nach 5.6 ermittelt werden.

Für Stromkreise zugehöriger Betriebsmittel, die an Stromkreise mit Sicherheitskleinspannung (SELV) oder Funktionskleinspannung (PELV) angeschlossen sind, ist U_m nur als Gleichtaktspannung anzuwenden, wobei zwischen den Leitern des Stromkreises die Nennbetriebsspannung für das Differenzsignal anzulegen ist. (Typische Beispiele hierfür sind RS-232, RS-485 oder 4-mA- bis 20-mA-Stromkreise.) Betriebsmittel, deren Sicherheit von SELV- oder PELV-Stromkreisen abhängt, sind 29.2 e) von IEC 60079-0 entsprechend mit einem „X“ zu kennzeichnen.

Wenn Wartungsarbeiten unter Spannung vom Hersteller vorgesehen und in der Dokumentation beschrieben sind, darf dabei die Eigensicherheit nicht beeinträchtigt werden, was bei der Prüfung und Bewertung der Betriebsmittel zu beachten ist.

ANMERKUNG 1 Betriebsmittel dürfen für mehr als ein Schutzniveau spezifiziert sein und können für jedes Schutzniveau jeweils unterschiedliche Parameter besitzen.

ANMERKUNG 2 Ein Leitfaden für die Beurteilung von eigensicheren Stromkreisen in Bezug auf die Funkenzündung ist in Anhang A enthalten. Einzelheiten zum Funkenprüfgerät sind in Anhang B angegeben.

E DIN IEC 60079-11 (VDE 0170-7):2008-04

ANMERKUNG 3 Für die Anwendung von U_m und U_i in den folgenden Abschnitten kann für die Beurteilung jede Spannung bis zur Höchstspannung angelegt werden.

ANMERKUNG 4 Der Wert von U_m kann an verschiedenen Gruppen von Anschlussteilen sowie für Wechselspannung und Gleichspannung unterschiedlich sein.

5.2 Schutzniveau „ia“

Bei angelegten Spannungen U_m und U_i dürfen die eigensicheren Stromkreise in elektrischen Betriebsmitteln des Schutzniveaus „ia“ in keinem der folgenden Fälle in der Lage sein, eine Zündung zu verursachen:

- a) im ungestörten Betrieb und bei Vorhandensein derjenigen nichtzählbaren Fehler, die die ungünstigste Bedingung ergeben;
- b) im ungestörten Betrieb und bei Vorhandensein eines zählbaren Fehlers zuzüglich derjenigen nichtzählbaren Fehler, die die ungünstigste Bedingung ergeben;
- c) im ungestörten Betrieb und bei Vorhandensein von zwei zählbaren Fehlern zuzüglich derjenigen nichtzählbaren Fehler, die die ungünstigste Bedingung ergeben.

Die nichtzählbaren Fehler können in jedem der oben genannten Fälle unterschiedlich sein.

Für die Prüfung oder Beurteilung der Stromkreise auf Funkenzündung gelten folgende Sicherheitsfaktoren, wie in 10.1.4.2 angegeben:

- für sowohl a) als auch b) jeweils 1,5;
- für c) 1,0.

Der für die Spannung oder den Strom geltende Sicherheitsfaktor zur Bestimmung der Temperaturklasse entsprechend der Oberflächentemperatur muss in allen Fällen 1,0 betragen.

Wenn nur ein zählbarer Fehler auftreten kann, sind die Anforderungen von a) und b) für das Schutzniveau „ia“ ausreichend, wenn die Prüfanforderungen für „ia“ damit erfüllt werden können. Wenn kein zählbarer Fehler auftreten kann, sind die Anforderungen von a) für das Schutzniveau „ia“ ausreichend, wenn die Prüfanforderungen für „ia“ damit erfüllt werden können.

5.3 Schutzniveau „ib“

Bei angelegten Spannungen U_m und U_i dürfen die eigensicheren Stromkreise in elektrischen Betriebsmitteln des Schutzniveaus „ib“ in keinem der folgenden Fälle in der Lage sein, eine Zündung zu verursachen:

- a) im ungestörten Betrieb und bei Vorhandensein derjenigen nichtzählbaren Fehler, die die ungünstigste Bedingung ergeben;
- b) im ungestörten Betrieb und bei Vorhandensein eines zählbaren Fehlers zuzüglich derjenigen nichtzählbaren Fehler, die die ungünstigste Bedingung ergeben.

Die nichtzählbaren Fehler können in jedem der oben genannten Fälle unterschiedlich sein.

Für die Prüfung oder Beurteilung der Stromkreise auf Funkenzündung gilt ein Sicherheitsfaktor von 1,5, wie in 10.1.4.2 angegeben. Der für die Spannung oder den Strom geltende Sicherheitsfaktor zur Bestimmung der Temperaturklasse entsprechend der Oberflächentemperatur muss in allen Fällen 1,0 betragen.

Wenn kein zählbarer Fehler auftreten kann, sind die Anforderungen von a) für das Schutzniveau „ib“ ausreichend, wenn die Prüfanforderungen für „ib“ damit erfüllt werden können.

5.4 Schutzniveau „ic“

Bei angelegten Spannungen U_m und U_i dürfen die eigensicheren Stromkreise in elektrischen Betriebsmitteln des Schutzniveaus „ic“ nicht in der Lage sein, im ungestörten Betrieb eine Zündung zu verursachen.

Für die Prüfung oder Beurteilung der Stromkreise auf Funkenzündung gilt ein Sicherheitsfaktor von 1,0, wie in 10.1.4.2 angegeben. Der für die Spannung oder den Strom geltende Sicherheitsfaktor zur Bestimmung der Temperaturklasse entsprechend der Oberflächentemperatur muss in allen Fällen 1,0 betragen.

ANMERKUNG Für dieses Schutzniveau trifft das Fehlerkonzept nicht zu. Nichtstöranfällige Bauelemente und Baugruppen, wie sie in Abschnitt 8 beschrieben sind, sind nicht anwendbar. Für das Schutzniveau „ic“ ist der Begriff „nichtstöranfällig“ als „erfüllt die Anforderungen von 7.1“ zu lesen.

5.5 Vermeidung der Funkenzündung

Des Stromkreis muss an jeder Stelle, an der eine Unterbrechung oder Verbindung auftreten kann, nach 10.1 beurteilt und/oder geprüft werden, um festzustellen, ob er in der Lage ist, die Funkenenergie, die eine Zündung der explosionsfähigen Atmosphäre verursachen kann, erfolgreich zu begrenzen.

Bei Betriebsmitteln der Gruppe III müssen Stromkreise, die der Einwirkung von Staub ausgesetzt und nicht durch ein Gehäuse mit einer Zündschutzart von mindestens IP5X geschützt sind, Funkenzündungsprüfungen nach den Anforderungen an Betriebsmittel der Gruppe IIB unterzogen werden.

5.6 Vermeidung der thermischen Zündung

5.6.1 Allgemeines

Alle Oberflächen von Bauteilen, Gehäusen und Verdrahtung, die mit explosionsfähigen Atmosphären in Berührung kommen können, müssen hinsichtlich der Höchsttemperatur beurteilt und/oder geprüft werden. Die Anforderungen an die Höchsttemperatur, die nach dem Auftreten von Fehlern nach 5.2, 5.3 und 5.4 zulässig ist, sind in IEC 60079-0, Abschnitt 5, angegeben.

Gegebenenfalls geforderte Prüfungen sind in 10.2 festgelegt.

ANMERKUNG 1 Die Anforderungen dieses Abschnittes gelten nicht für zugehörige Betriebsmittel, die durch eine andere als die in IEC 60079-0 aufgelisteten Zündschutzarten geschützt sind oder sich außerhalb des explosionsgefährdeten Bereichs befinden.

ANMERKUNG 2 Bei der Auswahl von Werkstoffen, deren Einsatz in der Nähe von Bauelementen vorgesehen ist, die übermäßige Temperaturen erzeugen könnten, wie z. B. Akkumulatorzellen, Batterien oder Bauelemente, die unter den in Abschnitt 5 festgelegten Fehlerbedingungen eine Leistung von mehr als 1,3 W abgeben könnten, sollte mit Sorgfalt vorgegangen werden, um die Sekundärzündung der explosionsfähigen Atmosphäre, z. B. durch Erwärmen oder Verschmoren der Leiterplatten, Beschichtungen oder Gehäuse von Bauelementen, zu verhindern.

5.6.2 Temperatur kleiner Bauelemente

Anforderungen an die Temperatur kleiner Bauelemente, die in Betriebsmitteln der Gruppe I oder Gruppe II eingesetzt werden, sind in Abschnitt 5.33 von IEC 60079-0 angegeben, während die Prüfanforderungen Abschnitt 26.53 von IEC 60079-0 zu entnehmen sind.

NC-Frage: Gelten diese Anforderungen auch für Gruppe III?

5.6.3 Verdrahtung innerhalb des elektrischen Betriebsmittels

Der höchstzulässige Strom entsprechend der höchsten Drahttemperatur infolge Selbsterwärmung muss für Kupferdrähte aus Tabelle 2 entnommen werden oder kann für Metalle allgemein nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$I = I_f \left[\frac{t (1 + \alpha T)}{T (1 + \alpha t)} \right]^{1/2}$$

— Entwurf —

E DIN IEC 60079-11 (VDE 0170-7):2008-04

Dabei ist

- α der Temperaturkoeffizient des Widerstandes des Drahtwerkstoffes ($0,004\,284\,\text{K}^{-1}$ für Kupfer, $0,004\,201\,\text{K}^{-1}$ für Gold);
- I der Effektivwert des maximal zulässigen Stroms, in Ampere;
- I_f der Strom, bei dem der Draht bei der festgelegten Umgebungstemperatur schmilzt, in Ampere;
- T die Schmelztemperatur des Drahtwerkstoffes, in Grad Celsius ($1\,083\,^{\circ}\text{C}$ für Kupfer, $1\,064\,^{\circ}\text{C}$ für Gold);
- t die Grenztemperatur der zutreffenden Temperaturklasse, in Grad Celsius. Der Wert von t ist die Drahttemperatur infolge von Selbsterwärmung und Umgebungstemperatur.

Beispiel: feiner Kupferdraht (Temperaturklasse = T4)

$$\alpha = 0,004\,284\,\text{K}^{-1}$$

$$I_f = 1,6\,\text{A} \text{ (experimentell bestimmt oder vom Drahthersteller festgelegt)}$$

$$T = 1\,083\,^{\circ}\text{C}$$

$$t \text{ für T4 (kleines Bauelement, } t \leq 275\,^{\circ}\text{C)}$$

Mit Anwendung der Gleichung

$$I = 1,3\,\text{A} \text{ (Das ist der maximal zulässige Betriebs- oder Fehlerstrom, der fließen darf, ohne dass die Drahttemperatur } 275\,^{\circ}\text{C} \text{ überschreitet.)}$$

**Tabelle 2 – Einteilung der Kupferverdrahtung in Temperaturklassen
(bei einer maximalen Umgebungstemperatur von $40\,^{\circ}\text{C}$)**

Durchmesser (siehe Anmerkung 4) mm	Drahtquerschnitt (siehe Anmerkung 4) mm ²	Maximal zulässiger Strom für die Einteilung in Temperaturklassen A		
		T1 bis T4 und Gruppe I	T5	T6
0,035	0,000 962	0,53	0,48	0,43
0,05	0,001 96	1,04	0,93	0,84
0,1	0,007 85	2,1	1,9	1,7
0,2	0,031 4	3,7	3,3	3,0
0,35	0,096 2	6,4	5,6	5,0
0,5	0,196	7,7	6,9	6,7

ANMERKUNG 1 Der für den maximal zulässigen Strom in Ampere angegebene Wert ist der Effektivwert des Wechselstroms oder der Gleichstromwert.

ANMERKUNG 2 Bei Litzenleitern wird der Querschnitt als Gesamtquerschnitt aller Litzendrähte des Leiters angenommen.

ANMERKUNG 3 Die Tabelle gilt auch für flexible Bandleiter, wie z. B. in Flachbandkabeln, aber nicht für Leiterbahnen von Leiterplatten, hierfür siehe 5.6.4.

ANMERKUNG 4 Durchmesser und Querschnittsfläche sind die vom Kabelhersteller festgelegten Nennmaße.

ANMERKUNG 5 Wenn die maximale Leistung den Wert 1,3 W nicht überschreitet, darf die Verdrahtung der Temperaturklasse T4 zugeordnet werden und ist für die Gruppe I geeignet. Wenn bei der Gruppe I Staub ausgeschlossen werden kann, ist bei Umgebungstemperaturen von bis zu $40\,^{\circ}\text{C}$ eine maximale Leistung von 3,3 W zulässig. Bezüglich einer Reduzierung der Leistung für Umgebungstemperaturen über $40\,^{\circ}\text{C}$ wird auf die Tabellen 3a) und 3b) von IEC 60079-0 verwiesen.

NC-Frage: **Gelten diese Anforderungen auch für Gruppe III?**

5.6.4 Leiterbahnen auf Leiterplatten

Die Temperaturklasse von Leiterbahnen auf Leiterplatten muss unter Verwendung verfügbarer Daten oder durch konkrete Messung ermittelt werden.

Wenn die Leiterbahnen aus Kupfer sind, darf die Temperaturklasse unter Verwendung von Tabelle 3 bestimmt werden.

Beispielsweise darf bei Leiterplatten von mindestens 0,5 mm Dicke mit Leiterbahnen von mindestens 33 µm Dicke auf einer oder beiden Seiten unter Anwendung der in den Anmerkungen 3, 4, 8, 9 von Tabelle 3 angegebenen Faktoren eine Einstufung der Leiterbahnen in Temperaturklasse T4 oder Gruppe I erfolgen, wenn sie eine Mindestbreite von 0,3 mm haben und der Dauerstrom in den Leiterbahnen 0,444 A nicht übersteigt. In gleicher Weise ergibt sich für Mindestbahnbreiten von 0,5 mm, 1,0 mm und 2,0 mm bei entsprechenden maximalen Strömen von 0,648 A, 1,092 A bzw. 1,833 A die Temperaturklasse T4.

Leiterbahnlängen von 10 mm oder weniger sind bei der Ermittlung der Temperaturklasse außer Acht zu lassen.

Wenn die Temperaturklasse einer Leiterbahn experimentell bestimmt werden soll, muss der höchste Dauerstrom für die Prüfung verwendet werden.

Fertigungstoleranzen dürfen die in diesem Abschnitt festgelegten Werte um nicht mehr als 10 % oder 1 mm verringern, je nachdem, welcher Wert kleiner ist.

Wenn die maximale Leistung den Wert 1,3 W nicht überschreitet, können die Leiterbahnen ohne weitere Prüfung als für die Temperaturklasse T4 oder Gruppe I geeignet angesehen werden.

Wenn Staub ausgeschlossen werden kann, sind für Gruppe I 3,3 W zulässig.

Bezüglich einer Reduzierung der Leistung für Umgebungstemperaturen über 40 °C wird auf Tabelle 3b) von IEC 60079-0 verwiesen.

**Tabelle 3 – Einteilung der Leiterbahnen auf Leiterplatten in Temperaturklassen
(bei einer maximalen Umgebungstemperatur von 40 °C)**

Mindestbreite der Leiterbahn mm	Maximal zulässiger Strom für die Einteilung in Temperaturklassen		
	T1 bis T4 und Gruppe I A	T5 A	T6 A
0,075	0,8	0,6	0,5
0,1	1,0	0,8	0,7
0,125	1,2	1,0	0,8
0,15	1,4	1,1	1,0
0,2	1,8	1,4	1,2
0,3	2,4	1,9	1,7
0,4	3,0	2,4	2,1
0,5	3,5	2,8	2,5
0,7	4,6	3,5	3,2
1,0	5,9	4,8	4,1
1,5	8,0	6,4	5,6
2,0	9,9	7,9	6,9
2,5	11,6	9,3	8,1
3,0	13,3	10,7	9,3
4,0	16,4	13,2	11,4
5,0	19,3	15,5	13,5
6,0	22,0	17,7	15,4

ANMERKUNG 1 Der für den maximal zulässigen Strom in Ampere angegebene Wert ist der Effektivwert des Wechselstroms oder der Gleichstromwert.

ANMERKUNG 2 Diese Tabelle gilt für Leiterplatten von mindestens 1,6 mm Dicke mit einer einzigen Kupferschicht von 33 µm Dicke.

ANMERKUNG 3 Für Leiterplatten mit einer Dicke zwischen 0,5 mm und 1,6 mm ist der festgelegte maximale Strom durch 1,2 zu dividieren.

ANMERKUNG 4 Bei Leiterplatten mit Leiterbahnen auf beiden Seiten ist der festgelegte maximale Strom durch 1,5 zu dividieren.

ANMERKUNG 5 Bei mehrlagigen Leiterplatten ist der für die betrachtete Leiterbahnlage festgelegte maximale Strom durch 2 zu dividieren.

ANMERKUNG 6 Bei einer Kupferdicke von 18 µm ist der maximale Strom durch 1,5 zu dividieren.

ANMERKUNG 7 Bei einer Kupferdicke von 70 µm ist der maximale Strom mit 1,3 zu multiplizieren.

ANMERKUNG 8 Falls die Leiterbahnen unter Bauelementen verlaufen, die im ungestörten Betrieb oder unter Fehlerbedingungen 0,25 W oder mehr abgeben, ist der festgelegte maximale Strom durch 1,5 zu dividieren.

ANMERKUNG 9 Bei Anschlüssen von Bauelementen, die im ungestörten Betrieb oder unter Fehlerbedingungen 0,25 W oder mehr abgeben, und für 1,0 mm längs des Leiters ist die Leiterbahnbreite entweder mit 3 zu multiplizieren oder der festgelegte maximale Strom durch 2 zu dividieren. Wenn die Leiterbahn unter dem Bauelement verläuft, ist der in Anmerkung 8 festgelegte Faktor zusätzlich anzuwenden.

ANMERKUNG 10 Bei Umgebungstemperaturen von bis zu 60 °C ist der maximale Strom durch 1,2 zu dividieren.

ANMERKUNG 11 Bei Umgebungstemperaturen von bis zu 80 °C ist der maximale Strom durch 1,3 zu dividieren.

NC-Frage: Gelten diese Anforderungen auch für Gruppe III?

5.6.5 Temperaturen für Betriebsmittel und Bauelemente der Gruppe III

Betriebsmittel sind als geeignet für das vollständige Einbringen in explosionsfähige Atmosphären oder für die Belastung durch Staubschichten unbekannter Dicke zu betrachten, falls die angepasste Leistungsabgabe in jedem Bauelement Tabelle 4 entspricht und das Betriebsmittel mit T135 °C gekennzeichnet ist.

Zur Bestimmung der maximalen Oberflächentemperatur von elektrischen Betriebsmitteln der Gruppe III wird auf Abschnitt 26.5.1 von IEC 60079-0 verwiesen. Die Temperatur muss der der Oberfläche des mit dem Staub in Berührung kommenden Betriebsmittels entsprechen. So muss z. B. bei Betriebsmitteln, die durch ein Gehäuse einer Zündschutzart von mindestens IP5X geschützt sind, die Oberflächentemperatur des Gehäuses gemessen werden.

Falls eigensichere elektrische Stromkreise einem brennbaren Staub ausgesetzt oder direkt in eine mit solchem Staub belastete Atmosphäre eingebracht werden, dessen Staubschicht-Schwelltemperatur höher als 200 °C ist, braucht der Temperaturanstieg nicht geprüft zu werden, sofern die an den Anschlussstellen verfügbare Leistung weniger als 750 mW und der Kurzschlussstrom weniger als 250 mA beträgt.

Ein anderes Verfahren zur Bestimmung der Eignung besteht darin, die maximale Oberflächentemperatur in Luft zu messen. Das Betriebsmittel muss mit der gemessenen Höchsttemperatur plus 25 K gekennzeichnet werden. So ist z. B. ein Betriebsmittel mit einer maximalen Oberflächentemperatur von 100 °C mit T125 °C zu kennzeichnen.

Tabelle 4 – Zulässige Leistungsabgabe innerhalb eines Bauelements

Maximale Umgebungstemperatur	°C	40	70	100
Zulässige Leistungsabgabe	mW	750	650	550

Das Betriebsmittel muss die in 10.11 festgelegte Prüfung der Belastung mit einem genormten Staub bestehen. Betriebsmittel, die diese Prüfung bestehen, gelten als geeignet für den Einsatz bei der angegebenen maximalen Umgebungstemperatur unter Einwirkung von beliebigen brennbaren Stäuben, deren Zündtemperatur bei mindestens 210 °C liegt.

5.7 Einfache elektrische Betriebsmittel

Die folgenden Betriebsmittel gelten als einfache elektrische Betriebsmittel:

- passive Bauelemente, z. B. Schalter, Verteilerkästen, Widerstände und einfache Halbleiterbauelemente;
- Energiespeicher aus einzelnen Bauelementen in einfachen Schaltkreisen mit genau festgelegten Kennwerten, wie z. B. Kondensatoren oder Spulen, deren Werte bei der Bestimmung der Gesamtsicherheit des Systems berücksichtigt werden müssen;
- Energiequellen, wie z. B. Thermoelemente und Fotozellen, die nicht mehr als 1,5 V, 100 mA und 25 mW erzeugen.

Einfache elektrische Betriebsmittel müssen alle zutreffenden Anforderungen dieser Norm erfüllen. Der Hersteller oder Planer eines eigensicheren Systems muss einen Nachweis über die Einhaltung dieses Abschnitts einschließlich Werkstoffdatenblättern und Prüfberichten, soweit notwendig, erbringen. Das Betriebsmittel braucht nicht Abschnitt 12 zu entsprechen.

Folgende Aspekte müssen immer berücksichtigt werden:

- Die Sicherheit einfacher elektrischer Betriebsmittel darf nicht auf der Einbeziehung spannungs- und/oder strombegrenzender und/oder Unterdrückungsschaltung beruhen;
- einfache elektrische Betriebsmittel dürfen keine Teile zur Erhöhung der verfügbaren Spannung oder des verfügbaren Stroms, wie z. B. Gleichspannungswandler, enthalten;
- wenn es erforderlich ist, dass das einfache elektrische Betriebsmittel die Isolierung des eigensicheren Stromkreises gegen Erde nicht beeinträchtigt, muss es in der Lage sein, der Prüfspannung gegen Erde nach 6.3.12 standzuhalten. Seine Anschlussklemmen müssen 6.2.1 entsprechen;

E DIN IEC 60079-11 (VDE 0170-7):2008-04

- 4) falls sie sich in explosionsfähigen Atmosphären befinden, müssen nichtmetallische und leichtmetallhaltige Gehäuse 7.4 und 8 von IEC 60079-0 entsprechen;
- 5) falls sich das einfache elektrische Betriebsmittel in einer explosionsfähigen Atmosphäre befindet, muss es einer Temperaturklasse zugeordnet sein. Schalter, Steckverbinder sowie Anschlussklemmen, die in eigensicheren Stromkreisen innerhalb ihrer üblichen Bemessungswerte und bei einer Umgebungstemperatur von maximal 40 °C betrieben werden, haben eine höchste Oberflächentemperatur von weniger als 85 °C und können so für Gruppe-II-Anwendungen der Temperaturklasse T6 zugeordnet werden und sind auch für Anwendungen der Gruppe I und der Gruppe III geeignet. Die übrigen einfachen elektrischen Betriebsmittel müssen entsprechend Abschnitt 4 dieser Norm einer Temperaturklasse zugeordnet werden.

Ist ein einfaches elektrisches Betriebsmittel Teil eines Betriebsmittels, das noch andere elektrische Stromkreise enthält, so muss das gesamte Betriebsmittel nach den Anforderungen dieser Norm beurteilt werden.

ANMERKUNG 1 Sensoren, bei denen katalytische Reaktionen oder andere elektro-chemische Vorgänge genutzt werden, sind üblicherweise keine einfachen elektrischen Betriebsmittel. Zu ihrer Anwendung sollten Fachleute zu Rate gezogen werden.

ANMERKUNG 2 Es ist keine Anforderung der vorliegenden Norm, dass die Einhaltung der Angaben des Herstellers des einfachen elektrischen Betriebsmittels verifiziert werden muss.

6 Ausführung von elektrischen Betriebsmitteln

ANMERKUNG Wenn in den betreffenden Abschnitten nichts anderes angegeben ist, gelten die Anforderungen dieses Abschnittes nur für jene Merkmale der eigensicheren Betriebsmittel und der zugehörigen Betriebsmittel, die zu dieser Zündschutzart beitragen.

So gelten z. B. die Anforderungen an die Einkapselung mit Vergussmasse nur, wenn diese 6.3.4 oder 6.5 entsprechen muss.

6.1 Gehäuse

6.1.1 Gehäuse für Betriebsmittel der Gruppe I oder Gruppe II

Eigensichere und zugehörige Betriebsmittel, die von den in Tabelle 5 oder Anhang F angegebenen Abständen abhängen, müssen mit einem Gehäuse versehen sein, das die zutreffenden Anforderungen von 6.1.1.1 oder 6.1.1.2 erfüllt.

Die geforderte Zündschutzart verändert sich abhängig vom vorgesehenen Verwendungszweck; z. B. kann für Betriebsmittel der Gruppe I die Zündschutzart IP54 nach IEC 60529 erforderlich sein.

Das „Gehäuse“ für den Schutz gegen Berührung spannungsführender Teile und gegen das Eindringen fester oder flüssige Fremdstoffe braucht physikalisch nicht das gleiche zu sein.

Für die Festlegung der Oberflächen, die das Gehäuse begrenzen, ist der Hersteller zuständig, und diese Angabe muss in der endgültigen Dokumentation enthalten sein (siehe Abschnitt 13).

6.1.1.1 Elektrische Betriebsmittel nach Tabelle 5

Elektrische Betriebsmittel, die die Anforderungen von Tabelle 5 für die Trennung erfüllen, müssen mit einem Gehäuse versehen sein, das in Übereinstimmung mit dem vorgesehenen Verwendungszweck und den Umweltbedingungen die Anforderungen von IP20 oder größer erfüllt.

Das Gehäuse braucht nicht den Prüfungen für Gehäuse in 26.4 von IEC 60079-0 unterzogen zu werden; die Fallprüfung nach 26.4.3 von IEC 60079-0 gilt jedoch.

6.1.1.2 Elektrische Betriebsmittel nach Anhang F

Elektrische Betriebsmittel, die die Anforderungen von Anhang F für die Trennung erfüllen, müssen mit einem Schutz versehen sein, um den Verschmutzungsgrad 2 zu erreichen. Das kann erreicht werden mit:

- einem Gehäuse, das in Übereinstimmung mit dem vorgesehenen Verwendungszweck und den Umweltbedingungen die Anforderungen von IP54 oder größer nach IEC 60529 erfüllt. Das Gehäuse ist den Prüfungen für Gehäuse in 26.4 von IEC 60079-0 zu unterziehen;
- einem Gehäuse, das in Übereinstimmung mit dem vorgesehenen Verwendungszweck und den Umweltbedingungen die Anforderungen von IP20 oder größer nach IEC 60529 erfüllt, vorausgesetzt, dass die Trennungen mit einer Beschichtung Typ 1 oder Typ 2 erreicht werden. Das Gehäuse braucht nicht den Prüfungen für Gehäuse in 26.4 von IEC 60079-0 unterzogen zu werden;
- Einbau, vorausgesetzt, dass als besondere Bedingungen Anforderungen an die sichere Verwendung festgelegt sein müssen und dass die elektrischen Betriebsmittel mit dem Symbol X nach 29.2 e) von IEC 60079-0 gekennzeichnet sein müssen.

6.1.2 Gehäuse für Betriebsmittel der Gruppe III

Eigensichere und zugehörige Betriebsmittel, die von den in Tabelle 5 oder Anhang F angegebenen Abständen abhängen, müssen mit einem Gehäuse versehen sein, das die Anforderungen von Tabelle X erfüllt.

Die Ausführung des Gehäuses und/oder der Kapselung muss in der endgültigen Dokumentation beschrieben sein (siehe Abschnitt 13).

Tabelle X – Anforderungen an die Gehäuse von Betriebsmitteln der Gruppe III

Nichtstöranfällige Trennabstände ohne Schutzschicht oder Kapselung	Nichtstöranfällige Trennabstände, die durch eine Schutzschicht nach 6.3.8 geschützt sind	Nichtstöranfällige Trennabstände, die durch Kapselung nach 6.3.4 geschützt sind	Eigensicherheit für Betriebsmittel der Gruppe III ohne Trennabstände
IP5X	IP2X	Kein Gehäuse erforderlich	Kein Gehäuse erforderlich

6.2 Anschlusssteile für äußere Stromkreise

6.2.1 Anschlussklemmen

Neben der Erfüllung der Anforderungen von Tabelle 5 müssen die Anschlussklemmen für eigensichere Stromkreise von denen für nichteigensichere Stromkreise mit Hilfe eines oder mehrerer der unter a) oder b) angegebenen Verfahren getrennt werden.

Diese Verfahren der Trennung müssen auch dann angewendet werden, wenn die Eigensicherheit durch die äußere Verdrahtung beeinträchtigt werden kann, falls diese beim Lösen von der Anschlussklemme mit Leitern oder Bauteilen in Berührung kommen kann.

ANMERKUNG 1 Anschlussklemmen für den Anschluss äußerer Stromkreise an eigensichere Betriebsmittel und zugehörige Betriebsmittel sollten so angebracht werden, dass die Bauteile bei der Herstellung der Verbindung nicht beschädigt werden.

- Falls die Trennung durch Halten eines Abstandes erzielt wird, muss der Abstand zwischen blanken leitfähigen Teilen der Anschlussklemmen mindestens 50 mm betragen.

ANMERKUNG 2 Bei der Gestaltung der Anschlussklemmen und bei dem angewendeten Verdrahtungsverfahren muss mit Sorgfalt vorgegangen werden, damit eine Berührung zwischen den Stromkreisen unwahrscheinlich ist, wenn sich ein Draht löst.

- Wenn Trennung dadurch erreicht wird, dass die Anschlussklemmen für eigensichere und nichteigensichere Stromkreise in getrennten Gehäusen untergebracht werden oder dass zwischen Anschluss-

E DIN IEC 60079-11 (VDE 0170-7):2008-04

klemmen mit einer gemeinsamen Abdeckung entweder eine isolierende oder eine geerdete metallische Trennwand verwendet wird, gilt Folgendes:

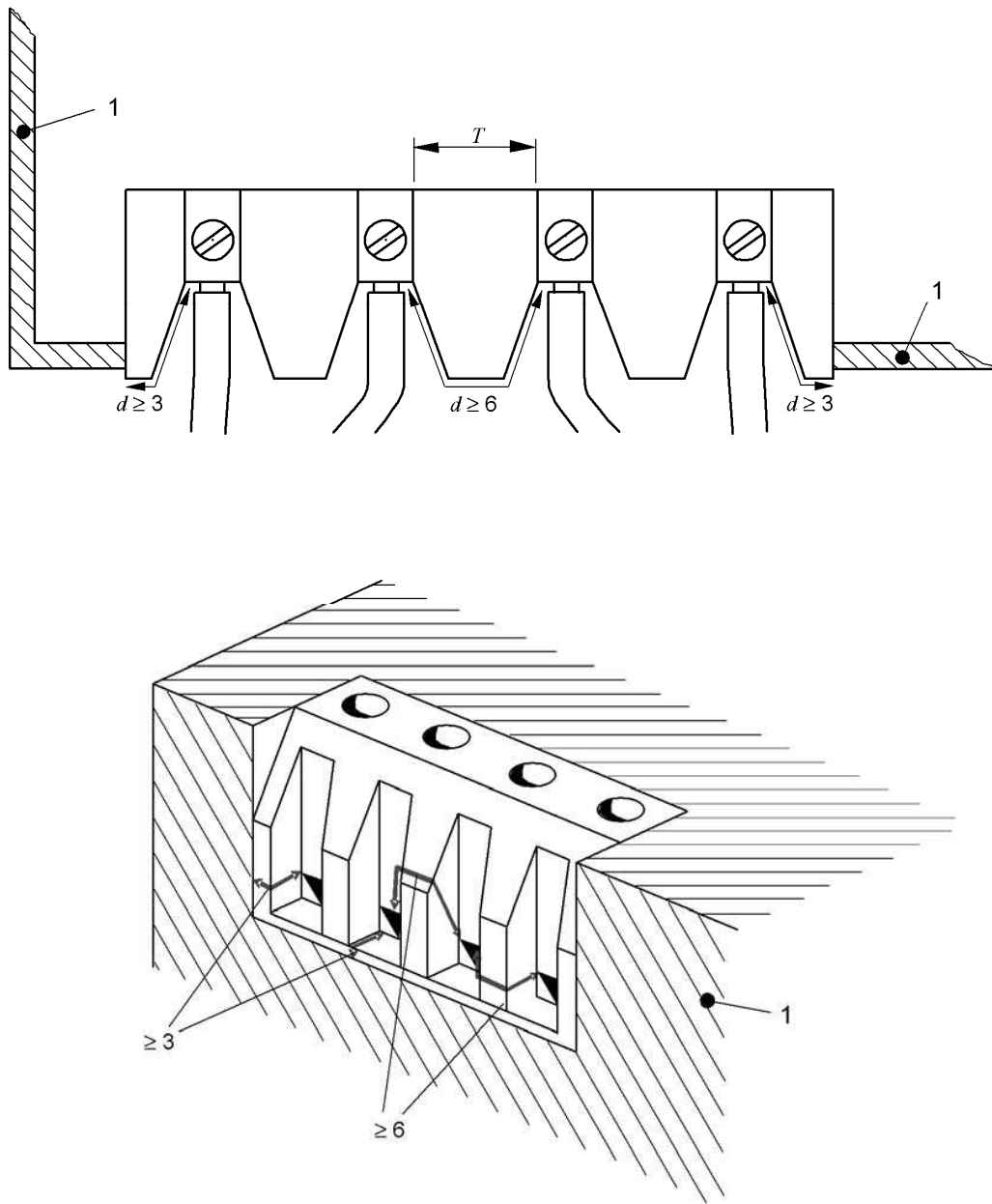
- 1) Trennwände, die zur Trennung der Anschlussklemmen verwendet werden, müssen mindestens bis 1,5 mm an die Gehäusewände heranreichen oder aber einen Mindestabstand von 50 mm zwischen den blanken leitfähigen Teilen der Anschlussklemmen, gemessen um die Trennwand nach allen Richtungen, sicherstellen;
- 2) metallische Trennwände müssen geerdet sein und genügend Festigkeit und Steifigkeit besitzen, um sicherzustellen, dass sie bei Anschlussarbeiten nicht beschädigt werden können. Derartige Trennwände müssen mindestens 0,45 mm dick sein oder bei geringerer Dicke 10.6.3 entsprechen. Darüber hinaus müssen metallische Trennwände eine ausreichende Strombelastbarkeit besitzen, um ein Durchbrennen oder ein Abtrennen des Erdanschlusses unter Fehlerbedingungen zu verhindern;
- 3) nichtmetallische isolierende Trennwände müssen eine angemessene Kriechstromzahl (CTI) und eine ausreichende Dicke aufweisen und so gestützt sein, dass sie nicht derart verformt werden können, dass sie ihren Zweck verfehlen. Derartige Trennwände müssen mindestens 0,9 mm dick sein oder bei geringerer Dicke 10.6.3 entsprechen.

Die Luftstrecken und Kriechstrecken zwischen blanken leitfähigen Teilen von Anschlussklemmen getrennter eigensicherer Stromkreise und zu geerdeten oder potentialfreien leitfähigen Teilen müssen gleich oder größer als die in Tabelle 5 angegebenen Werte sein.

Sind getrennte eigensichere Stromkreise zu berücksichtigen, so muss die Luftstrecke zwischen blanken leitfähigen Teilen der äußeren Anschlussteile folgende Anforderungen erfüllen:

- 1) mindestens 6 mm zwischen den getrennten eigensicheren Stromkreisen;
- 2) mindestens 3 mm von geerdeten Teilen, falls eine mögliche Verbindung zur Erde bei der Sicherheitsanalyse nicht berücksichtigt wurde.

Zum Messen der Abstände um feste Isolierwände oder Trennwände herum siehe Bild 1. Es muss jede mögliche Bewegung von Metallteilen, die nicht starr befestigt sind, berücksichtigt werden.



Legende

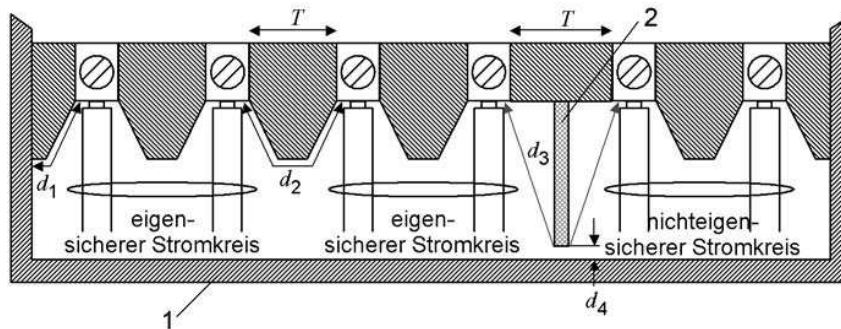
1 Leitfähige Abdeckung

T Abstände nach Tabelle 5

d Luftstrecke an äußeren Anschlussteilen der Anschlussklemmen nach 6.2.1

ANMERKUNG Die hier wiedergegebenen Maße sind, wie oben dargestellt, die Kriech- und Luftstrecken um die Isolierung herum, nicht die Dicke der Isolierung.

Bild 1 a) – Anforderungen an Kriech- und Luftstrecken bei Anschlussklemmen mit getrennten eigensicheren Stromkreisen



Legende

- 1 Abdeckung: nicht leitfähig oder leitfähig und geerdet
- 2 Trennwand nach 6.2.1 b); bei diesem Beispiel muss sie mit der Basis abschließen oder mit ihr verklebt sein
- T Abstände nach Tabelle 5
- $d_1 \geq 3$ mm, wenn die Abdeckung leitfähig und geerdet ist
- $d_2 \geq 6$ mm
- $d_3 \geq 50$ mm oder $d_4 \leq 1,5$ mm

ANMERKUNG Die hier wiedergegebenen Maße sind, wie oben dargestellt, die Luftstrecken um die Isolierung herum, nicht die Dicke der Isolierung.

Bild 1 b) – Beispiel der Trennung von eigensicheren und nichteigensicheren Anschlussklemmen mit einer Trennwand

Bild 1 – Trennung von eigensicheren und nichteigensicheren Anschlussklemmen

6.2.2 Steckverbinder

Steckverbinder für den Anschluss äußerer eigensicherer Stromkreise müssen getrennt von und unverwechselbar mit solchen für nichteigensichere Stromkreise sein.

Falls eigensichere oder zugehörige Betriebsmittel mit mehr als einem Steckverbinder für äußere Anschlüsse ausgestattet sind und eine Verwechslung die Zündschutzart beeinträchtigen könnte, müssen solche Steckverbinder entweder so angeordnet sein, z. B. durch Codierung, dass ein Verwechseln nicht möglich ist, oder müssen die zusammengehörenden Steckverbinderteile, z. B. durch Anbringen von Aufschriften oder durch Farbkennzeichnung, so gekennzeichnet sein, dass eine Verwechslung offenkundig wird.

Falls ein Steckverbinder nicht mit seinen Anschlussdrähten vorgefertigt ist, müssen die Anschlussteile 6.2.1 entsprechen. Erfordern die Anschlüsse jedoch den Einsatz eines Spezialwerkzeuges, z. B. für das Crimpen, um auszuschließen, dass sich ein Litzendraht löst, so brauchen die Anschlussteile nur Tabelle 5 zu entsprechen.

Falls ein Steckverbinder geerdete Stromkreise enthält und die Zündschutzart von der Erdverbindung abhängt, muss der Verbinder nach 6.4 aufgebaut sein.

6.2.3 Bestimmung des maximalen äußeren Induktivitäts-Widerstandsverhältnisses (L_o/R_o) für eine Versorgung mit ohmscher Strombegrenzung

Das maximale äußere Induktivitäts-Widerstandsverhältnis (L_o/R_o) für Versorgungen mit ohmscher Strombegrenzung muss nach folgender Gleichung berechnet werden. Die Gleichung berücksichtigt einen Sicherheitsfaktor von 1,5 für den Strom und darf nicht verwendet werden, wenn C_s für die Ausgangsklemmen des elektrischen Betriebsmittels 1 % von C_o überschreitet.

$$\frac{L_o}{R_o} = \frac{8 \ eR_s + (64 \ e^2 R_s^2 - 72 \ U_o^2 eL_s)^{1/2}}{4,5 \ U_o^2} \text{ H}/\Omega$$

Dabei ist

e die Mindestzündenergie des Funkenprüfgerätes, in Joule, und beträgt für

- Betriebsmittel der Gruppe I: 525 µJ,
- Betriebsmittel der Gruppe IIA: 320 µJ,
- Betriebsmittel der Gruppe IIB: 160 µJ,
- Betriebsmittel der Gruppe IIC: 40 µJ;

R_s der Mindestausgangswiderstand der Spannungsquelle, in Ohm;

U_o die maximale Leerlaufspannung, in Volt;

L_s die maximale Induktivität über den Anschlussklemmen der Spannungsquelle, in Henry;

C_s die maximale Kapazität über den Anschlussklemmen der Spannungsquelle, in Farad.

Wenn $L_s = 0$ ist,

dann ist

$$\frac{L_o}{R_o} = \frac{32 \ eR_s}{9 \ U_o^2} \text{ H}/\Omega$$

Falls ein Sicherheitsfaktor von 1 gefordert ist, muss dieser Wert für L_o/R_o mit 2,25 multipliziert werden.

ANMERKUNG 1 Die übliche Anwendung des L_o/R_o -Verhältnisses bezieht sich auf verteilte Parameter, z. B. für Kabel. Seine Anwendung auf konzentrierte Induktivitäts- und Widerstandswerte erfordert eine besondere Betrachtungsweise.

ANMERKUNG 2 L_o/R_o darf für nichtlineare Spannungsquellen experimentell durch Prüfung des Stromkreises mit mehreren diskreten Werten von L_o und R_o mit den Funkenprüfungen nach 10.1 ermittelt werden. Die verwendeten Werte für R_o sollten praktisch von Kurzschluss (höchster Wert für I_o) bis Leerlauf (I_o nahe Null) reichen, und sie sollten einen Trend zeigen, der sicherstellt, dass L_o/R_o keinen Fehler bei der Funkenprüfung ergibt.

6.2.4 Unlösbar verbundene Anschlussleitungen

Ein elektrisches Betriebsmittel mit integriertem Kabel für äußere Anschlüsse muss der Kabelzugprüfung nach 10.9 unterzogen werden, wenn ein Bruch der Anschlüsse im Innern des elektrischen Betriebsmittels die Eigensicherheit aufheben könnte, z. B. falls es im betreffenden Kabel mehr als nur einen eigensicheren Stromkreis gibt und der Bruch zu einer unsicheren Zusammenschaltung führen könnte.

6.2.5 Nicht spezifizierte Stromkreise

Falls ein eigensicheres Betriebsmittel zum Aufladen der Batterie(en), zur Datenübertragung oder zur Programmierung oder Konfigurierung an nicht spezifizierte Stromkreise im nicht explosionsgefährdeten Bereich anzuschließen ist, muss die Verbindung geschützt sein, um sicherzustellen, dass die Eigensicherheit des Betriebsmittels nicht beeinträchtigt wird.

Die Verbindungen des nicht spezifizierten Stromkreises müssen geschützt sein, um sicherzustellen, dass die Bemessungswerte der Betriebsmittel in Übereinstimmung mit 7.1 nicht überschritten werden (wobei die in diesem Abschnitt angegebenen Ausnahmen ihre Gültigkeit behalten). So ist z. B. die Einbeziehung einer einzelnen durch eine Sicherung nach 7.3 mit geeigneten Bemessungswerten geschützten Shunt-Zenerdiode als ausreichender Schutz zu betrachten. Für diesen Zweck darf die Tabelle 5 weder auf die Sicherung noch die Zenerdiode angewendet werden. Die Bemessungsleistung der Zenerdiode muss mindestens dem Produkt aus dem 1,7fachen von I_n und der maximalen Zener-Spannung der Diode entsprechen. Bei der Ausführung der Sicherungen und Sicherungshalter sind die allgemeinen Industrienormen anzuwenden, und die durch die

E DIN IEC 60079-11 (VDE 0170-7):2008-04

Sicherungen und Sicherungshalter gegebenenfalls Luft- und Kriechstrecken und Trennungen dürfen durch das bei ihrer Montage einschließlich der Verdrahtung angewendete Verfahren nicht verringert werden.

Die maximale Spannung U_m , die an die Verbindungen dieser nicht spezifizierten Stromkreise angelegt werden kann, muss auf dem Betriebsmittel gekennzeichnet und darf in der Kontrollzeichnung angegeben sein.

Für den Fall, dass galvanisch trennende Bauteile verwendet werden, gilt 8.8.

6.3 Trennabstände

Anforderungen an Trennabstände sind in den folgenden Abschnitten 6.3.1 bis 6.3.13 angegeben. Ein alternatives Verfahren für die Bemessung von Trennabständen ist im Anhang F enthalten.

6.3.1 Trennung leitfähiger Teile

Die Trennung leitfähiger Teile zwischen

- eigensicheren und nichteigensicheren Stromkreisen oder
- verschiedenen eigensicheren Stromkreisen oder
- einem Stromkreis und geerdeten oder isolierten Metallteilen

muss Folgendem entsprechen, falls die Zündschutzart von der Trennung abhängt.

Trennabstände müssen unter Berücksichtigung einer eventuellen Verschiebung der Leiter oder leitfähigen Teile gemessen oder beurteilt werden. Fertigungstoleranzen dürfen diese Strecken um nicht mehr als 10 % oder 1 mm verringern, je nachdem, welcher Wert geringer ist.

Trennabstände, die den Werten in 6.1.1.1 oder 6.1.1.2 entsprechen, dürfen keinem Fehlzustand unterliegen.

Die Fehlerart für einen Trennungsfehler darf nur ein Kurzschluss sein.

Die Anforderungen an die Trennung gelten nicht, wenn geerdetes Metall, z. B. Leiterbahnen auf Leiterplatten oder eine Trennwand, einen eigensicheren Stromkreis von anderen Stromkreisen trennt, sofern sich der Durchschlag zur Erde nicht nachteilig auf die Zündschutzart auswirkt und das geerdete leitfähige Teil dem höchsten Strom standhält, der unter Fehlerbedingungen fließen würde.

ANMERKUNG 1 Die Zündschutzart hängt z. B. dann von der Trennung von geerdeten oder isolierten Metallteilen ab, wenn ein strombegrenzender Widerstand durch Kurzschlüsse zwischen dem Stromkreis und dem geerdeten oder isolierten Metallteil überbrückt werden kann.

Eine geerdete metallische Trennwand muss ausreichende Festigkeit und Steifigkeit besitzen, so dass eine Beschädigung unwahrscheinlich ist, und sie muss von ausreichender Dicke und Strombelastbarkeit sein, um ein Durchbrennen oder eine Beeinträchtigung der Erdung unter Fehlerbedingungen zu vermeiden. Eine Trennwand muss entweder mindestens 0,45 mm dick und an einem starren, geerdeten Metallteil des Gerätes angebracht sein oder bei geringerer Dicke 10.6.3 entsprechen.

Wenn eine nichtmetallische isolierende Trennwand mit geeigneter Kriechstromzahl zwischen den leitfähigen Teilen angeordnet ist, müssen die Luft- und Kriechstrecken und die anderen Trennabstände um die Trennwand herum gemessen werden, falls die Trennwand eine Dicke von mindestens 0,9 mm besitzt, oder bei geringerer Dicke 10.6.3 entsprechen.

ANMERKUNG 2 Bewertungsverfahren sind in Anhang C aufgeführt.

6.3.1.1 Trennabstände nach Tabelle 5

Bei den Schutzniveaus „ia“ und „ib“ müssen kleinere Trennabstände, die geringer als die in Tabelle 5 festgelegten Werte, jedoch größer als oder gleich einem Drittel von diesem Wert sind, als zählbaren Kurzschlussfehlern unterliegend angesehen werden, sofern hierdurch die Eigensicherheit beeinträchtigt wird.

Sind die Trennabstände geringer als ein Drittel der in Tabelle 5 festgelegten Werte, so müssen sie bei den Schutzniveaus „ia“ und „ib“ als nichtzählbaren Kurzschlussfehlern unterliegend angesehen werden, sofern hierdurch die Eigensicherheit beeinträchtigt wird.

Sind die Trennabstände geringer als die in Tabelle 5 festgelegten Werte, so müssen sie bei dem Schutzniveau „ic“ als Kurzschlüsse angesehen werden, sofern hierdurch die Eigensicherheit beeinträchtigt wird.

6.3.1.2 Trennabstände nach Anhang F

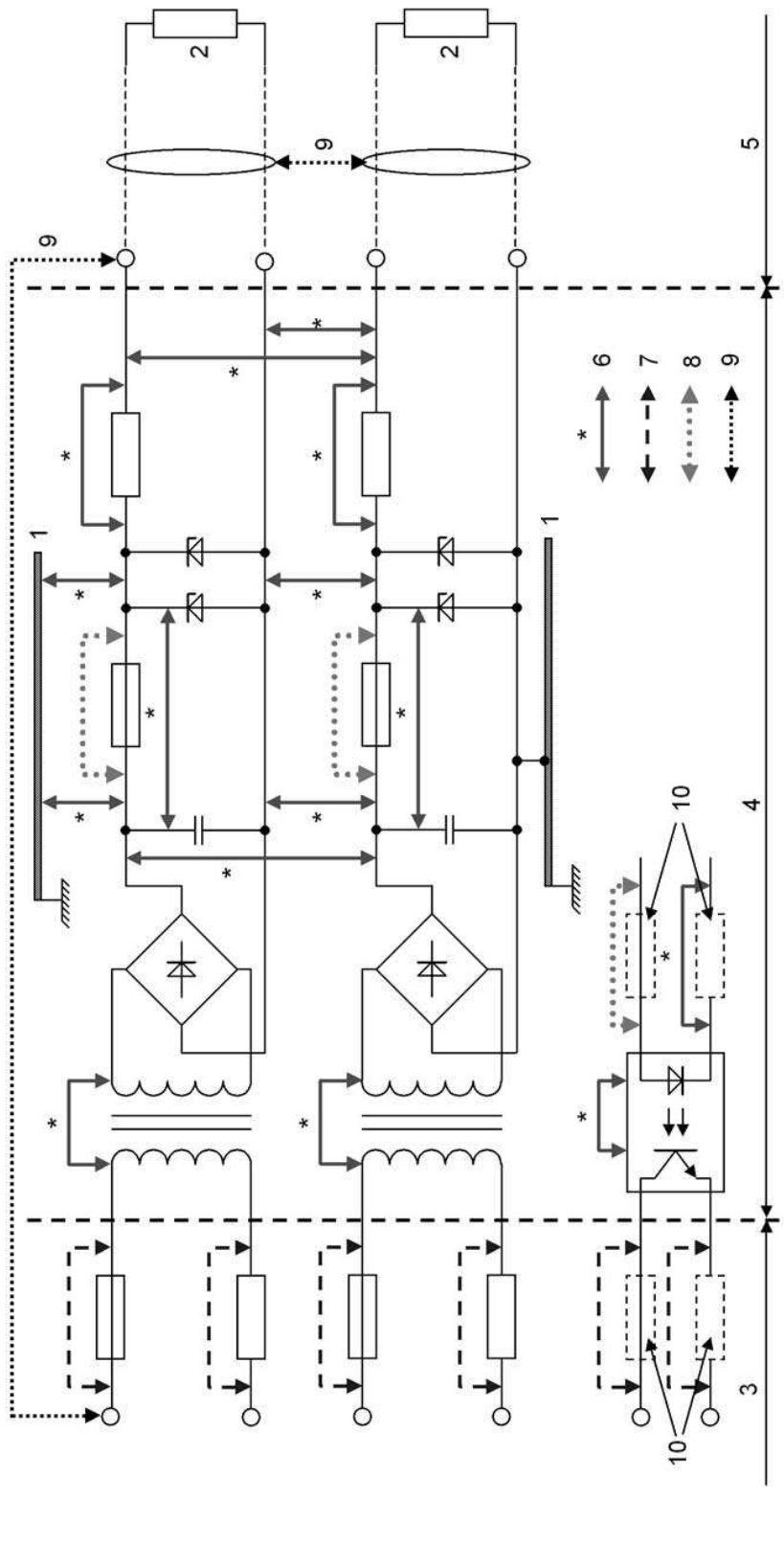
Sind die Trennabstände geringer als die in Anhang F festgelegten Werte, so müssen sie bei den Schutzniveaus „ia“ und „ib“ als nichtzählbaren Kurzschlussfehlern unterliegend angesehen werden, sofern hierdurch die Eigensicherheit beeinträchtigt wird.

Für die Schutzniveaus „ia“ und „ib“ müssen diese als den in F.3.1 angegebenen Fehlern unterliegend angesehen werden.

Sind die Trennabstände geringer als die in Anhang F festgelegten Werte, so müssen sie bei dem Schutzniveau „ic“ als Kurzschlüsse angesehen werden, sofern hierdurch die Eigensicherheit beeinträchtigt wird.

Tabelle 5 – Luft- und Kriechstrecken und Trennabstände

1 Spannung (Spitzenwert) V	2 Luftstrecke mm		3 Trennabstand durch Vergussmasse mm		4 Trennabstand durch feste Isolierung mm		5 Kriechstrecke in Luft mm		6 Kriechstrecke unter der Schutzschicht mm		7 Kriechstromzahl (CTI)	
	ia, ib	ic	ia, ib	ic	ia, ib	ic	ia, ib	ic	ia, ib	ic	ia	ib, ic
Schutzniveau												
10	1,5	0,4	0,5	0,2	0,5	0,2	1,5	1,0	0,5	0,3	—	
30	2,0	0,8	0,7	0,2	0,5	0,2	2,0	1,3	0,7	0,3	100	100
60	3,0	0,8	1,0	0,3	0,5	0,3	3,0	1,9	1,0	0,6	100	100
90	4,0	0,8	1,3	0,3	0,7	0,3	4,0	2,1	1,3	0,6	100	100
190	5,0	1,5	1,7	0,6	0,8	0,6	8,0	2,5	2,6	1,1	175	175
375	6,0	2,5	2,0	0,6	1,0	0,6	10,0	4,0	3,3	1,7	175	175
550	7,0	4,0	2,4	0,8	1,2	0,8	15,0	6,3	5,0	2,4	275	175
750	8,0	5,0	2,7	0,9	1,4	0,9	18,0	10,0	6,0	2,9	275	175
1 000	10,0	7,0	3,3	1,1	1,7	1,1	25,0	12,5	8,3	4,0	275	175
1 300	14,0	8,0	4,6	1,7	2,3	1,7	36,0	13,0	12,0	5,8	275	175
1 575	16,0	10,0	5,3		2,7		49,0	15,0	16,3	*	275	175
3 300		18,0	9,0		4,5			32,0				
4 700		22,0	12,0		6,0			50,0				
9 500		45,0	20,0		10,0			100,0				
15 600		70,0	33,0		16,5			150,0				
ANMERKUNG Vom Hersteller muss der Nachweis erbracht werden, dass die Isolierstoffe die CTI-Anforderungen erfüllen. Bei Spannungen von bis zu 10 V braucht keine Kriechstromzahl für Isolierstoffe festgelegt zu werden.												



Legende

- 1 Chassis
- 2 Last
- 3 nichteigensicherer Stromkreis, der mit U_m definiert ist
- 4 Teil des eigensicheren Stromkreises, der selbst nichteigensicher ist
- 5 eigensicherer Stromkreis
- 6 Maße, für die Tabelle 5 gilt
- 7 Maße, für die allgemeine Industrienormen gelten
- 8 Maße nach 7.3
- 9 Maße nach 6.2.1 für Ausgangsklemmen zwischen getrennten eigensicheren Stromkreisen und nichteigensicheren Stromkreisen
- 10 falls erforderlich

Bild 2 – Beispiel für die Trennung von leitfähigen Teilen

6.3.2 Spannung zwischen leitfähigen Teilen

Die Spannung, die bei der Anwendung von Tabelle 5 oder Anhang F Berücksichtigung findet, muss die Spannung zwischen zwei beliebigen leitfähigen Teilen sein, deren Trennung einen Einfluss auf die Zündschutzart des betrachteten Stromkreises hat; das ist z. B. (siehe Bild 2) die Spannung zwischen einem eigensicheren Stromkreis und

- einem Teil desselben Stromkreises, der nicht eigensicher ist, oder
- nichteigensicheren Stromkreisen oder
- anderen eigensicheren Stromkreisen.

Der zu berücksichtigende Spannungswert muss einer der nachstehend angegebenen sein, falls zutreffend:

- a) Bei Stromkreisen, die innerhalb des elektrischen Betriebsmittels galvanisch getrennt sind, muss der zu berücksichtigende Spannungswert zwischen den Stromkreisen die höchste Spannung sein, die an der Trennung auftreten kann, wenn die beiden Stromkreise an einem beliebigen Punkt zusammengeschaltet werden, ermittelt aus
- den Bemessungsspannungen der Stromkreise oder
 - den vom Hersteller festgelegten höchsten Spannungen, die ohne Beeinträchtigung der Sicherheit an die Stromkreise angelegt werden dürfen, oder
 - allen innerhalb desselben elektrischen Betriebsmittels erzeugten Spannungen.

Falls eine der Spannungen weniger als 20 % des Wertes der anderen beträgt, ist sie zu vernachlässigen. Netzversorgungsspannungen müssen ohne Hinzufügen der genormten Grenzwerte des Netzes berücksichtigt werden. Für solche sinusförmigen Spannungen muss folgende Scheitelspannung angenommen werden:

$\sqrt{2} \times \text{Effektivwert der Bemessungsspannung.}$

- b) Zwischen den Teilen eines Stromkreises: der maximale Scheitelwert der Spannung, die in irgendeinem Teil dieses Stromkreises vorhanden sein kann. Dies kann die Summe der Spannungen der verschiedenen, an diesen Stromkreis angeschlossenen Quellen sein. Eine Spannung darf vernachlässigt werden, wenn sie kleiner als 20 % der anderen ist.

Falls zutreffend, müssen in allen Fällen die Spannungen, die unter den im Abschnitt 5 festgelegten Fehlerbedingungen auftreten, zur Bestimmung des Höchstwertes verwendet werden.

Für jede äußere Spannung muss der für die betreffenden Anschlussteile angegebene Wert U_m oder U_i angenommen werden. Transiente Spannungen, die im Stromkreis auftreten können, bevor eine Schutzeinrichtung, wie z. B. eine Schmelzsicherung, den Stromkreis unterbricht, sind bei der Beurteilung der Kriechstrecken außer Acht zu lassen, bei der Beurteilung von Luftstrecken jedoch zu berücksichtigen.

6.3.3 Luftstrecke

Beim Messen oder Beurteilen von Luftstrecken zwischen leitfähigen Teilen müssen Isolierwände mit einer Dicke von weniger als 0,9 mm oder solche, die nicht mit 10.6.3 übereinstimmen, vernachlässigt werden. Andere Isolierteile müssen mit Spalte 4 von Tabelle 5 übereinstimmen.

Für Spannungen mit einem höheren Scheitelwert als 1 575 V muss eine dazwischen liegende isolierende Trennwand oder eine geerdete metallische Trennwand verwendet werden. In beiden Fällen muss die Trennwand 6.3.1 entsprechen.

6.3.4 Trennabstände im Verguss

Die Vergussmasse muss die Anforderungen von 6.6 erfüllen. Für diejenigen Teile eines Betriebsmittels, die eine Vergusskapselung erfordern, müssen die Mindesttrennabstände zwischen eingegossenen leitfähigen Teilen und Bauteilen und der freien Oberfläche der Vergussmasse mindestens die Hälfte der in Tabelle 5, Spalte 3 angegebenen Werte betragen, wobei ein Mindestwert von 1 mm gilt. Wenn die Vergussmasse in direktem Kontakt mit einem Gehäuse aus Isolierstoff steht, das die Anforderungen von Tabelle 5, Spalte 4, erfüllt, und an diesem anhaftet, ist keine weitere Trennung erforderlich (siehe Bild D.1).

Die Isolierung des eingegossenen Stromkreises muss 6.3.12 entsprechen.

Der Ausfall eines eingegossenen oder hermetisch dichten Bauteils, wie z. B. eines Halbleiters, das nach 7.1 verwendet wird und bei dem die inneren Luftstrecken und Abstände im Verguss nicht festgelegt sind, ist als ein einzelner zählbarer Fehler zu betrachten.

ANMERKUNG Weitere Anleitungen werden in Anhang D gegeben.

6.3.5 Trennabstände durch feste Isolierung

Feste Isolierung ist eine Isolierung, die gespritzt oder gepresst, aber nicht gegossen wurde. Sie muss eine Spannungsfestigkeit besitzen, die 6.3.12 entspricht, wenn der Trennabstand nach Tabelle 5 oder Anhang F eingehalten wird. Der Höchststrom in der isolierten Verdrahtung darf die vom Hersteller des Drahtes festgelegte Belastbarkeit nicht überschreiten.

ANMERKUNG 1 Falls der Isolator aus zwei oder mehreren Teilen aus elektrischem Isolierstoff hergestellt ist, die fest miteinander verbunden sind, darf der Verbund als fest angesehen werden.

ANMERKUNG 2 Für die Anwendung dieser Norm wird feste Isolierung als vorgefertigt angesehen, z. B. als Platte oder Isolierschlauch oder elastomere Isolierung auf Drähten.

ANMERKUNG 3 Lack und ähnliche Überzüge gelten nicht als feste Isolierung.

ANMERKUNG 4 Die Trennung zwischen benachbarten Leiterbahnen auf Zwischenschichten von Leiterplatten sollte als Trennabstand durch feste Isolierung betrachtet werden.

6.3.6 Zusammengesetzte Trennabstände

Falls es sich um zusammengesetzte, Tabelle 5 entsprechende Trennabstände handelt, z. B. eine Kombination aus Luftstrecke und Isolierung, ist der gesamte Trennabstand mittels Umrechnung aller Trennabstände auf eine der Spalten von Tabelle 5 zu berechnen. Zum Beispiel bei 60 V:

Luftstrecke (Spalte 2) = $6 \times$ Trennabstand durch die feste Isolierung (Spalte 4);

Luftstrecke (Spalte 2) = $3 \times$ Trennabstand durch die Vergussmasse (Spalte 3);

gleichwertige Luftstrecke = tatsächliche Luftstrecke + $(3 \times \text{jeder zusätzliche Abstand im Verguss}) + (6 \times \text{jeder zusätzliche Abstand durch feste Isolierung})$.

Im Falle der Schutzniveaus „ia“ und „ib“ darf das oben erzielte Ergebnis für nichtstöranfällige Trennabstände nicht kleiner als der in Tabelle 5 festgelegte Luftstreckenwert sein.

Jede Luftstrecke oder jeder Trennabstand, die (der) unter einem Drittel des maßgeblichen in Tabelle 5 festgelegten Wertes liegt, muss bei der Berechnung vernachlässigt werden.

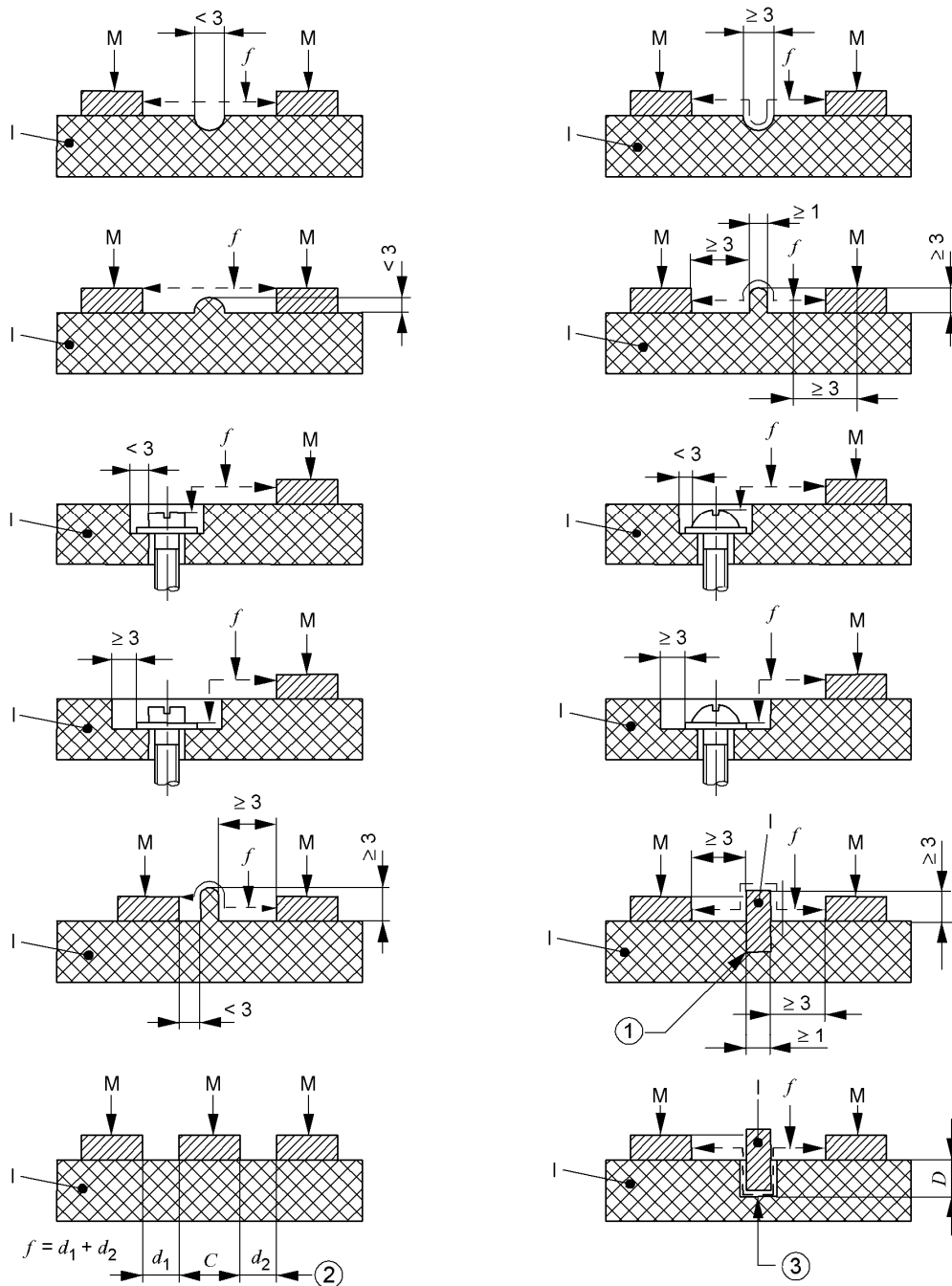
Für das Schutzniveau „ic“ dürfen die oben angegebenen Ergebnisse nicht kleiner sein als der in Tabelle 5 festgelegte Luftstreckenwert.

6.3.7 Kriechstrecken in Luft

Für die in Tabelle 5, Spalte 5 festgelegten Kriechstrecken in Luft muss der Isolierstoff der Tabelle 5, Spalte 7 entsprechen, die die nach IEC 60112 gemessene Mindestkriechstromzahl (CTI) festlegt. Das Verfahren zur Messung oder zur Beurteilung dieser Abstände muss Bild 3 entsprechen.

Wenn eine Fuge verklebt ist, müssen die Isoliereigenschaften des Klebstoffs denen des angrenzenden Werkstoffs gleichwertig sein.

Setzt sich die Kriechstrecke aus mehreren kürzeren Abständen zusammen, z. B. wenn ein leitfähiges Teil dazwischengesetzt ist, dürfen Abstände von weniger als einem Drittel des betreffenden Wertes in Tabelle 5, Spalte 5 nicht berücksichtigt werden. Für Scheitelspannungen über 1 575 V muss eine dazwischengesetzte isolierende Trennwand oder eine geerdete Metallwand verwendet werden. In beiden Fällen muss die Trennwand 6.3.1 entsprechen.



Legende

f Kriechstrecke

M Metall

I Isolierstoff

① Verklebte Fuge

② Das mittlere Metallteil ist nicht elektrisch angeschlossen.

③ Nicht verklebte Fuge. Hervorstehende Höhe der Trennwand $> D$

Bild 3 – Bestimmung von Kriechstrecken (Anmerkung: Bild 3 ist noch immer zu berichtigen. Siehe Kommentar Nr. 93 im Dokument 31G/177A/INF)

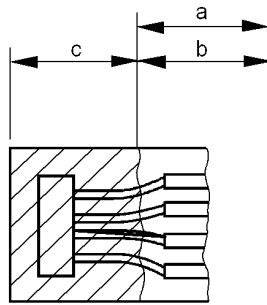


Bild 4 a) – Teilweise beschichtete Leiterplatte

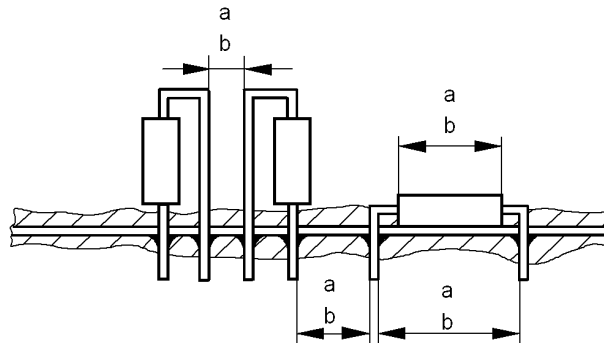


Bild 4 b) – Leiterplatte mit vorstehenden Lötanschlussdrähten

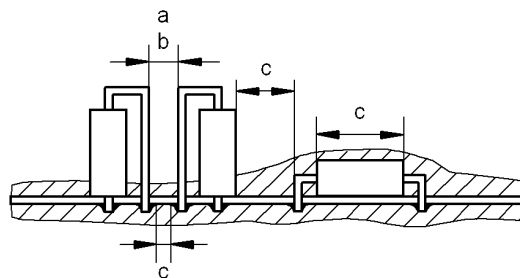


Bild 4 c) – Leiterplatte mit umgebogenen oder abgeschnittenen Lötanschlussdrähten

ANMERKUNG Die Dicke der Schutzschicht ist nicht maßstabsgerecht dargestellt.

Legende

- a Es gelten die Anforderungen von 6.3.3 für Luftstrecken.
- b Es gelten die Anforderungen von 6.3.7 für Kriechstrecken in Luft.
- c Es gelten die Anforderungen von 6.3.8 für Kriechstrecken unter einer Schutzschicht.

Bild 4 – Kriech- und Luftstrecken auf Leiterplatten

6.3.8 Kriechstrecke unter einer Schutzschicht

Eine konforme, d. h. den Anforderungen entsprechende Schutzschicht muss den Kriechweg zwischen den betreffenden Leitern gegen das Eindringen von Feuchtigkeit und Verunreinigungen abdichten und eine dauerhaft wirksame unversehrte Abdichtung ergeben. Sie muss an den leitfähigen Teilen und am Isolierstoff haften. Falls die Schutzschicht aufgespritzt wird, sind zwei einzelne Schichten aufzutragen.

Eine Lötmaske allein ist nicht als konforme Schutzschicht anzusehen, kann aber unter der Voraussetzung, dass sie beim Löten nicht beschädigt wurde, als eine von zwei Schutzschichten angesehen werden, falls eine weitere Schutzschicht aufgebracht wird. Andere Anwendungsverfahren erfordern nur eine Schutzschicht; zu diesen gehören z. B. die Tauchbeschichtung, das Aufbringen mit Pinseln oder die Vakuumtränkung. Eine Löt-

E DIN IEC 60079-11 (VDE 0170-7):2008-04

maske, die die Anforderungen von Anhang F an Beschichtungen des Typs 1 erfüllt, wird als konforme Beschichtung betrachtet und es ist keine weitere Beschichtung erforderlich. Der Hersteller muss die Konformität in Übereinstimmung mit Anhang F nachweisen.

ANMERKUNG 1 Es ist keine Anforderung der vorliegenden Norm, die Konformität der Angaben des Herstellers der Beschichtung zu verifizieren.

Das bei der Beschichtung der Leiterplatte angewendete Verfahren muss in der Dokumentation nach Abschnitt 24 von IEC 60079-0 festgelegt sein. Gilt die Schutzschicht als geeignet, um zu verhindern, dass leitfähige Teile, wie z. B. Lötstellen und Anschlussleitungen von Bauelementen, durch die Schutzschicht dringen, so muss dies in der Dokumentation angegeben sein und durch Untersuchungen bestätigt werden. Die Abstände innerhalb der Schutzschicht müssen Tabelle 5, Spalte 6 entsprechen.

Wenn blanke Leiter oder leitfähige Teile aus der Schutzschicht herausragen, muss die Kriechstromzahl (CTI) in Tabelle 5, Spalte 7 sowohl für die Isolierung als auch für die Schutzschicht gelten.

ANMERKUNG 2 Das Konzept der Kriechstrecke unter der Schutzschicht wurde für ebene Oberflächen entwickelt, wie z. B. nicht flexible Leiterplatten. Flexible Leiterplatten müssen eine geeignete elastische Beschichtung besitzen, die nicht reißt. Gravierende Abweichungen von dieser Form erfordern eine besondere Betrachtungsweise.

6.3.9 Anforderungen an bestückte Leiterplatten

Falls die Kriech- und Luftstrecken die Eigensicherheit des elektrischen Betriebsmittels beeinflussen, müssen Leiterplatten dem Folgenden entsprechen (siehe Bild 4):

Wenn eine Leiterplatte mit einer 6.3.8 entsprechenden Schutzschicht versehen ist, gelten die Anforderungen von 6.3.3 und 6.3.7 nur für die außerhalb der Schutzschicht liegenden leitfähigen Teile, einschließlich zum Beispiel;

Leiterbahnen, die aus der Schutzschicht heraustreten;

der freien Oberfläche einer Leiterplatte, die nur auf einer Seite beschichtet ist;

blanker Teile von Bauteilen, die aus der Schutzschicht herausragen können.

- d) Die Anforderungen von 6.3.8 gelten für Stromkreise oder Teile von Stromkreisen und deren befestigte Bauteile, wenn die Schutzschicht die Anschlussstifte, Lötstellen und leitfähigen Teile aller Bauteile bedeckt.
- e) Falls ein Bauteil über oder unmittelbar neben Leiterbahnen einer Leiterplatte angebracht ist, muss das Auftreten eines nicht zählbaren Fehlers zwischen dem leitfähigen Teil des Bauteils und der Leiterbahn in Betracht gezogen werden, es sei denn:
 - i) die Trennung zwischen dem leitfähigen Teil des Bauteils und der Leiterbahn entspricht 6.3.1 oder
 - ii) der Ausfall führt zu einem weniger ungünstigen Zustand.

6.3.10 Trennung durch geerdete Schutzschirme

Falls die Trennung zwischen Stromkreisen oder Teilen von Stromkreisen durch einen metallischen Schutzschirm erfolgt, müssen der Schutzschirm und alle Verbindungen zu ihm den maximal möglichen Strom leiten können, mit dem sie nach Abschnitt 5 dauernd belastet werden könnten.

Falls die Verbindung durch einen Steckverbinder hergestellt wird, muss dieser nach 6.4 aufgebaut sein.

6.3.11 Innere Verdrahtung

Die Isolierung, ausgenommen Lacke und ähnliche Überzüge, auf den Leitern der inneren Verdrahtung muss als feste Isolierung angesehen werden (siehe 6.3.5).

Die Trennung von Leitern muss durch Addition der radialen Dicken der extrudierten Isolierung auf den Drähten, die entweder als getrennte Drähte oder in einem Kabelbaum bzw. in einem Kabel nebeneinander liegen, ermittelt werden.

Der Abstand zwischen den Leitern jeder Ader eines eigensicheren Stromkreises und denen eines nichteigensicheren Stromkreises muss Tabelle 5, Spalte 4 entsprechen, wobei die Anforderungen von 6.3.6 zu berücksichtigen sind, außer in folgenden Fällen:

- Die Adern entweder des eigensicheren oder des nichteigensicheren Stromkreises sind von einem geerdeten Schirm umgeben oder
- bei elektrischen Betriebsmitteln der Schutzniveaus „ib“ und „ic“ ist die Isolierung der eigensicheren Adern in der Lage, dem Effektivwert einer Prüfwechselspannung von 2 000 V standzuhalten.

ANMERKUNG Eine Möglichkeit, eine Isolierung zu erreichen, die dieser Prüfspannung standhalten kann, ist das Aufziehen eines Isolierschlauches über die Ader.

6.3.12 Anforderungen an die Durchschlagfestigkeit

Die Isolierung zwischen einem eigensicheren Stromkreis und dem Chassis des elektrischen Betriebsmittels oder Teilen, die geerdet sein können, muss üblicherweise imstande sein, bei der in 10.3 beschriebenen Prüfung dem Effektivwert einer Prüfwechselspannung vom doppelten Wert der Spannung des eigensicheren Stromkreises oder 500 V standzuhalten; je nachdem, welcher Wert höher ist.

Erfüllt der Stromkreis diese Anforderung nicht, so muss das Betriebsmittel mit der Kennzeichnung X versehen werden und müssen in der Dokumentation die für den vorschriftsmäßigen Einbau notwendigen Informationen enthalten sein.

Die Isolierung zwischen einem eigensicheren Stromkreis und einem nichteigensicheren Stromkreis muss einer Prüfwechselspannung mit einem Effektivwert von $2 U + 1\,000\text{ V}$, mindestens jedoch einem Effektivwert von 1 500 V standhalten, wobei U die Summe der Effektivwerte der Spannungen im eigensicheren und im nichteigensicheren Stromkreis ist.

Falls ein Durchschlag zwischen getrennten eigensicheren Stromkreisen einen unsicheren Zustand hervorgerufen könnte, muss die Isolierung zwischen diesen Stromkreisen einer Prüfwechselspannung mit dem Effektivwert von $2 U$, mindestens jedoch einem Effektivwert von 500 V, standhalten, wobei U die Summe der Effektivwerte der Spannungen der betrachteten Stromkreise ist.

6.3.13 Relais

Ist die Spule eines Relais mit einem eigensicheren Stromkreis verbunden, so dürfen die Kontakte bei ungestörtem Betrieb die Bemessungswerte des Herstellers nicht überschreiten und nicht mehr als den Nennwert von 5 A Effektivwert oder 250 V Effektivwert oder 100 VA schalten. Falls die durch die Kontakte geschalteten Werte höher sind, aber 10 A oder 500 VA nicht überschreiten, müssen die in Tabelle 5 angegebenen Werte der Kriech- und Luftstrecken für die entsprechende Spannung verdoppelt werden.

Bei höheren Werten dürfen eigensichere und nichteigensichere Stromkreise nur dann an dasselbe Relais angeschlossen werden, wenn sie durch 6.3.1 eine geerdete Metalltrennwand oder eine Kriechstreckenverlängerung getrennt sind. Die Maße einer solchen Kriechstreckenverlängerung müssen die beim Betrieb des Relais auftretende Ionisierung berücksichtigen, die im Allgemeinen größere Kriech- und Luftstrecken verlangt, als in Tabelle 5 angegeben.

Falls ein Relais Kontakte für eigensichere Stromkreise und andere Kontakte für nichteigensichere Stromkreise hat, müssen die eigensicheren und die nichteigensicheren Kontakte durch eine geerdete Metalltrennwand oder eine Kriechstreckenverlängerung getrennt sein, die neben den Anforderungen von Tabelle 5 auch die von 6.3.1 erfüllen. Das Relais muss so aufgebaut sein, dass gebrochene oder beschädigte Kontaktanordnungen sich nicht verschieben können und so die Trennung zwischen eigensicheren und nichteigensicheren Stromkreisen beeinträchtigen.

Alternativ darf die Trennung von Relais unter Anwendung von Anhang F beurteilt werden, wobei die in Anhang F aufgeführten Umgebungsbedingungen und die geltenden Überspannungskategorien zu berücksichtigen sind. In diesem Fall gelten die oben angegebenen Anforderungen an geerdete Metalltrennwände und Kriechstreckenverlängerungen ebenfalls. Falls die geerdete Metalltrennwand oder die Kriechstreckenverlängerung in einem geschlossenen Relaisgehäuse untergebracht ist, muss 10.6.3 auf das geschlossene Relais-

E DIN IEC 60079-11 (VDE 0170-7):2008-04

gehäuse und nicht auf die geerdete Metalltrennwand oder die Kriechstreckenverlängerung selbst angewendet werden.

a) Schutz gegen Verpolung

Innerhalb des eigensicheren Betriebsmittels muss ein Schutz vorgesehen werden, um die Aufhebung der Zündschutzart durch Verpolung der Versorgungsspannung zu diesem Betriebsmittel oder an Verbindungen zwischen den Zellen einer Batterie, wo diese auftreten könnte, zu vermeiden. Für diesen Zweck gilt eine einzelne Diode als ausreichend.

6.4 Erdleiter, Erdverbindungen und Erdanschlussklemmen

Falls die Erdung, z. B. von Gehäusen, Leitern, metallischen Schutzschirmen, Leiterbahnen auf Leiterplatten, Schirmkontakten in Steckverbindern oder von Sicherheitsbarrieren mit Dioden, zur Aufrechterhaltung der Zündschutzart gefordert ist, muss der Querschnitt aller für diesen Zweck verwendeten Leiter, Steckverbinder und Anschlussklemmen für den maximal möglichen Strom ausreichend bemessen sein, mit dem sie unter den in Abschnitt 5 festgelegten Bedingungen dauernd belastet würden. Darüber hinaus müssen die Bauteile Abschnitt 7 entsprechen.

Falls ein Steckverbinder geerdete Stromkreise enthält und die Zündschutzart von diesen abhängt, muss der Steckverbinder mindestens drei unabhängige Verbindungselemente für Stromkreise des Schutzniveaus „ia“ und mindestens zwei für Stromkreise des Schutzniveaus „ib“ enthalten (siehe Bild 5). Diese Elemente müssen parallel angeschlossen sein. Falls der Steckverbinder schräg entfernt werden kann, muss an jedem Steckverbinderende oder in dessen Nähe ein Verbindungselement vorhanden sein.

Anschlussklemmen müssen in ihren Halterungen befestigt, gegen Selbstlockern gesichert und so ausgeführt sein, dass die Leiter nicht aus der vorgesehenen Lage herausrutschen können. Sie müssen guten Kontakt ohne Beschädigung der Leiter sicherstellen, selbst wenn Litzendrähte in Anschlussklemmen verwendet werden, die für direktes Anklemmen der Drähte vorgesehen sind. Der durch die Anschlussklemmen hergestellte Kontakt darf auch durch Temperaturwechsel im ungestörten Betrieb nicht nennenswert beeinträchtigt werden. Anschlussklemmen, die für den Anschluss von Litzendrähten vorgesehen sind, müssen mit einem federnden Zwischenstück ausgestattet sein. Anschlussklemmen für Leiterquerschnitte bis 4 mm² müssen so ausgebildet sein, dass auch Leiter mit kleinerem Querschnitt korrekt angeschlossen werden können. Für Anschlussklemmen, die den Anforderungen von IEC 60079-7 entsprechen, werden diese Anforderungen als erfüllt betrachtet.

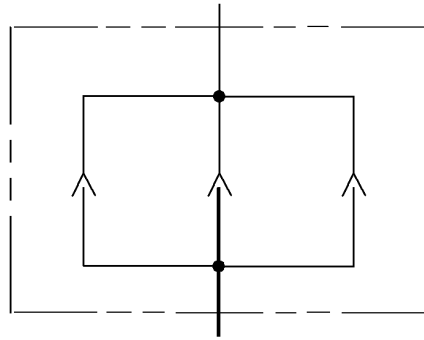


Bild 5 a) – Beispiel für drei unabhängige Verbindungselemente

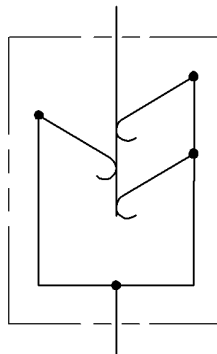


Bild 5 b) – Beispiel für drei Verbindungselemente, die nicht voneinander unabhängig sind

Bild 5 – Beispiele für unabhängige und nicht unabhängige Verbindungselemente

Folgende dürfen nicht verwendet werden:

- a) Anschlussklemmen mit scharfen Kanten, die die Leiter beschädigen könnten;
- b) Anschlussklemmen, die sich beim üblichen Befestigen drehen, verdrehen oder bleibend verformen können;
- c) Isolierstoffe, die Kontaktdruck in Anschlussklemmen übertragen.

6.5 Vergusskapselung

Wird eine Vergussmasse verwendet, so muss sie folgende Anforderungen erfüllen:

- a) Sie muss eine vom Hersteller der Vergussmasse oder des elektrischen Betriebsmittels festgelegte Bemessungstemperatur haben, die mindestens ebenso hoch ist, wie die von jedem Bauteil unter den Bedingungen der Vergusskapselung erreichte Höchsttemperatur.

Alternativ müssen höhere Temperaturen als die angegebene Bemessungstemperatur der Vergussmasse unter der Voraussetzung akzeptiert werden, dass sie keine Schädigung der Vergussmasse verursachen. Falls die Temperatur der Vergusskapselung die Dauergebrauchstemperatur (en.: Continuous Operating Temperature, COT) überschreitet, darf dies nicht zu sichtbaren Schäden an der Vergussmasse führen, die die Zündschutzart beeinträchtigen würden, wie z. B. zu Rissen in der Vergussmasse, freiliegenden vergussgekapselten Teilen, Abblättern, unzulässiger Schrumpfung, Zersetzung oder Aufweichen. Darüber hinaus darf die Vergussmasse keine Anzeichen von Überhitzung zeigen.

- b) Sie muss auf ihrer freien Oberfläche eine Kriechstromzahl von mindestens dem in Tabelle 5 festgelegten Wert haben, falls blanke leitfähige Teile aus der Vergussmasse herausragen.
- c) Nur bei Werkstoffen, die die Prüfung nach 10.6.1 bestanden haben, darf die Oberfläche freiliegend und ungeschützt sein und somit einen Teil des Gehäuses bilden.
- d) Sie muss an allen leitfähigen Teilen, Bauteilen und Substraten haften, sofern die Vergussmasse diese nicht völlig umschließt.

E DIN IEC 60079-11 (VDE 0170-7):2008-04

- e) Sie muss durch die Werkstoff- und Typbezeichnung des Herstellers der Vergussmasse gekennzeichnet sein.

Bei eigensicheren Betriebsmitteln müssen alle Stromkreise eigensicher sein, die mit eingegossenen leitfähigen Teilen und/oder Bauelementen und/oder blanken, aus der Vergussmasse herausragenden Teilen verbunden sind. Fehlerzustände innerhalb der Vergussmasse müssen beurteilt werden, jedoch ist die Möglichkeit einer Funkenzündung innerhalb der Vergusskapselung außer Acht zu lassen.

Bei zugehörigen Betriebsmitteln müssen Fehlerzustände innerhalb der Vergussmasse beurteilt werden.

Die Vergussmasse darf keine Hohlräume aufweisen, mit der Ausnahme, dass die Vergusskapselung von Bauelementen mit Hohlräumen (Transistoren, Relais, Schmelzsicherungen usw.) zulässig ist.

Wenn Stromkreise, die mit eingegossenen leitfähigen Teilen und/oder Bauelementen und/oder blanken aus der Vergussmasse herausragenden Teilen verbunden sind, nicht eigensicher sind, müssen sie durch eine andere der in IEC 60079-0 aufgeführten Zündschutzarten geschützt werden.

ANMERKUNG Weitere Anleitungen sind dem Anhang D zu entnehmen.

Falls eine Vergussmasse verwendet wird, um die Zündfähigkeit heißer Bauelemente, wie z. B. Dioden und Widerstände, zu vermindern, müssen das Volumen und die Dicke der Vergussmasse darüber hinaus so beschaffen sein, dass die maximale Oberflächentemperatur der Vergussmasse auf den gewünschten Wert reduziert wird.

7 Bauelemente, von denen die Eigensicherheit abhängt

7.1 Bemessung von Bauelementen

Bei den Schutzniveaus „ia“ und „ib“ dürfen sowohl im ungestörten Betrieb als auch nach Anwendung der im Abschnitt 5 angegebenen Fehlerbedingungen die verbleibenden Bauelemente, von denen die Zündschutzart abhängt, mit Ausnahme von Bauteilen wie Transformatoren, Sicherungen, thermischen Auslösern, Relais, Optokopplern und Schaltern, mit nicht mehr als zwei Dritteln ihres maximalen Stromes, ihrer maximalen Spannung und ihrer maximalen Leistung, bezogen auf den Bemessungswert der Bauteile, die Einbaubedingungen und den festgelegten Temperaturbereich, betrieben werden. Beim Schutzniveau „ic“ dürfen Bauelemente, von denen die Zündschutzart abhängt, im ungestörten Betrieb mit nicht mehr als ihrem maximalen Strom und ihrer maximalen Spannung und mit nicht mehr als zwei Dritteln ihrer Leistung betrieben werden. Diese maximalen Bemessungswerte müssen die vom Hersteller der Bauelemente festgelegten bestimmungsgemäßen handelsüblichen Bemessungswerte sein.

ANMERKUNG 1 Transformatoren, Sicherungen, thermische Auslöser, Relais, Optokoppler und Schalter dürfen mit ihren üblichen Bemessungswerten betrieben werden, um ordnungsgemäß zu funktionieren.

Berücksichtigt werden müssen auch die Einflüsse der Einbaubedingungen und des vom Hersteller des elektrischen Betriebsmittels und in 5.1 und 5.2 von IEC 60079-0 festgelegten Umgebungstemperaturbereiches. Zum Beispiel darf bei einem Halbleiter die Verlustleistung nicht zwei Drittel derjenigen Verlustleistung überschreiten, die unter den gegebenen Einbaubedingungen erforderlich ist, um die maximal zulässige Sperrschichttemperatur zu erreichen.

In gleicher Weise sind Bauelemente zu bemessen, wenn sie außerhalb des explosionsgefährdeten Bereichs mit irgendeinem anderen Betriebsmittel verbunden werden, z. B. beim Aufladen, bei der regelmäßigen Wartung, beim Herunterladen von Daten, einschließlich der geforderten Fehlerbetrachtung in eigensicheren Betriebsmitteln.

Schaltungsintegrierte Programmiersteckverbinder, die für den Anwender nicht zugänglich sind und die nur bei der Herstellung, der Reparatur oder Überholung benutzt werden, sind von den Anforderungen dieses Abschnittes ausgenommen.

Für den Fall, dass ein Widerstand und ein Kondensator in Reihe geschaltet werden, um die Entladung des Kondensators zu begrenzen, darf die Leistungsaufnahme des Widerstands in Watt als numerisch gleich CU^2 berechnet werden, wobei C die Kapazität in Farad und U die Spannung in Volt ist.

Eine detaillierte Prüfung oder Analyse von Bauteilen und Baugruppen zur Bestimmung der Parameter, wie z. B. Spannung und Strom, auf die die Sicherheitsfaktoren angewendet werden, braucht nicht durchgeführt werden, da die Sicherheitsfaktoren in 5.2 und 5.3 die Notwendigkeit für eine detaillierte Prüfung oder Analyse ausschließen. So muss beispielsweise eine Zenerdiode, für die der Hersteller 10 V + 10 % angibt, mit dem Maximalwert von 11 V angesetzt werden, wobei dann Einflüsse wie z. B. die Spannungserhöhung infolge von Temperaturanstieg nicht berücksichtigt zu werden brauchen.

ANMERKUNG 2 Bei der Ermittlung der Bemessungsleistung oder der Sperrschichttemperatur sollten jedoch, wie bereits weiter oben in diesem Abschnitt angegeben, die Einbaubedingungen und die Umgebungstemperatur berücksichtigt werden.

7.2 Steckverbinder für innere Verbindungen, Steckkarten und Einsteckbauteile

Diese Steckverbinder müssen so ausgeführt sein, dass keine falsche Verbindung und keine Verwechslung mit anderen Steckverbindern desselben elektrischen Betriebsmittels möglich sind, außer wenn dadurch kein unsicherer Betriebszustand entstehen kann oder wenn die Steckverbinder so gekennzeichnet sind, dass eine falsche Verbindung offensichtlich ist.

Falls die Zündschutzart von einer Verbindung abhängt, muss ein Versagen der Verbindung in Bezug auf die Stromkreisunterbrechung als ein zählbarer Fehler nach Abschnitt 5 betrachtet werden.

Falls ein Steckverbinder geerdete Stromkreise führt und die Zündschutzart von der Erdverbindung abhängt, muss der Steckverbinder nach 6.4 aufgebaut sein.

7.3 Schmelzsicherungen

Falls Schmelzsicherungen verwendet werden, um andere Bauelemente zu schützen, muss ein kontinuierlich fließender Strom von $1,7 I_n$ angenommen werden. Der Kaltwiderstand der Sicherung bei der tiefsten festgelegten Umgebungstemperatur kann als nichtstöranfälliger Widerstand nach 8.4 für die Strombegrenzung angenommen werden. (Ohne verfügbare Informationen kann dieser als Mindestwiderstand bei der tiefsten festgelegten Umgebungstemperatur angenommen werden, wenn 10 Prüflinge nach 10.4 gemessen werden.) Die Auslösekennlinie der Sicherung muss sicherstellen, dass die Übergangsbemessungswerte der geschützten Bauelemente nicht überschritten werden. Falls die Auslösekennlinie der Sicherung in den Herstellerdaten nicht angegeben ist, muss an mindestens 10 Prüflingen eine Typprüfung nach 10.4 durchgeführt werden. Diese Prüfung zeigt das Vermögen des Prüflings, allen 1,5fachen Übergangswerten standzuhalten, die beim Anlegen von U_m über einer Schmelzsicherung auftreten können.

Bei den Schutzniveaus „ia“ und „ib“ müssen Schmelzsicherungen, die Strom führen können, wenn sie sich in explosionsfähigen Atmosphären befinden, nach 6.5 vergussgekapstelt sein.

Beim Schutzniveau „ic“ wird das Durchbrennen von Sicherungen hinsichtlich thermischer Zündungen nicht berücksichtigt.

Falls Sicherungen vergussgekapstelt sind, darf die Vergussmasse nicht in das Innere der Sicherung eindringen. Eine Prüfung an Prüflingen nach 10.6.2 oder eine Erklärung des Sicherungsherstellers, die die Verwendbarkeit der Schmelzsicherung für die Vergussgekapsteltung bestätigt, erfüllt diese Anforderung. Andernfalls muss die Schmelzsicherung vor der Vergussgekapsteltung abgedichtet werden.

Schmelzsicherungen zum Schutz von Bauelementen dürfen nur nach dem Öffnen des Gehäuses des elektrischen Betriebsmittels austauschbar sein. Für auswechselbare Schmelzsicherungen müssen die Typenbezeichnung und der Bemessungswert der Schmelzsicherung, I_n , oder die für die Eigensicherheit maßgeblichen Kennwerte in der Nähe der Schmelzsicherungen angegeben sein.

Schmelzsicherungen brauchen die Anforderungen von Tabelle 5 nicht zu erfüllen, müssen jedoch eine Bemessungsspannung von mindestens U_m (oder U_i in eigensicheren Betriebsmitteln und Stromkreisen) haben.

E DIN IEC 60079-11 (VDE 0170-7):2008-04

Die allgemeinen Industrienormen für den Bau von Schmelzsicherungen und Sicherungshaltern müssen angewendet werden, und die Art des Einbaus einschließlich der Anschlussleitungen darf die für die Sicherung und den Sicherungshalter geltenden Luftstrecken, Kriechstrecken und Abstände nicht verringern. Falls dies für die Eigensicherheit erforderlich ist, müssen die Abstände zu anderen Teilen der Schaltung mit 6.1.1.1 oder 6.1.1.2 übereinstimmen.

ANMERKUNG 1 Mikrosicherungen nach IEC 60127 sind zulässig.

Eine Sicherung muss in der Lage sein, den maximal zu erwartenden Strom des Stromkreises, in dem sie installiert ist, zu unterbrechen. Bei elektrischen Versorgungsnetzen, in denen die Wechselspannung 250 V nicht überschreitet, liegt der zu erwartende Strom üblicherweise bei 1 500 A Wechselstrom. Das Schaltvermögen der Schmelzsicherung wird nach IEC 60127 oder ANSI/UL 248-1 bestimmt und der Hersteller muss einen Nachweis der Einhaltung dieser Anforderungen erbringen.

ANMERKUNG 2 In einigen Anlagen kann es sein, dass höhere Ströme zu erwarten sind, z. B. bei höheren Spannungen.

Falls zur Begrenzung des zu erwartenden Stromes auf einen Wert von höchstens dem Bemessungsschaltvermögen der Schmelzsicherung ein Strombegrenzer erforderlich ist, muss dieses Bauelement nach Abschnitt 8 nichtstöranfällig sein und seine Bemessungswerte müssen mindestens betragen:

- Bemessungsstrom $1,5 \times 1,7 \times I_n$;
- Bemessungsspannung U_m oder U_i ;
- Bemessungsleistung $1,5 \times (1,7 \times I_n)^2 \times \text{maximaler Widerstand des Begrenzungselementes}$.

Kriech- und Luftstrecken, die den strombegrenzenden Widerstand und seine unmittelbare Anschlussverdrahtung betreffen, müssen unter Verwendung einer Spannung von $1,7 \times I_n \times \text{maximaler Widerstandswert des strombegrenzenden Widerstandes}$ berechnet werden. Transiente Spannungen werden nicht berücksichtigt. Die Trennabstände zwischen dem Widerstand und anderen Teilen des Stromkreises müssen mit 6.3.1.1 oder 6.3.1.2 übereinstimmen.

7.4 Primär- und Sekundärzellen und -batterien

Entgegen 23.1 von IEC 60079-0 dürfen Zellen und Batterien in eigensicheren Betriebsmitteln parallel geschaltet werden, vorausgesetzt, dass die Eigensicherheit dadurch nicht beeinträchtigt wird.

ANMERKUNG Die Anforderung nach 23.2 von IEC 60079-0 für die Parallelschaltung von Batterien gilt nicht für Zellen und Batterien in zugehörigen Betriebsmitteln, sofern diese nicht durch eine der in IEC 60079-0 aufgeführten Zündschutzarten geschützt sind.

7.4.1 Allgemeines

Einige Arten von Zellen und Batterien, z. B. einige Lithiumzellen, können explodieren, wenn sie kurzgeschlossen oder verpolt geladen werden. Falls sich eine solche Explosion nachteilig auf die Eigensicherheit auswirken kann, muss durch ihren Hersteller bescheinigt werden, dass die Verwendung solcher Zellen und Batterien als sicher zur Verwendung in einem bestimmten eigensicheren oder zugehörigen Betriebsmittel anzusehen ist, wenn 5.2, 5.3 oder 5.4 angewendet wird, je nachdem, welcher Abschnitt zutrifft. Die Dokumentation und, falls praktisch durchführbar, die Kennzeichnung für das elektrische Betriebsmittel müssen auf die zu beachtenden Sicherheitsvorkehrungen aufmerksam machen.

Falls vorgesehen ist, dass der Benutzer die Batterie(n) selbst austauscht, muss das elektrische Betriebsmittel mit einem Warnschild nach 12.3 a) gekennzeichnet sein.

ANMERKUNG Es wird darauf hingewiesen, dass die Hersteller von Zellen oder Batterien oft Vorsichtsmaßnahmen für die Sicherheit von Personen festlegen.

7.4.2 Elektrolytausfluss und Belüftung

Zellen und Batterien müssen entweder so ausgeführt sein, dass kein Elektrolyt ausfließen kann, oder sie müssen vergussgekapstelt sein, um eine Beschädigung aller Bauteile, von denen die Sicherheit abhängt, durch den Elektrolyt zu verhindern. Zellen und Batterien müssen nach 10.5.2 geprüft werden oder es muss eine schriftliche Bestätigung vom Hersteller der Zellen oder Batterien eingeholt werden, dass das Produkt 10.5.2 entspricht. Wenn Zellen und Batterien, bei denen Elektrolyt austreten kann, nach 6.5 vergussgekapstelt werden, müssen sie nach der Vergusskapstelung nach 10.5.2 geprüft werden.

Falls das Betriebsmittel Zellen oder Batterien enthält, die in dem Betriebsmittel aufgeladen werden, muss der Batteriehersteller nachweisen, dass die Konzentration von Wasserstoff im freien Volumen des Batteriebehälters nicht auf über 2% Volumenanteil ansteigen kann, oder die Entgasungsöffnungen sämtlicher Zellen müssen so angeordnet sein, dass die ausströmenden Gase nicht in das Gehäuse des Betriebsmittels entlüftet werden, das elektrische oder elektronische Bauelemente oder Verbindungen enthält. Erfüllt das elektrische Betriebsmittel jedoch die Anforderungen an das Schutzniveau „ia“ oder „ib“ und an die Gerätegruppe IIC, so ist die Forderung nach Entgasungsöffnungen oder Begrenzung der Wasserstoffkonzentration hinfällig.

ANMERKUNG 1 Es ist keine Anforderung der vorliegenden Norm, dass die Einhaltung der Angaben des Herstellers der Batterien hinsichtlich der Wasserstoffkonzentration verifiziert werden muss.

Der Überdruck innerhalb des Batteriebehälters und der Zellen darf 30 kPa (0,3 bar) nicht übersteigen. Abgedichtete Batteriebehälter müssen nach 10.5.4 geprüft werden.

ANMERKUNG 2 Das lässt sich mit einer Entlüftungsöffnung erreichen.

ANMERKUNG 3 Bei abgedichteten Batterien ist ein höherer Druck zulässig, jedoch sollte jede Zelle dann mit einer Druckentlastungseinrichtung oder mit Mitteln zur Druckbegrenzung auf einen Wert ausgerüstet werden, dem die Zelle standhalten kann und der vom Hersteller angegeben ist.

7.4.3 Zellenspannungen

Die Zellenspannung für die Bewertung und Prüfung muss die sein, die in den Tabellen 10 und 11 von IEC 60079-0 festgelegt ist. Falls die betreffende Zelle in diesen Tabellen nicht aufgeführt ist, muss sie nach 10.5 zur Bestimmung der maximalen Leerlaufspannung geprüft werden, wobei als Nennspannung die vom Hersteller der Zellen festgelegte Spannung anzusetzen ist.

7.4.4 Innenwiderstand der Batterie oder Zelle

Falls erforderlich, muss der Innenwiderstand einer Batterie oder Zelle nach 10.5.3 ermittelt werden.

7.4.5 Batterien in Betriebsmitteln, die durch andere Zündschutzarten geschützt sind

ANMERKUNG 1 Dieser Abschnitt bezieht sich auf Betriebsmittel, die durch druckfeste Kapselung (oder andere Techniken) geschützt sind, die aber eine Batterie und zugehörige Stromkreise enthalten, die einen eigensicheren Schutz erfordern, wenn die Netzversorgung unterbrochen und das Gehäuse in der explosionsfähigen Atmosphäre geöffnet wird.

Das Batteriefach oder die Mittel zur Befestigung im Betriebsmittel muss (müssen) so aufgebaut sein, dass die Batterie ohne eine Beeinträchtigung der Eigensicherheit des elektrischen Betriebsmittels eingesetzt oder ausgewechselt werden kann.

Falls zur Begrenzung des aus der Batterie gezogenen Stroms ein strombegrenzender Widerstand verwendet wird, ist dieser Widerstand nach 7.1 zu bemessen. Strombegrenzende Widerstände in Reihe mit Zellen oder Batterien sind mit der maximalen Spannung U_m zu bemessen, es sei denn, sie sind anderweitig geschützt. In diesem Fall kann der Schutz durch Verwendung einer einzelnen Zenerdiode mit Bemessungswerten nach 7.1 erreicht werden.

ANMERKUNG 2 Falls ein Strombegrenzer erforderlich ist, um die Sicherheit des Batterieausgangs sicherzustellen, braucht dieser Strombegrenzer kein integrierter Bestandteil der Batterie zu sein.

7.4.6 Batterien, die in explosionsfähigen Atmosphären verwendet und ausgewechselt werden

Falls eine Batterie eine Strombegrenzung für die Sicherheit der Batterie selbst erfordert und zur Verwendung bzw. Auswechslung in explosionsfähigen Atmosphären vorgesehen ist, muss sie zusammen mit ihren Strombegrenzern eine vollständig auswechselbare Einheit bilden. Die Einheit muss so vergussgekapselt oder umschlossen sein, dass nur die eigensicheren Ausgangsanschlussteile und die geeignet geschützten eigensicheren Anschlussteile für Ladezwecke (falls vorhanden) zugänglich sind.

Die Einheit muss einer Fallprüfung nach 26.4.3 von IEC 60079-0 unterzogen werden, jedoch ohne vorher eine Stoßprüfung durchzuführen. Die konstruktive Ausführung der Einheit ist als angemessen anzusehen, wenn die Prüfung zu keinem Auswerfen oder keiner Abtrennung der Zellen aus der Einheit und/oder den Strombegrenzern führt, wodurch die Eigensicherheit der Einheit unwirksam gemacht würde.

7.4.7 Batterien, die in explosionsfähigen Atmosphären verwendet, aber nicht ausgewechselt werden

Falls die Zelle oder Batterie, die die Strombegrenzung für die Sicherheit der Batterie selbst erfordert, nicht für die Auswechslung in einer explosionsfähigen Atmosphäre vorgesehen ist, muss sie entweder nach 7.4.6 geschützt sein oder sie darf alternativ in einem Fach mit Sonderverschlüssen untergebracht sein, wie sie z. B. in IEC 60079-0 festgelegt sind. Sie muss zusätzlich Folgendes erfüllen:

- Das Zellen- oder Batteriegehäuse oder die Befestigungsmittel müssen so angeordnet sein, dass die Zelle oder Batterie ohne Beeinträchtigung der Eigensicherheit des elektrischen Betriebsmittels eingebaut und ausgewechselt werden kann.
- Einsatzbereite handgeführte oder am Körper getragene elektrische Betriebsmittel, wie z. B. Sprechfunkgeräte, müssen einer Fallprüfung nach 26.4.3 von IEC 60079-0, unterzogen werden, ohne vorher eine Stoßprüfung durchzuführen. Der Aufbau ist als angemessen anzusehen, wenn die Prüfung nicht zum Auswerfen oder zur Trennung der Zellen von dem Betriebsmittel führt, so dass die Eigensicherheit des elektrischen Betriebsmittels oder der Batterie beeinträchtigt werden würde.
- Das elektrische Betriebsmittel muss mit einem Warnschild, wie in 12.3 b) oder 29.8 b) von IEC 60079-0 festgelegt, gekennzeichnet sein.

7.4.8 Äußere Anschlüsse für das Laden von Batterien

Zellen- oder Batteriebaugruppen mit äußeren Anschlüssen zum Wiederaufladen müssen mit Mitteln versehen sein, die das Kurzschließen verhindern, oder aber verhindern, dass die Zellen und Batterien zündfähige Energie an die Anschlüsse liefern, wenn irgendein Anschlusspaar zufällig kurzgeschlossen wird. Dies muss auf folgende Weisen geschehen:

- In den Ladestromkreisen müssen in Sperrrichtung betriebene Dioden oder ein nichtstöranfälliger Reihenwiderstand angeordnet werden. Für das Schutzniveau „ia“ müssen drei Dioden verwendet werden, für das Schutzniveau „ib“ zwei Dioden und für das Schutzniveau „ic“ eine Diode. Um diese Dioden oder Widerstände während des Aufladens gegen Überstrom oder Überspannung zu schützen, muss entweder ein angemessenes Batterieladegerät festgelegt werden oder die Dioden oder der Widerstand müssen durch eine entsprechend bemessene Schmelzsicherung geschützt werden. Diese Schmelzsicherung muss entweder vergussgekapselt sein oder darf keinen Strom führen, wenn sie sich in einer explosionsfähigen Atmosphäre befindet.
- Für elektrische Betriebsmittel der Gruppe II muss der Schutzgrad durch das Gehäuse für einen angemessen geschützten Ladestromkreis mindestens IP30 betragen und es muss mit einem Warnschild, wie in 12.3 c) (29.11 b) von IEC 60079-0) festgelegt, gekennzeichnet sein. Die Trennabstände zwischen den Ladekontakten müssen 6.3 entsprechen, wobei die Leerlaufspannung der Batterie zu berücksichtigen ist.

7.4.9 Ausführung von Batterien

Die Fähigkeit zur Funkenzündung und die Oberflächentemperatur der Zellen und Batterien müssen nach 10.5.3 geprüft oder beurteilt werden. Der Zell- oder Batterieaufbau muss einem der folgenden Typen entsprechen:

- abgedichtete (gasdichte) Zellen oder Batterien;
- abgedichtete (ventilgeregelt) Zellen oder Batterien;