

Elektrische Anlagen in explosionsfähiger Umgebung

S. Bonhagen, Oldenburg

Die neu herausgegebene Norm DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1):2009-05 – als Ersatz für DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1):2004-07 – enthält im Teil 14 Anforderungen für die Projektierung, die Auswahl und die Errichtung von elektrischen Anlagen in explosionsfähigen Atmosphären. Daneben sind natürlich die allgemeinen Anforderungen für die Errichtung von elektrischen Anlagen und die Auswahl von Betriebsmitteln z. B. nach der Normenreihe DIN VDE 0100 zu beachten, wie sie auch für nicht explosionsgefährdete Bereiche und Betriebsstätten gelten.

1 Geltungsbereich

Die Norm gilt unabhängig von der Spannungshöhe für alle elektrischen Einrichtungen und Anlagen in gefährdeten Bereichen (Bild 1). Dabei ist es gleichgültig, ob es sich um fest installierte, zeitweilig installierte, tragbare, transportable oder in der Hand gehaltene Anlagen und Geräte handelt. Die Norm ist jedoch **nicht** anzuwenden für Anlagen

- in schlagwettergefährdeten Grubenbauen,
- in explosivstoffgefährdeten Einrichtungen,
- in Räumen für medizinische Zwecke und
- in Bereichen, wo die Gefahr von hybriden Gemischen aus brennbarem Staub mit explosionsfähigem Gas, Dampf oder Nebel ausgeht.

Unter hybriden Gemischen ist das gleichzeitige Auftreten von aufgewirbeltem brennbarem Staub und Brenngasen (z. B. Lösungsmitteldämpfe und brennbare Nebel) zu verstehen. Aufgrund ihrer Konzentrationsverhältnisse können sich nicht explosionsfähige Staub/Luft-Gemische und nicht explosionsfähige Brenngas/Luft-Gemische zu explosionsfähigen hybriden Gemischen addieren.

2 Erfolgte Änderungen

Gegenüber der Vorgängernorm wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Ausbildung, Fertigkeiten und Befähigungen der „verantwortlichen Personen“ und „Handwerker“ sind im Anhang F erläutert;
- Geräteschutz-niveaus (EPL) wurden eingeführt und im neuen informativen Anhang I erläutert;
- Anforderungen für staubexplosionsgefährdete Bereiche wurden aus DIN EN 61241-14 (VDE 0165-2) übernommen.

Autor

Sven Bonhagen ist Fachplaner für Elektro- und Informationstechnik sowie Dozent am BFE Oldenburg.

3 Explosionsschutz

In Betrieben und Anlagen, die mit der Erzeugung, Lagerung, Förderung oder Verarbeitung von brennbaren Gasen oder Stäuben zu tun haben, besteht ein nicht zu unterschätzendes **Explosionsrisiko**. In vielen dieser gefährdeten Betriebe, wie z. B. Tischlereien, Silo- und Kraftfutterwerken oder Lackierereien, ist die **Elektrofachkraft** aufgefordert, die elektrische Anlage ordnungsgemäß zu errichten und zu erhalten. Die Bewertung des Risikos und der anzuwendenden Maßnahmen obliegt dem verantwortlichen **Anlagenbetreiber**. Damit das auftretende Explosionsrisiko aufgrund von brennbaren Stoffen verringert werden kann, sind folgende drei Möglichkeiten gegeben:

1. Austausch

Durch das Ersetzen eines brennbaren Stoffes durch einen Stoff, der entweder nicht oder schwerer brennbar ist, sinkt das Explosionsrisiko.

2. Kontrolle

Durch die Kontrolle kann man beispielsweise

- die Menge eines brennbaren Stoffes verringern;
- die Freisetzungen vermeiden oder minimieren;
- die Freisetzung kontrollieren;
- der Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre vorbeugen;
- die Freisetzungen sammeln und aufnehmen sowie
- Zündquellen vermeiden.

3. Abschwächung

Abschwächung umfasst beispielsweise

- die Anzahl der betroffenen Personen verringern;
- Maßnahmen zur Vermeidung der Explosionsausbreitung vorsehen;
- Explosionsdruckentlastung vorsehen;
- Explosionsunterdrückung vorsehen und
- Bereitstellung geeigneter persönlicher Schutzausrüstungen.



Nachdem zunächst die **Grundsätze** des primären Explosionsschutzes durch Austausch und Kontrolle angewendet worden sind, sollten die verbleibenden explosionsgefährdeten Bereiche entsprechend der Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins einer explosionsfähigen Atmosphäre in **Zonen** eingeteilt werden. Eine derartige Einteilung, die in Verbindung mit einer Bewertung der Auswirkungen einer Zündung vorgenommen werden kann, lässt die Bestimmung von **Geräteschutz-niveaus** und in Folge die Festlegung entsprechender **Zündschutzarten** für jeden Einsatzort zu.

Für die Entstehung einer Explosion müssen eine explosionsfähige Atmosphäre und eine Zündquelle gleichzeitig vorhanden sein. Die in dieser Norm beschriebenen Schutzmaßnahmen zielen darauf ab, die Wahrscheinlichkeit, dass die elektrische Anlage zu einer Zündquelle werden könnte, auf ein akzeptables Niveau zu verringern.

Durch eine **sorgfältige Planung** der elektrischen Anlage ist es häufig möglich, viele der elektrischen Geräte in weniger oder nicht gefährdeten Bereichen anzuordnen. Werden elektrische Geräte in Bereichen installiert, wo gefährliche Konzentrationen und Mengen brennbarer Gase, Dämpfe, Nebel, zündfähiger Fasern oder Stäube in der Atmosphäre vorhanden sein können, werden entsprechende Schutzmaßnahmen angewendet. Diese Schutzmaßnahmen sollen die Wahrscheinlichkeit einer Explosion, bedingt durch Zündung von Lichtbögen, Funken oder heiße Oberflächen, verringern, die entweder im ungestörten Betrieb oder unter festgelegten Fehlerbedingungen entstehen können.

Viele Staubarten sind brennbar. Bei einer Zündung können sie sehr schnell brennen und besitzen, wenn sie mit Luft im entsprechenden Verhältnis gemischt sind, eine beachtliche Explosionskraft. Es ist häufig notwendig, elektrische Betriebsmittel an Orten zu betreiben, wo solche brennbaren Materialien vorhanden sind. Deshalb müssen geeignete Vorkehrungen getroffen werden, um sicherzustellen, dass alle diese Betriebsmittel angemessen geschützt sind, um die Wahrscheinlichkeit der Zündung der äußeren explosionsfähigen Atmosphäre zu verringern.

4 Elektrische Betriebsmittel

Elektrische Betriebsmittel sollten, soweit dieses mit vertretbarem Aufwand möglich ist, **außerhalb** von explosionsgefährdeten Bereichen angeordnet werden. Ansonsten sind sie nach den Anforderungen für die Installation in den Zonen 0, 1 oder 2 für gasexplosionsgefährdete Bereiche oder den Zonen 20, 21 oder 22 für staubexplosionsgefährdete Bereiche auszuwählen.

Explosionsgefährdete Bereiche sind solche, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre vorliegt oder erwartet werden muss, und zwar in solchen Mengen, dass dafür besondere Maßnahmen hinsichtlich der Bauweise, der Installation und der Verwendung von elektrischen Betriebsmitteln erforderlich sind.

Die Zonen innerhalb von gasexplosionsgefährdeten Bereichen sind nach DIN EN 60079-10 (VDE 0165-101) und für staubexplosionsgefährdete Bereiche nach DIN EN 61241-10 (VDE 0165-102) wie folgt festgelegt:

- Zone 0 oder 20: Ein Bereich, in dem ständig oder langfristig eine explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist, z. B. in Tanks und Behältern.
- Zone 1 oder 21: Ein Bereich, in dem damit zu rechnen ist, dass explosionsfähige Atmosphäre beim Normalbetrieb auftritt.

Tafel 1 Geräteschutzniveaus (EPLs), wenn nur Zonen ausgewiesen sind

Zone	Geräteschutzniveau (EPLs)	ATEX-Kategorie
0	„Ga“	1G
1	„Ga“ oder „Gb“	2G
2	„Ga“, „Gb“ oder „Gc“	3G
20	„Da“	1D
21	„Da“ oder „Db“	2D
22	„Da“, „Db“ oder „Dc“	3D



2 Teil der Kennzeichnung von Geräten für den Betrieb in explosionsgefährdeten Bereichen

- Zone 2 oder 22: Ein Bereich, in dem nicht damit zu rechnen ist, dass beim Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre auftritt. Wenn sie dennoch auftritt, dann nur kurzzeitig und selten, z. B. im Fehlerfall.

4.1 Dokumentation

Damit elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen ordnungsgemäß errichtet, erweitert, gewartet und geprüft werden können, wird eine umfangreiche Dokumentation gefordert. In dieser müssen unter anderem folgende Angaben enthalten sein:

- Dokumentation zur Einteilung der Zonen und zu deren Festlegung;
- Dokumente für die eingesetzten Betriebsmittel und zu deren Montage, Installation und Anschluss;

- Angaben und Hinweise zur Wartung und zur Reparatur der Betriebsmittel, sofern diese vom Betreiber durchgeführt werden;
- Systembeschreibungen beim Einsatz von eigensicheren Systemen;
- Einzelheiten zu Berechnungen, soweit diese für den Explosionsschutz relevant sind;
- Angaben zur Durchführung von Prüfungen, wie z. B. Montageorte der Betriebsmittel, technische Angaben usw.

4.2 Auswahl der Geräte

Als Betriebsmittel sollten nur entsprechend **zertifizierte Geräte** eingesetzt werden (Bilder 2 und 3). Die Projektierung der elektrischen Anlagen, die Auswahl der Geräte und die Errichtung darf nur von Personen vorgenommen werden, die durch ihre **Ausbildung** entspre-



GOSSEN METRAWATT
Sicherheit durch Kompetenz

Prüfungs-Profis.

Die neuen Messgeräte der PROFITEST Master-Serie bieten Ihnen entscheidende Pluspunkte bei der Prüfung von Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen. In der täglichen Praxis überzeugen sie durch vielseitige Leistung, maximale Präzision und absolute Zuverlässigkeit. Und durch innovative Ergonomie – beispielsweise das besonders große, schwenkbare Display.



GMC-I Messtechnik GmbH

Südwestpark 15 ■ 90449 Nürnberg ■ Germany

Fon: +49 911 8602-111 ■ Fax: +49 911 8602-777

www.gossenmetrawatt.com ■ info@gossenmetrawatt.com

chende **Kenntnisse** zu den verschiedenen Zündschutzarten und Installationstechniken, den zutreffenden Regeln und Vorschriften sowie den allgemeinen Grundsätzen der Zoneneinteilung **nachweisen** kann. Die Person muss für die Art der auszuführenden Arbeiten die einschlägige Kompetenz haben und **regelmäßig** an entsprechenden **Fortbildungen** oder Schulungen teilnehmen.

Bei der Auswahl sind die Zoneneinteilung, Temperaturklasse oder Zündtemperatur des betreffenden Gases, die Gruppe des Betriebsmittels, äußere Einflüsse und Umgebungstemperaturen zu berücksichtigen. Wenn nur eine Zoneneinteilung vorliegt, werden die Geräte für die elektrische Anlage entsprechend des Geräteschutzniveaus (EPL – Equipment Protection Level) ausgewählt (Tafel 1). Alternativ dazu können die EPLs aufgrund einer Risikobewertung festgelegt werden.

Durch die Festlegung des Geräteschutzniveaus ist es möglich, eine entsprechende Zündschutzart und somit Geräteart auszuwählen (Tafel 2, Bild 4).

In der Zone 0 oder 20 dürfen somit nur Geräte und Stromkreise eingesetzt werden, die die Zündschutzart „Eigensicherheit“ in der Kategorie „ia“ oder eine gleichwertige Maßnahme nach Tafel 2 erfüllen. Bei der Auswahl der Geräte ist zusätzlich die erforderliche Gerätegruppe, die Zünd- und Umgebungstemperatur sowie die Temperaturklasse zu beachten.

4.3 Schutz gegen das Auftreten zündfähiger Funken

TN-Systeme sind in explosionsgefährdeten Bereichen grundsätzlich als TN-S-Systeme (5-Leiter-Systeme) auszuführen. An den Übergangsstellen vom TN-C-System auf das TN-S-System **muss der Schutzleiter, außerhalb der explosionsgefährdeten Bereiche, mit dem Potentialausgleich verbunden werden.**

Bei Verwendung des TT-Systems ist für alle Stromkreise ein **Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) zwingend erforderlich.** In IT-Systemen ist eine Isolations-Überwachungseinrichtung vorzusehen, die beim ersten auftretenden Fehler eine entsprechende Meldung auslöst.

Grundsätzlich muss, unabhängig vom verwendeten Netzsystem, in explosionsgefährdeten Bereichen ein **Potentialausgleich** durchgeführt werden. Dazu sind alle leitfähigen Körper der elektrischen Betriebsmittel und fremde leitfähige Teile, wie Konstruktionsteile, Rohre, Schutzrohre, Kabelschirme usw., die ein Potential in solche Bereiche einführen können, untereinander und mit dem Schutzleiter zu verbinden. Die Verbindungen sind gegen Selbstlockern zu sichern.

Ausnahmen bestehen für Anlagen mit kathodischem Korrosionsschutz, die üblicherweise nicht in den Potentialausgleich einbezogen werden dürfen.

Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin

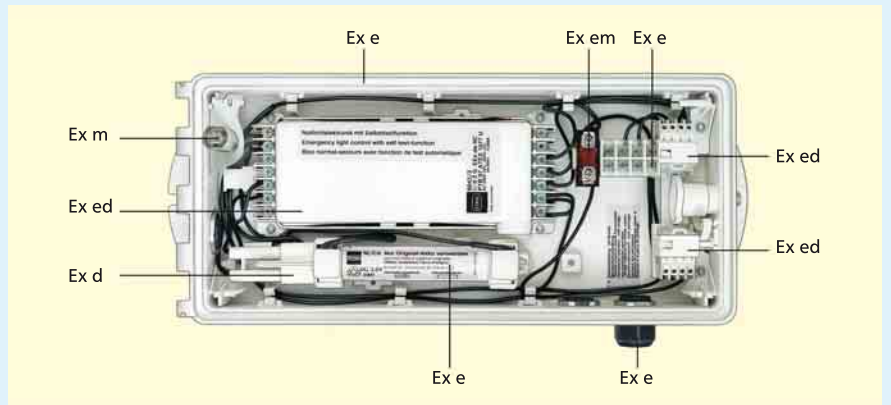
EG-Baumusterprüfbescheinigung

(1) Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen – Richtlinie 94/9/EG
(2) EG-Baumusterprüfbescheinigungsnummer: **PTB 07 ATEX 1009**
(3) Gerät: Reparaturleuchte Typ 6149/
(4) Hersteller: R. STAHL Schaltgeräte GmbH
(5) Anschrift: Am Bahnhof 30, 74638 Waldenburg, Deutschland

(12) Die Kennzeichnung des Gerätes muß die folgenden Angaben enthalten:

Ex II 2 G Ex d IIC T4
Ex II 2 D Ex tD A21 IP6x T 105 °C bis 120 °C

3 Zertifikat: EG-Baumusterprüfbescheinigung einer zugelassenen Prüfstelle wie der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB, links) und die darin geforderte Kennzeichnung des Betriebsmittels (oben)



4 Kombination von Zündschutzarten bei einer Notlichtleuchte (C-Lux 6108)

Quelle 3,4: R. Stahl

Tafel 2 Beziehung zwischen Zündschutzart und EPL

EPL	Zündschutzart	Kurzbezeichnung
„Ga“	Eigensicherheit	„ia“
	Vergusskapselung	„ma“
	Zwei unabhängige Zündschutzarten, die jeweils EPL „Gb“ erfüllen Schutz von Geräten und Übertragungssystemen, die optische Strahlung nutzen	
„Gb“	Druckfeste Kapselung	„d“
	Erhöhte Sicherheit	„e“
	Eigensicherheit	„ib“
	Vergusskapselung	„m“, „mb“
	Ölkapselung	„o“
	Überdruckkapselungen	„p“, „px“ oder „py“
	Sandkapselung	„q“
	Eigensicherheitskonzept für den Feldbus (FISCO) Schutz von Geräten und Übertragungssystemen, die optische Strahlung nutzen	
„Gc“	Eigensicherheit	„ic“
	Vergusskapselung	„mc“
	Nicht-funkend	„n“ oder „nA“
	Schwadensicher	„nR“
	Energiebegrenzung	„nL“
	Funkenerzeugende Geräte	„nC“
	Überdruckkapselungen	„pz“
	Nicht-zündfähig-Konzept für den Feldbus (FNICO) Schutz von Geräten und Übertragungssystemen, die optische Strahlung nutzen	
„Da“	Eigensicherheit	„iD“
	Vergusskapselung	„mD“
	Schutz durch Gehäuse	„tD“
„Db“	Eigensicherheit	„iD“
	Vergusskapselung	„mD“
	Schutz durch Gehäuse	„tD“
	Überdruckkapselungen	„pD“
„Dc“	Eigensicherheit	„iD“
	Vergusskapselung	„mD“
	Schutz durch Gehäuse	„tD“
	Überdruckkapselungen	„pD“

4.4 Schutzmaßnahmen

Kabel und Leitungen sind, mit Ausnahme solcher für eigensichere Stromkreise, gegen Überlast und Auswirkungen von Kurz- und Erdschlüssen zu schützen.

Drehende elektrische Maschinen müssen gegen Überlast und gegen unzulässige Erwärmung bei Ausfall von Netzphasen geschützt werden. Als Schutzgeräte zugelassen sind Motorschutzschalter, Überlastrelais, Temperaturüberwachungen durch eingebaute Temperaturfühler oder andere gleichwertige Einrichtungen.

Bei der Auswahl der Schutzgeräte sind die speziellen Anforderungen für die einzelnen Zündschutzarten, z. B. für Motoren in der Zündschutzart „e“ zu beachten. Dieses gilt in besonderer Weise für Motoren, die mit veränderlichen Frequenzen und Spannungen über Umrichter betrieben werden.

4.5 Notabschaltung und Freischaltung

Für die Abschaltung der elektrischen Anlagen in Notfällen müssen **außerhalb** der explosionsgefährdeten Bereiche Einrichtungen zur Notabschaltung vorgesehen werden.

Zur Durchführung von Arbeiten an den elektrischen Anlagen müssen Einrichtungen zu deren **Freischaltung** für jeden Stromkreis oder

für Stromkreisgruppen vorhanden sein, mit denen **alle Leiter einschließlich des N-Leiters** vom Netz getrennt werden können. Die Einrichtungen zur Notab- und Freischaltung müssen entsprechend gekennzeichnet sein.

4.6 Kabel und Leitungen sowie deren Anschluss

Kabel und Leitungen sind so zu verlegen, dass sie gegen mechanische Beschädigungen, Korrosion und/oder chemische Einflüsse geschützt sind.

Unbenutzte Öffnungen in den Betriebsmitteln sind entsprechend der Zündschutzart zu verschließen. Die Verschlussmittel dürfen nur durch Werkzeug entfernbar sein.

Schächte, Rohre, Kanäle sowie Öffnungen in Wänden, die den Durchtritt von explosionsfähigen Stoffen wie z. B. Gasen ermöglichen, müssen entsprechend der Zündschutzart mit Sand, Mörtel oder ähnlichem abgedichtet werden.

Verbindungen von elektrischen Kabeln und Leitungen sind innerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen möglichst zu vermeiden. Ansonsten dürfen sie nur durch Pressen, gesicherte Schraubverbindungen, Schweißen oder Hartlöten hergestellt werden. Bei mehr- und feindrähtigen Leitern sind die Enden gegen Aufspleißen durch Kabelschuhe, Aderendhülsen oder die Art der Klemmen zu

schützen. Unbenutzte Adern müssen entweder mit Erde verbunden oder ausreichend isoliert werden.

Kabel und Leitungen für ortsveränderliche Betriebsmittel zur Verwendung in den Zonen 1 oder 21 und 2 oder 22 müssen mit einem Außenmantel aus schwerem Polychloropren oder einem anderen gleichwertigen synthetischen Elastomer versehen sein bzw. einer schweren Gummischlauchleitung oder einem ähnlich robusten Aufbau entsprechen. Der Mindestquerschnitt für solche Leitungen beträgt 1,0 mm². Für Betriebsmittel bis zu 250 V gegen Erde und einem Bemessungsstrom bis zu 6 A sind Ausnahmen zulässig.

Besondere Anforderungen, die der Norm zu entnehmen sind, gelten für die Verlegung von Leitungen und Kabeln in geschlossenen „Conduit“-Systemen (Rohrsystemen).

4.7 Zusatzanforderungen an bestimmte Zündschutzarten

Neben den vorstehend beschriebenen allgemeinen Anforderungen an elektrische Anlagen und Einrichtungen in explosionsgefährdeten Bereichen sind weitere Bestimmungen in Abhängigkeit von der angewendeten Zündschutzart zu beachten, die den detaillierten Beschreibungen der Norm zu entnehmen sind. ■



Energie sparen mit Theben.
Zum Beispiel auf Schulfluren.



Mit dem **thebenHTS compact passage Flur-Präsenzmelder**. Foyer, Flughafen, Klassenzimmer, Korridor: Wo reges Treiben herrscht, müssen Beleuchtung und Raumklima verlässlich geregelt werden. Diskret montiert, steuern Theben Präsenzmelder Licht, Heizung und Klimaanlage – ganz einfach, ganz ökonomisch. Mehr Infos unter www.energy-saving-ideas.de

theben[®]

Theben AG
Hohenbergstraße 32, 72401 Haigerloch, GERMANY
Tel: 074 74/6 92-0, Fax: 074 74/6 92-150
info@theben.de, www.theben.de