

	DIN EN 60079-18 (VDE 0170-9)	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 2007-10-31

Entwurf

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60079-18
(VDE 0170/0171-9):2005-01 und
DIN EN 60079-18 Berichtigung 1
(VDE 0170/0171-9 Berichtigung
1):2006-09

**Explosionsfähige Atmosphäre –
Teil 18: Betriebsmittel mit der Schutzart Vergusskapselung „m“
(IEC 31/694/CDV:2007);
Deutsche Fassung prEN 60079-18:2007**

Explosive Atmospheres –
Part 18: Equipment protection by encapsulation “m”
(IEC 31/694/CDV:2007);
German version prEN 60079-18:2007

Atmosphères explosives –
Partie 18: Protection du matériel par encapsulage “m”
(CEI 31/694/CDV:2007);
Version allemande prEN 60079-18:2007

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf 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 67 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

– Entwurf –

E DIN EN 60079-18 (VDE 0170-9):2007-09

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN 60079-18:2007 „Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 18: Betriebsmittel mit der Schutzart Vergusskapselung „m““ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (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. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 31/694/CDV:2007 „Explosive Atmospheres – Part 18: Equipment protection by encapsulation “m““ unverändert in den Entwurf prEN 60079-18:2007 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV 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 TC 31 „Equipment for explosive atmospheres“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

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 (<http://www.dke.de>) zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60079-18 (VDE 0170/0171-9):2005-01 und DIN EN 60079-18 Berichtigung 1 (VDE 0170/0171-9 Berichtigung 1):2006-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einbeziehung des Schutzniveaus „mc“;
- b) Geräteschutzniveau (EPL Ma, Ga, Da, Mb, Gb, Db, Gc, Dc);
- c) Einbeziehung der Anforderungen für Staub;
- d) Einbeziehung der Schaltkontakte für das Schutzniveau „ma“.

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 Abschnietsnummer, 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
EN 60079-0:2006	IEC 60079-0:2004, modifiziert	DIN EN 60079-0 (VDE 0170-1):2007-05	VDE 0170-1
EN 60079-7:2007	IEC 60079-7:2006	DIN EN 60079-7 (VDE 0170-6):2007-08	VDE 0170-6
EN 60079-11:2007	IEC 60079-11:2006	DIN EN 60079-11 (VDE 0170-7):2007-08	VDE 0170-7
EN 60079-15:2005	IEC 60079-15:2005	DIN EN 60079-15 (VDE 0170-16):2006-05	VDE 0170-16
EN 60079-26:2004	IEC 60079-26:2004, modifiziert	DIN EN 60079-26 (VDE 0170-12-1):2005-06	VDE 0170-12-1
EN 60086-1:2001	IEC 60086-1:2000	DIN EN 60086-1:2001-11	—
EN 60127 (Reihe)	IEC 60127 (Reihe)	Normen der Reihe DIN VDE 0820	Normen der Reihe VDE 0820
EN 60243-1:1998	IEC 60243-1:1998	DIN EN 60243-1 (VDE 0303-21):1999-03	VDE 0303-21
EN 60622:2003	IEC 60622:2002	DIN EN 60622:2003-05	—
EN 60664-1:2003	IEC 60664-1:1992 + A1:2000 + A2:2002	DIN VDE 0110-1 (VDE 0110-1):2003-11	VDE 0110-1
—	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 60691:2003	IEC 60691:2002	DIN EN 60691 (VDE 0821):2003-07	VDE 0821
EN 60742:1995	IEC 60742:1983	DIN EN 60742 (VDE 0551):1995-09	VDE 0551
EN 61150:1993	IEC 61150:1992	DIN EN 61150:1995-03	—
EN 61558-2-6:1997	IEC 61558-2-6:1997	DIN EN 61558-2-6 (VDE 0570-2-6):1998-07	VDE 0570-2-6
EN 61951-1:2003 + A1:2006	IEC 61951-1:2003 + A1:2005	DIN EN 61951-1:2006-09	—
EN 61951-2:2003 + A1:2006	IEC 61951-2:2003 + A1:2005	DIN EN 61951-2:2006-09	—
—	IEC 61960-1	—	—
EN 62326-4-1:1997	IEC 62326-4-1:1996	DIN EN 62326-4-1:1997-08	—
EN ISO 62:1999	ISO 62:1992	DIN EN ISO 62:1999-08	—
—	ANSI/UL 248-1	—	—
—	ANSI/UL 846B	—	—

– Entwurf –

E DIN EN 60079-18 (VDE 0170-9):2007-09

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60079-0 (VDE 0170-1):2007-05, *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 0: Allgemeine Anforderungen* (IEC 60079-0:2004, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60079-0:2006.

DIN EN 60079-7 (VDE 0170-6):2007-08, *Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 7: Geräteschutz durch erhöhte Sicherheit „e“* (IEC 60079-7:2006); Deutsche Fassung EN 60079-7:2007.

DIN EN 60079-11 (VDE 0170-7):2007-08, *Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 11: Geräteschutz durch Eigensicherheit „i“* (IEC 60079-11:2006); Deutsche Fassung EN 60079-11:2007.

DIN EN 60079-15 (VDE 0170-16), *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 15: Konstruktion, Prüfung und Kennzeichnung von elektrischen Betriebsmitteln der Zündschutzart „n“*.

DIN EN 60079-26 (VDE 0170-12-1), *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 26: Konstruktion, Prüfung und Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel für Gruppe II Kategorie 1 G*.

DIN EN 60086-1:2001-11, *Primärbatterien – Teil 1: Allgemeines* (IEC 60086-1:2000); Deutsche Fassung EN 60086-1:2001.

Normen der Reihe DIN EN 60127 (VDE 0820), *Geräteschutzsicherungen*.

DIN EN 60243-1 (VDE 0303 Teil 21), *Elektrische Durchschlagfestigkeit von isolierenden Werkstoffen – Prüfverfahren – Teil 1: Prüfungen bei technischen Frequenzen*.

DIN EN 60622, *Wiederaufladbare gasdichte prismatische Nickel-Cadmium-Einzelsellen*.

DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1):2003-11, *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen* (IEC 60664-1:1992 + A1:2000 + A2:2002); Deutsche Fassung EN 60664-1:2003.

DIN EN 60664-1 Bbl 3 (VDE 0110-1 Bbl 3):2003-11, *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Beiblatt 3: Berücksichtigung von Schnittstellen – Anwendungsleitfaden* (IEC TR 60664-2-2:2002).

DIN EN 60691 (VDE 0821), *Temperatursicherungen – Anforderungen und Anwendungshinweise*.

DIN EN 61150, *Nickel-Cadmium-Akkumulatoren – Wiederaufladbare gasdichte Nickel-Cadmium-Blockbatterien in Knopfzellenbauweise*.

DIN EN 61558-2-6 (VDE 0570-2-6), *Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten und dergleichen – Teil 2-6: Besondere Anforderungen an Sicherheitstransformatoren für allgemeine Anwendungen*.

DIN EN 61951-1, *Akkumulatoren und Batterien mit alkalischem oder anderen nichtsäurehaltigen Elektrolyten – Tragbare wiederaufladbare gasdichte Einzelsellen – Teil 1: Nickel-Cadmium*.

DIN EN 61951-2, *Akkumulatoren und Batterien mit alkalischem oder anderen nichtsäurehaltigen Elektrolyten – Tragbare wiederaufladbare gasdichte Einzelsellen – Teil 2: Nickel-Metallhydrid*.

DIN EN 61436, *Akkumulatoren mit alkalischem oder anderen nichtsäurehaltigen Elektrolyten – Gasdichte wiederaufladbare Nickel-Metall-Hydrid-Einzelsellen*.

DIN EN 62326-4-1, *Leiterplatten – Teil 4: Starre Mehrlagen-Leiterplatten mit Durchverbindungen – Rahmenspezifikation – Hauptabschnitt 1: Bauartspezifikation zum Nachweis der Befähigung – Anforderungsstufe A, B und C*.

DIN EN ISO 62, *Kunststoffe – Bestimmung der Wasseraufnahme*.

Deutsche Fassung

Explosionsfähige Atmosphäre –
Teil 18: Betriebsmittel mit der Schutzart Vergusskapselung „m“

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Begriffe	4
4 Allgemeines	6
4.1 Gerätegruppen und Temperaturklassen	6
4.2 Schutzniveau (Equipment protection level EPL)	6
4.3 Zusätzliche Forderungen für das Schutzniveau „ma“ (EPL „Ma, Ga, Da“)	6
4.4 Bemessungsspannung und zu erwartender Kurzschlussstrom	6
5 Anforderungen an Vergussmassen	6
5.1 Allgemeines	6
5.2 Materialangaben	6
6 Temperaturen	7
6.1 Allgemeines	7
6.2 Bestimmung der Temperaturgrenzen	7
6.3 Temperaturbegrenzung	7
7 Baubestimmungen	8
7.1 Allgemeines	8
7.2 Fehlerermittlung	8
7.3 Freier Hohlraum in der Vergusskapselung	10
7.4 Dicke der Vergussmasse	11
7.5 Schaltkontakte	16
7.6 Äußere Anschlüsse	17
7.7 Schutz von blanken, spannungsführenden Teilen	17
7.8 Zellen und Batterien	17
7.9 Schutzeinrichtungen	19
8. Typprüfungen	21
8.1 Prüfungen an der Vergussmasse – Prüfung der Wasseraufnahme	21
8.2 Prüfungen an den Geräten	21
9 Stückprüfungen	24
9.1 Sichtprüfungen	24
9.2 Isolationsprüfung	24
10 Kennzeichnung	24

	Seite
Anhang A (informativ) Grundsätzliche Anforderungen an den Verguss für „m“-Geräte	25
Anhang B (normativ) Prüfmusterzuordnung	26
Anhang C (informativ) Einführung eines alternativen Verfahrens der Risikobewertung unter Einbeziehung der „Betriebsmittelschutzgrade“ für Ex-Betriebsmittel	27
Bilder	
Bild 1 – Abstände zwischen der freien Oberfläche der Vergussmasse und Bauelementen oder Leitern	12
Bild 2 – Abstände zwischen der Gehäusewand oder der freien Oberfläche der Vergussmasse und den Bauelementen oder Leitern	13
Figur 3 – Abstände zwischen der Gehäusewand oder der freien Oberfläche der Vergussmasse und den Bauelementen oder Leitern	14
Bild 4 – Mindestabstände für Multilayer-Leiterplatten	16
Bild 5 – Anordnung von Sperrdioden	18
Bild A.1 – Grundsätzliche Anforderungen an den Verguss für „m“ Geräte	25
Tabellen	
Tabelle 1 – Abstände durch die Vergussmasse	10
Tabelle 2 – Mindestdicke der Vergussmasse bei freien Hohlräumen	11
Tabelle 3 – Dicke der Vergussmasse zwischen der freien Oberfläche der Vergussmasse und den Bauelementen oder Leitern	12
Tabelle 4 – Dicke der Vergussmasse zwischen der Gehäusewand oder der freien Oberfläche der Vergussmasse und den Bauelementen oder Leitern	13
Tabelle 5 – Dicke der Vergussmasse zwischen der Gehäusewand oder der freien Oberfläche der Vergussmasse und den Bauelementen oder Leitern	14
Tabelle 6 – Mindestabstände bei Multilayer-Leiterplatten	15
Tabelle 9 – Prüfdruck	23
Tabelle B.1 – Prüfmusterzuordnung	26
Tabelle C.1 – Traditionelles Verhältnis von EPL zu Zonen (keine zusätzliche Risikobewertung)	29
Tabelle C.2 – Beschreibung des bereitgestellten Schutzes gegen Entzündungsgefahr	30

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60079 beschreibt die besonderen Anforderungen für die Bauart, die Prüfung und die Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel, Teile elektrischer Betriebsmittel und Ex-Bauteile in der Zündschutzart Vergusskapselung „m“ für den Gebrauch in explosionsgefährdeten Gasatmosphären oder explosionsgefährdeten Staubatmosphären.

Dieser Teil der IEC 60079 gilt nur für vergussgekapselte elektrische Betriebsmittel, vergussgekapselte Teile elektrischer Betriebsmittel und vergussgekapselte Ex-Bauteile (im Folgenden kurz „m“ Geräte genannt), deren Bemessungsspannung 11 kV nicht überschreitet.

Die Verwendung elektrischer Betriebsmittel in Atmosphären, die gleichzeitig explosionsgefährdete Gasgemische und brennbaren Staub enthalten, erfordert zusätzliche Schutzmaßnahmen.

Diese Norm gilt nicht für Stäube von Sprengstoffen, die ohne atmosphärischen Sauerstoff brennen, oder für selbstentzündliche Substanzen.

Diese Norm gilt nicht für Risiken, die durch die Emission von brennbaren oder toxischen Gasen aus Staub entstehen.

Diese Norm ergänzt und modifiziert die allgemeinen Forderungen der IEC 60079-0. Wenn eine Anforderung dieser Norm im Gegensatz zu einer Forderung aus IEC 60079-0 steht, hat die Anforderung aus dieser Norm die Priorität.

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 60079-0:2004, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 0: General requirements*

IEC 60079-7:2006, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 7: Increased safety “e”*

IEC 60079-11:1999, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 11: Intrinsic safety “i”*

IEC 60079-15, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 15: Type of protection “n”*

IEC 60079-26, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 26: Construction, test and marking of Group II Zone 0 electrical apparatus*

IEC 60086-1, *Primary batteries – Part 1: General*

IEC 60127 (alle Teile), *Miniature fuses*

IEC 60243-1, *Electrical strength of insulating material – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60622, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Sealed nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells*

IEC 60664-1:1992, *Insulation co-ordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

Amendment 1 (2000)

Amendment 2 (2002)

IEC 60691, *Thermal links – Requirements and application guide*

prEN 60079-18:2007

IEC 61150, *Alkaline secondary cells and batteries – Sealed nickel cadmium rechargeable monobloc batteries in button cell design*

IEC 61558-2-6, *Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 2: Particular requirements for safety isolation transformers for general use*

IEC 61951-1, *Secondary cells and batteries containing alkaline an other non-acid electrolytes – Portable sealed rechargeable single cells – Part 1: Nickel-cadmium*

IEC 61951-2, *Secondary cells and batteries containing alkaline an other non-acid electrolytes – Portable sealed rechargeable single cells – Part 2: Nickel-metal hybride*

IEC 61960-1, *Secondary lithium cells and batteries for portable applications – Part 1: Secondary lithium cells*

IEC 62326-4-1, *Printed boards – Part 4: Rigid multilayer printed boards with interlayer connections – Sectional specifications – Section 1: Capability detail specification – Performance levels A, B and C*

ISO 62, *Plastics – Determination of the water absorption*

ANSI/UL 248-1, *Standard for low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

ANSI/UL 746B, *Standard for Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten Begriffe aus IEC 60079-0 und die folgenden Begriffe für die Vergusskapselung „m“.

ANMERKUNG Weitere Definitionen, die für explosionsgefährdete Atmosphären gelten, sind in Absatz 426 des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuches (IEV) IEC 60050 (426) zu finden.

3.1

Vergusskapselung „m“

Zündschutzart, bei der die Teile, die eine explosionsfähige Atmosphäre durch Funken oder Erwärmung zünden könnten, in eine Vergussmasse so eingebettet sind, dass weder eine Staubschicht noch die explosionsfähige Atmosphäre unter Betriebs- oder Installationsbedingungen gezündet werden kann

3.2

Vergussmassen

Duroplaste, Thermoplaste, Epoxidharze oder Elastomere mit oder ohne Füllstoff und/oder Zusätzen im festen Zustand

3.3

Temperaturbereich der Vergussmasse

Temperaturbereich, in dem die Eigenschaften der Vergussmasse sowohl im Betrieb als auch bei der Lagerung den Anforderungen dieser Norm entsprechen

3.4

Dauergebrauchstemperatur der Vergussmasse

(en: COT = Continuous Operating Temperature)

Temperaturbereich, bei der entsprechend den Angaben des Herstellers die Eigenschaften der Vergussmasse während des Betriebes für eine vorhersehbare Lebensdauer des Betriebsmittels den Anforderungen dieser Norm dauerhaft entsprechen

3.5

Vergusskapseln

Vorgang, bei dem die elektrischen Teile durch die Verwendung einer Vergussmasse ausreichend umhüllt werden

3.6

freie Oberfläche

Oberfläche der Vergussmasse, die mit der explosionsfähigen Atmosphäre Berührung kommt und/oder auf denen sich Staubschichten ablagern können.

3.7

Normalbetrieb

Betrieb eines Betriebsmittels in Übereinstimmung mit den elektrischen und mechanischen Vorgaben und innerhalb der vom Hersteller vorgegebenen Grenzen

ANMERKUNG 1 Die vom Hersteller vorgegebenen Grenzen können auch dauerhafte Betriebsbedingungen enthalten, z. B. der Betrieb eines Motors mit vorgegebenen Lastspielen.

ANMERKUNG 2 Versorgungsschwankungen innerhalb vorgegebener Grenzen und anderer Betriebstoleranzen gelten als Normalbetrieb.

3.8

Lufteinschluss

unbeabsichtigter Hohlraum, der während des Vergießens entstanden ist

3.9

freier Hohlraum

absichtlich erzeugter Hohlraum um Bauelemente oder innerhalb von Bauelementen

3.10

Schaltkontakt

mechanischer Kontakt zum Öffnen und Schließen von elektrischen Schaltkreisen

3.11

Adhäsion

feuchte- und gasdichtes dauerhaftes Zusammenkleben zwischen einem Bauelement und einer Wandfläche

3.12

Zählbarer Fehler

Fehler, der in Teilen des elektrischen Betriebsmittels auftritt, die mit den Bauanforderungen übereinstimmen

3.13

nichtstöranfälliges Bauteil oder nichtstöranfällige Baugruppe

Bauteil oder Baugruppe, von dem (der) nach IEC 60079-18 angenommen wird, dass es (sie) bestimmte, festgelegte Fehlerzustände nicht annimmt. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein derartiger Fehlerzustand während des Betriebes oder der Lagerung auftritt, wird als vernachlässigbar gering angesehen.

3.14

nichtstöranfällige Trennung oder Isolierung

Trennung oder Isolierung zwischen elektrisch leitenden Teilen, von der nach IEC 60079-18 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.

3.15

Nichtstöranfällige Verbindungen

Verbindungen, auch Anschlüsse und Verbindungsleitungen sowie Leiterbahnen auf Platinen, von denen nach IEC 60079-18 angenommen wird, dass sie nicht unterbrochen werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein derartiger Fehlerzustand während des Betriebes oder der Lagerung auftritt, wird als vernachlässigbar gering angesehen.

3.16

nicht zählbarer Fehler

Fehler, der in Teilen des elektrischen Betriebsmittels auftritt, die nicht mit den Bauanforderungen nach IEC 60079-18 übereinstimmen

3.17

feste Isolierung

Isolationsmaterial, das extrudiert oder vergossen, aber nicht abgegossen ist.

ANMERKUNG Isolatoren, die aus zwei oder mehreren elektrischen Isolationsmaterialien hergestellt sind und fest miteinander verbunden sind werden als fest bezeichnet. Lack und ähnliche Beschichtungen werden als nicht feste Isolierung bezeichnet.

4 Allgemeines

4.1 Gerätegruppen und Temperaturklassen

Falls erforderlich, müssen die „m“ Geräte analog zu den Abschnitten 4 und 5 der IEC 60079-0 eingruppiert und klassifiziert werden.

4.2 Geräteschutzniveau (Equipment protection level EPL)

Elektrische Geräte in der Zündschutzart Vergusskapselung „m“ müssen entweder in das

- Schutzniveau „ma“ (EPL „Ma, Ga, Da“),
- Schutzniveau „mb“ (EPL „Mb, Gb, Db“) oder
- Schutzniveau „mc“ (EPL „Gc, Dc“

eingruppiert werden.

Die Anforderungen dieser Norm gelten, falls nichts anderes festgelegt ist, für alle Schutzniveaus (EPLs).

4.3 Zusätzliche Anforderungen für das Geräteschutzniveau „ma“ (EPL „Ma, Ga, Da“)

Die Arbeitsspannung darf an keinem Punkt des Stromkreises größer als 1 kV sein.

Es dürfen Bauelemente ohne zusätzlichen Schutz nur verwendet werden, wenn sie im Falle eines Fehlers die Vergusskapselung weder mechanisch noch thermisch beschädigen können.

4.4 Bemessungsspannung und zu erwartender Kurzschlussstrom

Die Bemessungsspannung und der zu erwartende Kurzschlussstrom müssen angegeben werden, damit sichergestellt ist, dass bei den entsprechenden Schutzniveaus „ma“, „mb“ oder „mc“ die Grenztemperatur nicht überschritten wird.

5 Anforderungen an Vergussmassen

5.1 Allgemeines

Die Unterlagen müssen die verwendete(n) Vergussmasse(n) und deren Verarbeitung(en) angeben.

Zumindest müssen die Eigenschaften der Vergussmasse(n), von denen die Vergusskapselung „m“ abhängt, vorliegen.

Bei der Auswahl des Vergussmaterials muss darauf geachtet werden, dass sich die Bauelemente während des Betriebs und beim Auftreten erlaubter Fehler ausdehnen können.

5.2 Materialangaben

Die Materialangaben der Vergussmasse müssen folgende Informationen enthalten:

- a) den Namen und die Adresse des Herstellers der Vergussmasse,

- b) die genaue und vollständige Materialbezeichnung der Vergussmasse und, falls relevant, den prozentualen Anteil des Füllstoffes sowie anderer Zusätze, das Mischungsverhältnis und die genaue Typenbezeichnung,
- c) gegebenenfalls Oberflächenbehandlungen der Vergussmasse(n), z. B. lackieren,
- d) gegebenenfalls geforderte Vorbehandlungen eines Bauelements, wie z. B. reinigen oder ätzen, die notwendig sind, um eine gute Haftung der Vergussmasse auf dem Bauelement zu erhalten,
- e) falls erforderlich, das Ergebnis des Wasseraufnahmeprüfungen nach 8.1. Wenn diese Prüfung nicht durchgeführt wurde, muss das Betriebsmittel mit einem „X“ nach Punkt i) von 29.2 der IEC 60079-0 gekennzeichnet werden, das darauf hinweist, dass besondere Einsatzbedingungen beachtet werden müssen,
- f) den Isolationswiderstand entsprechend IEC 60243-1 bei der höchsten nach 8.2.2 ermittelten Geräte-Temperatur,
- g) Temperaturbereich der Vergussmasse(n) (höchste und niedrigste Dauergebrauchstemperatur),
- h) bei „m“ Geräten, bei denen die Vergussmasse ein Teil des äußeren Gehäuses ist, den Temperaturindex TI wie in 7.1.2 der IEC 60079-0 definiert. Als Alternative zum TI Wert kann der „Relative Thermal Index“ (RTI-mechanical impact) nach ANSI/UL 746B bestimmt werden.
- i) die Farbe der für die Prüfmuster verwendeten Vergussmasse, falls Farbänderungen die technischen Daten beeinflussen.

ANMERKUNG Die Übereinstimmung des Materials mit den Herstellerangaben braucht nach dieser Norm nicht durch eine dritte Stelle verifiziert zu werden.

6 Temperaturen

6.1 Allgemeines

Die maximale Oberflächentemperatur laut 5.3 der IEC 60079-0 darf unter normalen Betriebsbedingungen und unter den in 7.2.1 definierten Fehlerbedingungen nicht überschritten werden. Der Maximalwert der Dauergebrauchstemperatur der Vergussmasse darf unter normalen Betriebsbedingungen nicht überschritten werden. Das „m“ Gerät muss so geschützt sein, dass die Zündschutzart Vergusskapselung „m“ auch unter den vorgegebenen Fehlerbedingungen nicht beeinträchtigt wird.

6.2 Bestimmung der Temperaturgrenzen

6.2.1 Maximale Oberflächentemperatur

Die maximale Oberflächentemperatur muss mit den in 4.4 angegebenen Versorgungsbedingungen und der Prüfmethode aus 8.2.2 ermittelt werden. Mit dieser Temperatur wird die Temperaturklasse für explosionsgefährdete Gasatmosphären oder die maximale Oberflächentemperatur in Grad Celsius für explosionsgefährdete Staub Atmosphären des Gerätes bestimmt.

Die heißeste(n) Bauelement(e) müssen ermittelt werden. Die Maximaltemperatur in der Vergussmasse muss unter normalen Betriebsbedingungen mit der in 8.2.2 gegebenen Prüfmethode am heißesten Bauelement ermittelt werden.

ANMERKUNG Das heißeste Bauelement kann durch Berechnung, durch Herstellerangaben oder durch eine praktische Prüfung vor dem Vergießen der Bauelemente ermittelt werden.

6.3 Temperaturbegrenzung

Wenn aus Sicherheitsgründen zur Temperaturbegrenzung eine Schutzeinrichtung erforderlich ist, muss dies eine interne oder externe, elektrische oder thermische Einrichtung sein.

Die elektrische Schutzeinrichtung muss eine nichtrückstellbare Einrichtung sein. Die thermische Schutzeinrichtung muss für „ma“ nichtrückstellbar sein und kann für „mb“ nichtrückstellbar sein.

prEN 60079-18:2007

ANMERKUNG Weitere Informationen hierzu siehe 7.9.3.

Für das Schutzniveau „ma“ werden zwei Einrichtungen, für das Schutzniveau „mb“ eine Einrichtung gefordert. Für das Schutzniveau „mc“ wird keine Schutzeinrichtung gefordert.

Für das Schutzniveau „ma“ reicht eine Einheit aus, wenn die nichtrückstellbare Schutzeinrichtung IEC 60127 oder IEC 60691 entspricht.

ANMERKUNG Aus Funktionsgründen kann das „m“ Gerät auch eine zusätzliche rückstellbare Schutzeinrichtung enthalten.

Wenn das Betriebsmittel störanfällig ist (siehe 7.2.1) oder wenn die Möglichkeit besteht, dass z. B. durch eine ungünstige Eingangsspannung nach 7.2.1 oder durch eine ungünstige Belastung eine Temperaturerhöhung entsteht, muss dies bei der Bestimmung der Grenztemperatur berücksichtigt werden.

7 Baubestimmungen

7.1 Allgemeines

Wenn die Vergusskapselung Teil des äußeren Gehäuses ist, muss sie den Anforderungen nach IEC 60079-0 an nicht metallische Gehäuse und an nicht metallische Gehäuseteile genügen.

Wenn die Oberfläche der Vergussmasse völlig oder teilweise von einem Gehäuse umgeben ist und das Gehäuse Teil der Schutzart ist, muss das Gehäuse oder Teile des Gehäuses den Gehäuseanforderungen aus IEC 60079-0 entsprechen.

Wenn weitere Schutzmaßnahmen, wie z. B. zusätzlicher mechanischer Schutz durch den Anwender, erforderlich sind, um die Anforderungen dieser Norm zu erfüllen, muss das Betriebsmittel mit einem „X“ nach Punkt e) von 29.2 von IEC 60079-0 gekennzeichnet werden. Dies weist darauf hin, dass besondere Einsatzbedingungen beachtet werden müssen. Es müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um die Ausdehnung der Komponenten unter normalen Betriebsbedingungen und beim Auftreten von Fehlern nach 7.2 zu berücksichtigen.

Die Anforderungen in 7.2 bis 7.9 unterscheiden sich, je nachdem, ob die Vergussmasse am Gehäuse haftet oder nicht. Dort, wo Haftung angegeben wird, hat sie die Aufgabe, das Eindringen explosionsfähiger Atmosphäre und Dämpfe zwischen den beiden Oberflächen zu verhindern (z. B. Gehäuse – Vergussmasse, Vergussmasse – Teile, die nicht völlig von der Vergussmasse umhüllt sind, wie Leiterplatten oder Anschlussklemmen usw.). Wenn für die sichere Haftung zwischen den angrenzenden Oberflächen eine zusätzliche Behandlung derselben erforderlich ist, muss dies in der Herstellerbeschreibung angegeben werden.

Wenn Haftung erforderlich ist, um die Zündschutzart aufrechtzuerhalten, muss diese auch noch nach Abschluss aller vorgeschriebenen Versuche vorhanden sein.

ANMERKUNG Die Auswahl der Vergussmasse(n) für eine besondere Anwendung ist von der zu erfüllenden Aufgabe der Vergussmasse abhängig. Grundsätzlich gilt, dass eine einmalige Prüfung einer Vergussmasse nicht ausreicht, um diese Vergussmasse generell für die Zündschutzart Vergusskapselung „m“ zuzulassen.

7.2 Fehlerermittlung

7.2.1 Fehlerbetrachtung

Die Zündschutzart Vergusskapselung „m“ muss auch im Falle ungünstiger Eingangsbedingungen (jedoch zwischen 90 % und 110 % der Nenndaten) und ungünstigen Ausgangsbelastungen erhalten bleiben, und bis zu zwei zählbare, interne elektrische Fehler für das Schutzniveau „ma“ oder bis zu einem zählbaren, internen, elektrischen Fehler für das Schutzniveau „mb“ dürfen keine negativen Auswirkungen für die Zündschutzart „m“ haben.

Bei dem Schutzniveau „mc“ werden keine internen Fehler angenommen.

ANMERKUNG Beispiele von Fehlern sind Kurzschluss eines Bauelements; Fehlers eines Bauelements und Fehler auf einer bestückten Leiterplatte.

Nichtstöranfällige Bauelemente und Trennabstände dürfen hierbei nicht berücksichtigt werden.

Der Fehler einiger Bauelemente kann zu einem instabilen Zustand führen, beispielsweise der Wechsel zwischen hohen und niedrigen Widerstandswerten. In solchen Fällen muss der Zustand, der zum höchsten Leistungsumsatz führt, berücksichtigt werden.

Wenn ein Fehler zu einem oder mehreren Folgefehlern führt, z. B. bei Überbelastung eines Bauelements, wird (werden) dieser Fehler und (der) die Folgefehler als ein einziger Fehler betrachtet.

7.2.2 Nichtstöranfällige Bauelemente

Für das Schutzniveau „mc“ werden keine Bauelement-Fehler betrachtet. Für das Schutzniveau „ma“ und „mb“ sind die folgenden Bauelemente als nichtstöranfällig zu betrachten, wenn sie nach den Bestimmungen dieser Norm vergussgekapstelt sind, für den Temperaturbereich am Einsatzort ausgelegt sind und mit nicht mehr als 2/3 der Bemessungsspannung, des Bemessungsstromes und der Bemessungsleistung nach den Herstellerangaben belastet werden:

- Widerstände, vorausgesetzt sie entsprechen 8.4 der IEC 60079-11,
- einlagig, spiralförmig gewickelte Spulen,
- Kunststofffolien-Kondensatoren,
- Papierkondensatoren,
- Keramik Kondensatoren,
- Halbleiter, vorausgesetzt, sie werden wie in 8.6 der IEC 60079-11 angegeben verwendet

Wenn Halbleiterbauelemente zur Strombegrenzung verwendet werden, reicht ein einziges Bauelement für das Schutzniveau „mb“ aus; dagegen müssen für das Schutzniveau „ma“ zwei Bauelemente verwendet werden.

ANMERKUNG Im Gegensatz zu den Forderungen für eigensichere Betriebsmittel mit dem Schutzniveau „ia“ nach IEC 60079-11 ist es nicht notwendig, die Verwendung von aktiven Halbleiterstrombegrenzungen zu verbieten, da die Auswirkungen durch kurzzeitige, transiente Störungen für „m“ Geräte vernachlässigbar sind.

Die folgenden Bauelemente, die zur Trennung unterschiedlicher Stromkreise verwendet werden, sind als nichtstöranfällig zu betrachten:

- a) Optokoppler und Relais, wenn die Isolationsspannung der Forderung ($2 U + 1\,000\text{ V}$) oder AC 1 500 V, je nachdem, welcher Wert der größere ist, entspricht (U ist die Summe der Effektivwerte der Bemessungsspannungen beider Stromkreise);
- b) Transformatoren, wenn sie IEC 61558-2-6 oder IEC 60079-11 entsprechen;
- c) Spulen, Transformatoren und Motorwicklungen, die der IEC 60079-7 entsprechen, einschließlich derjenigen mit einem Drahtdurchmesser kleiner 0,25 mm, sind als nichtstöranfällig zu betrachten, wenn sie gegen einen unzulässigen Temperaturanstieg geschützt sind.

7.2.3 Nichtstöranfällige Trennabstände

Es ist nicht notwendig, den Fehlerfall eines Kurzschlusses wie in 7.2.1 beschrieben zu betrachten, wenn die Abstände zwischen den blanken, stromführenden Teilen

- des gleichen Stromkreises oder
- des Stromkreises und eines geerdeten metallenen Teiles oder
- von zwei getrennten Stromkreisen (die Summe der Arbeitsspannungen muss als die Spannung für die Tabelle 1 verwendet werden. Ist eine Spannung kleiner als 20 % der anderen Spannung, kann diese Spannung vernachlässigt werden)

den Anforderungen in 7.2.3.1 und, falls zutreffend, 7.2.3.2 entsprechen.

7.2.3.1 Abstände durch die Vergussmasse

Abstände durch die Vergussmasse sind für das Schutzniveau „ma“ und das Schutzniveau „mb“ als nicht-störanfällig zu betrachten, wenn sie den Werten der Tabelle 1 entsprechen, vorausgesetzt, die Abstände in der Vergussmasse wurden vor der Vergusskapselung mechanisch fixiert oder gesichert.

Abstände zwischen den für das Schutzniveau „mc“ angegebenen Mindestabständen und den für die Schutzniveaus „ma“ und „mb“ angegebenen nichtstöranfälligen Abständen werden nicht als nichtstöranfällig angesehen und müssen als ein „zählbarer Fehler“ gewertet werden. Abstände, die kleiner sind als die für Zündschutzart „mc“ angegebenen, werden als Kurzschlüsse betrachtet.

Tabelle 1 – Abstände durch die Vergussmasse

Spannung AC oder DC V	Minimaler Abstand mm		
	„ma“	„mb“	„mc“
≤ 32	0,5	0,5	0,2
≤ 63	0,5	0,5	0,3
≤ 400	1	1	0,6
≤ 500	1,5	1,5	0,8
≤ 630	2	2	0,9
≤ 1000	2,5	2,5	1,7
≤ 1600		4	4
≤ 3200		7	7
≤ 6300		12	12
≤ 10000		20	20

ANMERKUNG Die angegebenen Spannungen entsprechen denen aus IEC 60664-1. Für alle Spannungen gilt, dass die tatsächliche Spannung die in der Tabelle angegebenen Werte um bis zu 10 % überschreiten darf. Dies basiert auf der Vereinheitlichung der Netzspannungen nach Tabelle 3b der IEC 60664-1.

7.2.3.2 Abstände durch feste Isolierung

Der Abstand durch feste Isolierung, von dem die Schutzart „m“ abhängt, muss zumindest 0,1 mm betragen und die Isolationsprüfung nach 8.2.4 bestehen.

7.3 Freier Hohlraum in der Vergusskapselung

7.3.1 Gruppe III „m“ Geräte

Die Summe der freien Hohlräume ist nicht begrenzt, das Volumen der einzelnen freien Hohlräume darf aber maximal 100 cm³ betragen. Die Dicke der Vergussmasse, die die freien Hohlräume umgibt, muss den Forderungen von 7.3.2 entsprechen. Ein Drucktest ist nicht gefordert.

7.3.2 Gruppe I und Gruppe II „m“ Geräte

Die Vergussmasse darf keine Lufteinschlüsse haben.

Die Summe der freien Hohlräume darf

- 100 cm³ für das Schutzniveau „mb“ und „mc“;

– 10 cm³ für das Schutzniveau „ma“
nicht überschreiten.

Zusätzliche Forderungen an die Dicke der Vergussmasse sind in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2 – Mindestdicke der Vergussmasse bei freien Hohlräumen

Schutz-niveau	Mindestdicke der Vergussmasse von freiem Hohlraum zu:	freier Hohlraum ≤ 1 cm ³	freier Hohlraum > 1 cm ³ ≤ 10 cm ³	freier Hohlraum > 10 cm ³ ≤ 100 cm ³
„ma“	freiem Hohlraum oder freier Oberfläche	3 mm	3 mm (Druckprüfung nach 8.2.6)	Nicht erlaubt
	Nichtmetall- oder Metallgehäuse mit Haftung	3 mm (Gehäuse + Vergussmasse) Siehe Anmerkung	3 mm (Gehäuse + Vergussmasse) Siehe Anmerkung (Druckprüfung nach 8.2.6)	Nicht erlaubt
	Nichtmetall- oder Metallgehäuse ohne Haftung	3 mm	3 mm (Druckprüfung nach 8.2.6)	Nicht erlaubt
„mb“	freiem Hohlraum oder freier Oberfläche	1 mm	3 mm	3 mm (Druckprüfung nach 8.2.6)
	Nichtmetall- oder Metallgehäuse mit Haftung	1 mm (Gehäuse + Vergussmasse)	3 mm (Gehäuse + Vergussmasse) Siehe Anmerkung	3 mm (Gehäuse + Vergussmasse) Siehe Anmerkung (Druckprüfung nach 8.2.6)
	Nichtmetall- oder Metallgehäuse ohne Haftung	1 mm	3 mm	3 mm
„mc“	freiem Hohlraum oder freier Oberfläche	1 mm	1 mm	3 mm
	Nichtmetall- oder Metallgehäuse mit Haftung	1 mm (Gehäuse + Vergussmasse)	1 mm (Gehäuse + Vergussmasse)	3 mm (Gehäuse + Vergussmasse) Siehe Anmerkung
	Nichtmetall- oder Metallgehäuse ohne Haftung	1 mm	1 mm	3 mm
ANMERKUNG Wanddicke des Gehäuses mindestens 1 mm.				

7.4 Dicke der Vergussmasse

7.4.1 Allgemeines

Die Mindestdicke der Vergussmasse mit oder ohne ein umschließendes Gehäuse muss, falls zutreffend, den Anforderungen von 7.4.2 bis 7.4.4 entsprechen.

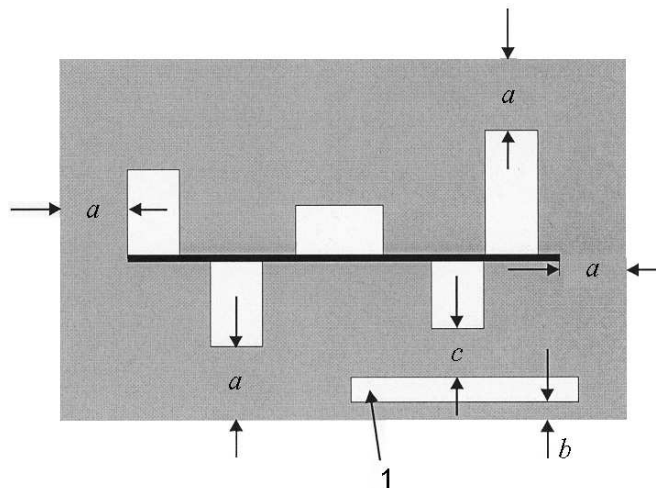
In jedem Fall muss der Verguss zusätzlich die Isolationsprüfung nach 8.2.4 bestehen.

7.4.2 „m“ Gerät mit freier Oberfläche

Die Dicke der Vergussmasse zwischen der freien Oberfläche und den Bauelementen oder Leitern in der Vergussmasse, wie in Bild 1 dargestellt, muss den Werten der Tabelle 3 entsprechen.

Tabelle 3 – Dicke der Vergussmasse zwischen der freien Oberfläche der Vergussmasse und den Bauelementen oder Leitern

Schutzniveau „ma“	Schutzniveau „mb“ und „mc“
$a \geq 3 \text{ mm}$	freie Oberfläche $\leq 2 \text{ cm}^2$ $a \geq$ Abstand entsprechend Tabelle 1, aber mindestens 1 mm
	freie Oberfläche $> 2 \text{ cm}^2$ $a \geq$ Abstand entsprechend Tabelle 1, aber mindestens 3 mm
$b \geq 3 \text{ mm}$	$b \geq 1 \text{ mm}$
Wobei a der Abstand zwischen den Bauelementen und der freien Oberfläche, b der Abstand zwischen einem nicht stromführenden Teil und der freien Oberfläche ist.	



Legende

1 – nicht stromführendes Teil

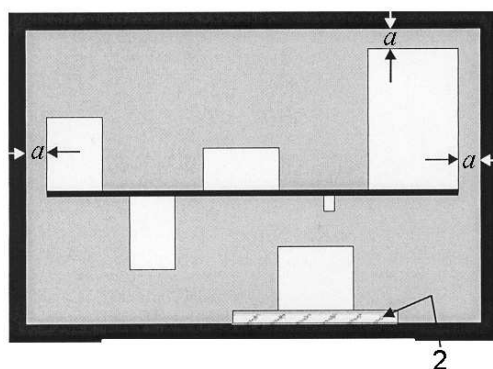
Bild 1 – Abstände zwischen der freien Oberfläche der Vergussmasse und Bauelementen oder Leitern

7.4.3 „m“ Gerät mit Metallgehäuse

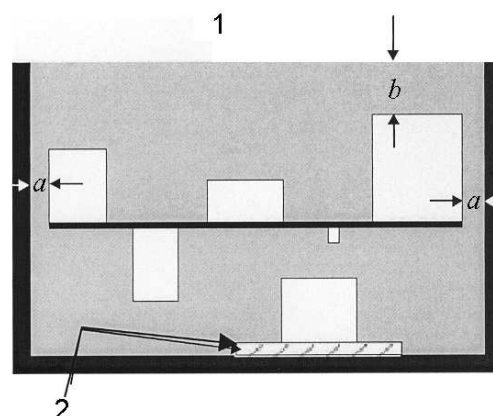
Die Dicke der Vergussmasse zwischen der Gehäusewand oder der freien Oberfläche der Vergussmasse und den Bauelementen oder Leitern in der Vergussmasse, wie in Bild 2 dargestellt, muss den Werten der Tabelle 4 entsprechen. Wenn keine Haftung zwischen dem Gehäuse und der Vergussmasse gegeben ist, wird dies als freie Oberfläche betrachtet.

Tabelle 4 – Dicke der Vergussmasse zwischen der Gehäusewand oder der freien Oberfläche der Vergussmasse und den Bauelementen oder Leitern

Schutzniveau „ma“	Schutzniveau „mb“
$a \geq 3 \text{ mm}$	$a \geq 1 \text{ mm}$
$b \geq 3 \text{ mm}$	Freie Oberfläche $\leq 2 \text{ cm}^3$ $b \geq$ Abstand entsprechend Tabelle 1, aber mindestens 1 mm
	Freie Oberfläche $> 2 \text{ cm}^3$ $b \geq$ Abstand entsprechend Tabelle 1, aber zumindest 3 mm
Wobei a der Abstand zwischen den Bauelementen und der Innenseite des Gehäuses und b der Abstand zwischen den Bauelementen und der freien Oberfläche ist.	



Metallgehäuse an allen Seiten



Metallgehäuse nicht an allen Seiten

Legende

1 – freie Oberfläche

2 – feste Isolierung, siehe 7.2.3.2

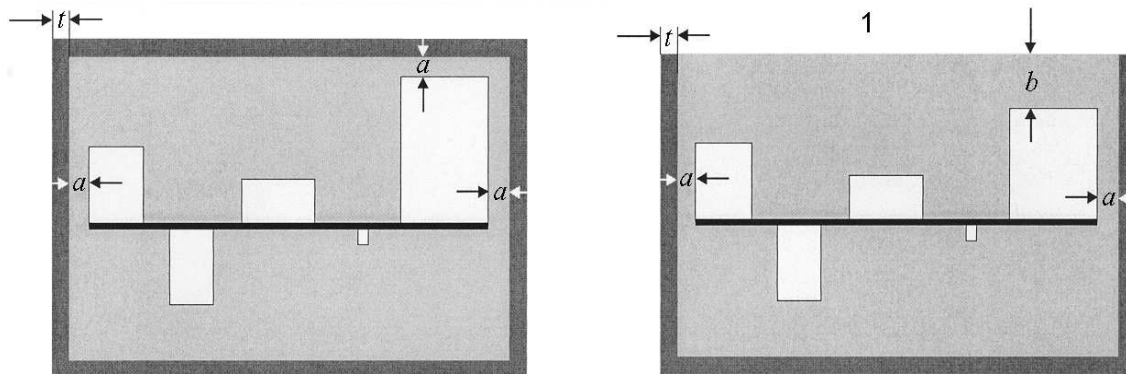
Bild 2 – Abstände zwischen der Gehäusewand oder der freien Oberfläche der Vergussmasse und den Bauelementen oder Leitern

7.4.4 „m“ Gerät mit Nichtmetallischem Gehäuse

Die Dicke der Vergussmasse zwischen der Wand oder der freien Oberfläche der Vergussmasse und den Bauelementen oder Leitern in der Vergusskapselung, wie in Bild 3 dargestellt, muss den Werten der Tabelle 5 entsprechen.

Tabelle 5 – Dicke der Vergussmasse zwischen der Gehäusewand oder der freien Oberfläche der Vergussmasse und den Bauelementen oder Leitern

Gehäuse mit Haftung zur Vergussmasse				Gehäuse ohne Haftung zur Vergussmasse	
$t < 1 \text{ mm}$		$t \geq 1 \text{ mm}$			
Schutzniveau „ma“	Schutzniveau „mb“ und „mc“	Schutzniveau „ma“	Schutzniveau „mb“ und „mc“	Schutzniveau „ma“	Schutzniveau „mb“ und „mc“
$a \geq 3 \text{ mm}$	$a \geq 1 \text{ mm}$	$a + t \geq 3 \text{ mm}$	(1)	$a \geq 3 \text{ mm}$	$a \geq 1 \text{ mm}$
freie Oberfläche $> 2 \text{ cm}^2$ $b \geq$ Abstand aus Tabelle 1, aber nicht kleiner als 3 mm freie Oberfläche $\leq 2 \text{ cm}^2$ $b \geq$ Abstand aus Tabelle 1, aber nicht kleiner als 1 mm					
Wobei a der Abstand zwischen dem Bauelement und dem Gehäuse, b der Abstand zwischen dem Bauelement und der freien Oberfläche und t die Wandstärke ist. (1) Das Bauelement kann direkt an der Wand anliegen.					



Legende

1 – freie Oberfläche

Bild 3 – Abstände zwischen der Gehäusewand oder der freien Oberfläche der Vergussmasse und den Bauelementen oder Leitern

7.4.5 Wicklungen bei elektrischen Maschinen

Bei elektrischen Maschinen mit Wicklungen in Nuten ist für die feste Nutenisolation

- nur beim Schutzniveau „ma“ eine Mindestdicke von 0,1 mm mit einer Verlängerung um mindestens 5 mm außerhalb der Nut gefordert;
- beim Schutzniveau „mb“ und „mc“ muss das Nutende und das Wicklungsende durch die Vergussmasse mit einer Mindestdicke nach 7.4.1 geschützt sein. Die Hochspannungsprüfung nach 8.2.4 muss mit einer Prüfspannung $U = (2U + 1\,000 \text{ V}) \text{ AC}$, aber mindestens AC 1 500 V bei 48 Hz bis 62 Hz bestanden werden.

7.4.6 Starre Mehrlagen-Leiterplatten (Multilayer Leiterplatten) mit Durchverbindungen

7.4.6.1 Allgemeines

Multilayer Leiterplatten, die den Anforderungen von IEC 62326-4-1, Güteklasse C entsprechen, einen minimalen Abstand entsprechend 7.4.6.2 haben und mit einer Spannung kleiner oder gleich 500 V betrieben werden, gelten als vergussgekapstelt, vorausgesetzt sie erfüllen die Forderungen aus 7.4.6.2.

7.4.6.2 Minimale Abstände

Die Dicke der Isolierung sowohl bei der Kupfer-kaschierten Lamine (Kerne) als auch der Klebefolien muss den Anforderungen in 7.2.3.2 entsprechen.

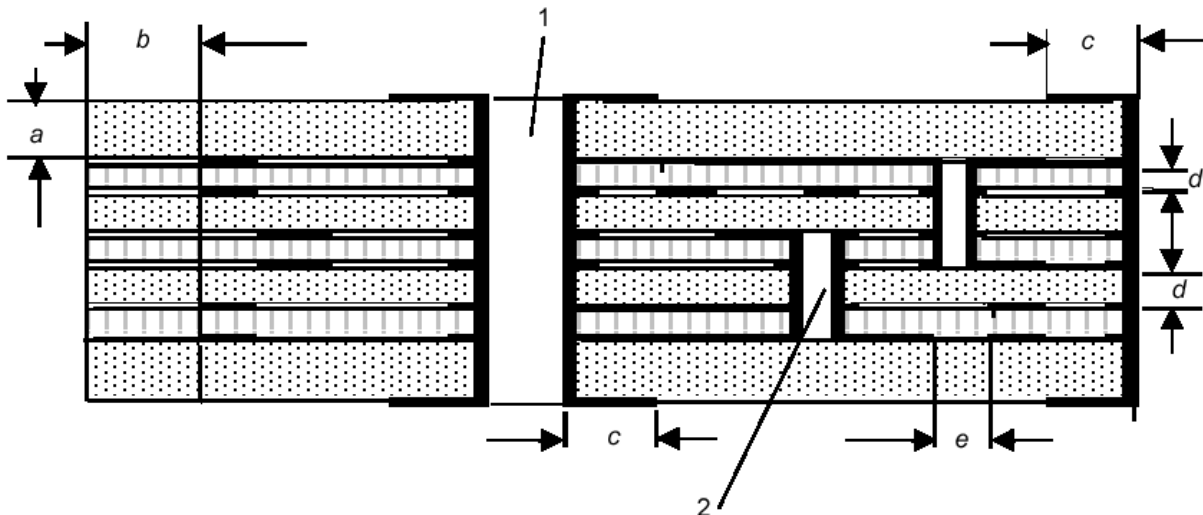
Der Mindestabstand zwischen den Leiterbahnen und dem Rand der Multilayer-Leiterplatte oder irgendeinem Loch muss zumindest Abstand b aus Tabelle 6 betragen. Falls der Rand oder das Loch mit einem Metall oder einem anderen Isoliermaterial geschützt sind, das sich mindestens 1 mm über die Oberfläche der Leiterplatte vom Rand oder dem Loch weg ausdehnt, kann der Abstand zwischen den Leiterbahnen und dem Metall oder dem Isoliermaterial auf den Abstand c aus der Tabelle 6 reduziert werden. Metallbeschichtungen müssen eine Mindestdicke von 35 µm haben (siehe auch Bild 4 und Tabelle 6).

Tabelle 6 – Mindestabstände bei Multilayer-Leiterplatten

Abstand	Schutzniveau „ma“	Schutzniveau „mb“	Schutzniveau „mc“
<i>a</i>	3 mm	0,5 mm	0,25 mm
<i>b</i>	3 mm	3 mm	1 mm
<i>c</i>	3 mm	1 mm	0,5 mm
<i>d</i>	0,1 mm, siehe 7.2.3.2	0,1 mm, siehe 7.2.3.2	0,1 mm, siehe 7.2.3.2
<i>e</i>	Abstand nach Tabelle 1	Abstand nach Tabelle 1	Abstand nach Tabelle 1

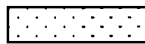
Dabei ist

- a* der Abstand zwischen stromführenden Teilen und der äußeren Oberfläche durch den Außenlayer,
- b* der Abstand zwischen stromführenden Teilen und der äußeren Oberfläche entlang dem Außenlayer,
- c* die Länge der Metall- oder Isolationserweiterung entlang der Oberfläche der Leiterplatte von der Kante oder einer Bohrung,
- d* die Dicke der Klebefolie oder des Kernes und
- e* der Abstand zwischen zwei Stromkreisen innerhalb des Multilayers, wo Trennung gefordert ist.



Legende

Kern und Außenlayer



Klebefolie



Kupfer



1 Durchkontaktierung für Anschlüsse

2 Durchkontaktierung, um die Leiterbahnen der verschiedenen Lagen zu verbinden

Bild 4 – Mindestabstände für Multilayer-Leiterplatten

7.5 Schaltkontakte

7.5.1 Schutzniveau „ma“

Schaltkontakte müssen mit einem zusätzlichen Gehäuse, das vor dem Vergießen den Anforderungen als hermetisch dicht nach IEC 60079-15 entspricht, versehen werden. Dieses Gehäuse muss allen Beanspruchungen während dem Vergießen und allen erwarteten Beanspruchungen während der Lebensdauer des Gerätes widerstehen.

Die Daten des Schaltkontaktes müssen auf 60 V und 6 A begrenzt sein. Falls der zu schaltende Strom $\frac{2}{3}$ des vom Hersteller vorgegebenen Stromes übersteigt, muss das zusätzliche Gehäuse aus einem anorganischen Material sein.

7.5.2 Schutzniveau „mb“

Schaltkontakte müssen vor dem Vergießen mit einem zusätzlichen Gehäuse versehen werden. Dieses zusätzliche Gehäuse muss aus einem anorganischen Material hergestellt werden, wenn der Schaltstrom $\frac{2}{3}$ des vom Hersteller angegebenen Nennstromes des Bauteiles oder 6 A übersteigt.

7.5.3 Schutzniveau „mc“

Schaltkontakte müssen vor dem Vergießen mit einem zusätzlichen Gehäuse versehen werden. Dieses zusätzliche Gehäuse muss aus einem anorganischen Material hergestellt werden, wenn der Schaltstrom 6 A übersteigt.

7.6 Äußere Anschlüsse

Die Einführung aller elektrischen Leiter, einschließlich Kabel, in die Vergussmasse muss derart ausgeführt sein, dass das Eindringen explosionsfähiger Atmosphäre in das „m“ Gerät im Normalbetrieb oder bei definierten Fehlerbedingungen verhindert wird.

ANMERKUNG Das kann durch eine mindestens 5 mm lange blanke Leiterstrecke innerhalb der Vergussmasse erreicht werden.

Wenn Vergussmassen zum Befestigen einer permanent angeschlossenen Leitung verwendet werden, müssen die Leitungen angemessen gegen Beschädigung durch Durchbiegen geschützt sein, und die Zugprüfung entsprechend 8.2.5 muss durchgeführt werden.

7.7 Schutz von blanken, spannungsführenden Teilen

Blanke, spannungsführende Teile, die durch die Vergussmasse aus der Oberfläche herausragen, müssen durch eine zusätzliche Schutzart wie folgt geschützt sein:

- a) für das Schutzniveau „ma“ mit einer Zündschutzart nach IEC 60079-26;
- b) für das Schutzniveau „mb“ mit einer Zündschutzart nach IEC 60076-0, ausgenommen die Zündschutzart „n“;
- c) für das Schutzniveau „mc“ mit einer Zündschutzart nach IEC 60076-0.

7.8 Zellen und Batterien

Wenn Batteriesteuerungen im Hinblick auf das mögliche Freisetzen von Gasen untersucht werden, muss der ganze Bereich der Betriebstemperaturen, des internen Widerstandes und der Spannungshöhe berücksichtigt werden. Es muss angenommen werden, dass Batterien unsymmetrisch werden, dagegen brauchen Zellen mit vernachlässigbaren Widerständen oder Spannungshöhen nicht berücksichtigt zu werden.

7.8 gilt für alle Schutzniveaus, außer explizit ausgeschlossene. Zusätzlich müssen für das Schutzniveau „ma“ die Zellen und Batterien den Anforderungen an Zellen und Batterien nach IEC 60079-11 entsprechen.

7.8.1 Schutz vor Gasentwicklung

Elektrochemische Systeme, bei denen während des Normalbetriebes Gase entstehen, sind nicht erlaubt. Wenn das Gasen bei den Schutzniveaus „ma“ und „mb“ durch das Auftreten eines Fehlers nicht ausgeschlossen werden kann, muss das Gasen durch eine Sicherheitseinrichtung nach 7.8.7 minimiert werden. Bei Sekundärzellen muss die Sicherheitseinrichtung sowohl beim Laden als auch Entladen wirksam sein. Dies trifft auch beim Laden außerhalb der explosionsgefährdeten Bereiche zu.

Im Einzelnen:

- a) Belüftete Zellen dürfen nicht verwendet werden.
- b) Abgedichtete Zellen mit „Regelventilen“ dürfen nicht verwendet werden.
- c) Gasdichte Zellen, die im Umgebungstemperaturbereich des elektrischen Betriebsmittels weder unter allen Betriebsbedingungen noch unter Fehlerbedingungen gasen, können ohne eine Sicherheitseinrichtung nach 7.8.7 verwendet werden.
- d) Gasdichte Zellen, die die Anforderungen von 7.8.1 c) nicht erfüllen, müssen eine Sicherheitseinrichtung nach 7.8.7 haben.

7.8.2 Schutz gegen unzulässige Temperaturen und Zerstörung von Zellen

Zellen oder Batterien müssen bei der ungünstigsten Belastung entweder a) oder b) entsprechen:

- a) Die Oberflächentemperatur der Zellen darf im normalen Betrieb weder die vom Hersteller angegebene Temperatur der Zellen oder Batterien noch 80 °C, wenn dies nicht vom Hersteller angegeben wird, bei der maximalen Umgebungstemperatur des Betriebsmittels überschreiten und der maximale Lade- und Entladestrom darf den vom Hersteller angegebenen Sicherheitswert nicht überschreiten.