

DIN EN 1127-1

ICS 13.230

Einsprüche bis 2009-07-04
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1127-1:2008-02

Entwurf

**Explosionsfähige Atmosphären –
Explosionsschutz –
Teil 1: Grundlagen und Methodik;
Deutsche Fassung prEN 1127-1:2009**

Explosive atmospheres –
Explosion prevention and protection –
Part 1: Basic concepts and methodology;
German version prEN 1127-1:2009

Atmosphères explosives –
Prévention de l'explosion et protection contre l'explosion –
Partie 1: Notions fondamentales et méthodologie;
Version allemande prEN 1127-1:2009

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2009-05-04 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 nasg@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

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 47 Seiten

Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) im DIN

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...¹⁾.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Dieses Dokument (prEN 1127-1:2009) wurde von der Arbeitsgruppe 4 des CEN/TC 305 „Terminologie und Methodik“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) erarbeitet.

Für Deutschland war der Arbeitsausschuss NA 095-02-06 AA „Terminologie, Methodik“ des Normenausschusses Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. an der Bearbeitung beteiligt.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1127-1:2008-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Begriffe wurden modifiziert;
- b) Risikobewertung wurde modifiziert;
- c) Informationen über Konzepte zur Nutzung von Mess- und Kontrollsystemen zur Vermeidung wirksamer Zündquellen wurden entfernt;
- d) Informationen über Klassifizierungen von Zonen für Gase/Nebel und Stäube wurden entfernt.

1) Wird bei Herausgabe der Norm festgelegt.

Explosionsfähige Atmosphären — Explosionsschutz — Teil 1: Grundlagen und Methodik

Atmosphères explosives — Prévention de l'explosion et protection contre l'explosion — Partie 1 : Notions fondamentales et méthodologie

Explosive atmospheres — Explosion prevention and protection — Part 1: Basic concepts and methodology

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

Inhalt

Seite

Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe	8
4 Risikobeurteilung.....	8
4.1 Allgemeines.....	8
4.2 Erkennen von Gefährdungen	9
4.2.1 Allgemeines.....	9
4.2.2 Verbrennungseigenschaften	9
4.2.3 Explosionsverhalten.....	10
4.2.4 Wahrscheinlichkeit des Auftretens von explosionsfähiger Atmosphäre	10
4.3 Erkennen von Entzündungsgefahren.....	11
4.3.1 Allgemeines.....	11
4.3.2 Entzündungsmerkmale	11
4.3.3 Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer wirksamen Zündquelle	12
4.4 Mögliche Auswirkungen einer Explosion	12
5 Mögliche Zündquellen.....	13
5.1 Heiße Oberflächen	13
5.2 Flammen und heiße Gase (einschließlich heißer Partikel).....	13
5.3 Mechanisch erzeugte Funken.....	14
5.4 Elektrische Anlagen	14
5.5 Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz	14
5.6 Statische Elektrizität.....	15
5.7 Blitzschlag	15
5.8 Elektromagnetische Wellen im Bereich der Frequenzen von 10^4 Hz bis 3×10^{12} Hz (Hochfrequenz).....	15
5.9 Elektromagnetische Wellen im Bereich der Frequenzen von 3×10^{11} Hz bis 3×10^{15} Hz	16
5.10 Ionisierende Strahlung.....	16
5.11 Ultraschall.....	16
5.12 Adiabatische Kompression und Stoßwellen.....	17
5.13 Exotherme Reaktionen, einschließlich Selbstentzündung von Stäuben.....	17
6 Risikominderung.....	18
6.1 Grundlegende Prinzipien	18
6.2 Vermeiden oder Einschränken explosionsfähiger Atmosphäre.....	18
6.2.1 Allgemeines.....	18
6.2.2 Prozessparameter.....	18
6.2.3 Planung und Ausführung von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten	20
6.3 Einteilen der explosionsgefährdeten Bereiche	21
6.4 Anforderungen an den Entwurf und die Ausführung von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten hinsichtlich des Vermeidens wirksamer Zündquellen	22
6.4.1 Allgemeines.....	22
6.4.2 Heiße Oberflächen	23
6.4.3 Flammen und heiße Gase	24
6.4.4 Mechanisch erzeugte Funken.....	25
6.4.5 Elektrische Anlagen	26
6.4.6 Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz	26
6.4.7 Statische Elektrizität.....	26
6.4.8 Blitzschlag	27
6.4.9 Hochfrequente elektromagnetische Wellen im Bereich der Frequenzen von 10^4 Hz bis 3×10^{12} Hz	27
6.4.10 Elektromagnetische Wellen im Bereich der Frequenzen von 3×10^{11} Hz bis 3×10^{15} Hz.....	28

	Seite
6.4.11 Ionisierende Strahlung.....	28
6.4.12 Ultraschall	29
6.4.13 Adiabatische Kompression und Stoßwellen	29
6.4.14 Exotherme Reaktionen, einschließlich Selbstentzündung von Stäuben	30
6.5 Anforderungen an den Entwurf und die Ausführung von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten hinsichtlich des Beschränkens der Explosionsauswirkungen	31
6.5.1 Allgemeines	31
6.5.2 Explosionsfeste Bauweise	31
6.5.3 Explosionsdruckentlastung	32
6.5.4 Explosionsunterdrückung	33
6.5.5 Verhindern der Explosionsübertragung (explosionstechnische Entkoppelung)	33
6.6 Notfallmaßnahmen	35
6.7 Grundsätze für Mess- und Regeleinrichtungen im Explosionsschutz	36
7 Benutzerinformation	37
7.1 Allgemeines	37
7.2 Angaben zu den Geräten, Schutzsystemen und Komponenten	37
7.3 Angaben für Inbetriebnahme, Wartung und Instandsetzung hinsichtlich des Explosionsschutzes.....	38
7.4 Qualifikationen und Schulung	38
Anhang A (informativ) Information über Werkzeuge zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen	39
Anhang B (informativ) Maßgebliche Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der vorherigen Ausgabe.....	40
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 94/9/EG.....	41
Anhang ZB (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2006/42/EG.....	42
Literaturhinweise.....	43
 Bilder	
Bild 1 — Schema für explosionsfeste Bauweise	32
 Tabellen	
Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Richtlinie 94/9/EG	41

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1127-1:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 305 „Explosionsfähige Atmosphären — Explosionsschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 1127-1:1997 ersetzen.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA und ZB, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Einleitung

CEN und CENELEC erstellen Normen, um Entwicklern, Herstellern und anderen interessierten Kreisen zu helfen, die wesentlichen Sicherheitsanforderungen zum Erreichen der Konformität mit der europäischen Gesetzgebung auszulegen. Im Rahmen dieser Normen hat es CEN übernommen, eine Norm als Anleitung für den Explosionsschutz zu entwickeln, soweit von Explosionen ausgehende Gefährdungen nach EN ISO 12100-1:2003, 4.8 in Betracht zu ziehen sind.

Nach EN ISO 12100-1 ist dies eine Typ A-Norm.

Diese Norm wurde als harmonisierte Norm im Sinne der einschlägigen EG-Richtlinien und der entsprechenden EFTA-Regelwerke erstellt.

Diese Norm beschreibt die grundlegenden Konzepte und die Methodik des Explosionsschutzes.

CEN/TC 305 hat ein Mandat, Typ B- und Typ C-Normen für dieses Sachgebiet zu erstellen, die eine Nachprüfung der Konformität mit den wesentlichen Sicherheitsanforderungen erlauben.

Explosionen können ausgehen von

- a) Stoffen, die in Geräten, Schutzsystemen und Komponenten verarbeitet werden;
- b) Stoffen, die durch die Geräte, Schutzsysteme und Komponenten freigesetzt werden;
- c) Stoffen in der Umgebung von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten;
- d) Werkstoffen, aus denen die Geräte, Schutzsysteme und Komponenten bestehen.

Da die Sicherheit von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten nicht nur von diesen selbst abhängt, sondern auch von den gehandhabten Stoffen und deren Verwendung, behandelt diese Norm ebenfalls Aspekte im Zusammenhang mit der beabsichtigten Verwendung. Das heißt, der Hersteller sollte sich überlegen, wie und wofür die Geräte, Schutzsysteme und Komponenten eingesetzt werden und dies bei ihrer Planung und Ausführung berücksichtigen. Nur so ist es möglich, die von den Geräten, Schutzsystemen und Komponenten ausgehenden Gefahren zu beschränken.

ANMERKUNG Diese Norm kann auch den Betreibern von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten als Leitfaden zum Beurteilen des Explosionsrisikos am Arbeitsplatz und zur Auswahl der geeigneten Geräte, Schutzsysteme und Komponenten dienen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Methoden zum Erkennen und Beurteilen von gefährlichen Situationen, die zu Explosionen führen können, fest und beschreibt geeignete Planungs- und Fertigungsmaßnahmen, um die erforderliche Sicherheit zu erreichen. Dies wird erreicht durch:

- Beurteilen des Risikos;
- Reduzierung des Risikos;

Die Sicherheit von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten kann durch das Beseitigen von Gefährdungen und/oder die Begrenzung des Risikos erreicht werden durch:

- a) konstruktive Maßnahmen ohne Verwendung von technischen Schutzmaßnahmen;
- b) technische Schutzmaßnahmen;
- c) Benutzerinformationen;
- d) andere Vorsichtsmaßnahmen.

Explosionsschutzmaßnahmen nach a) (Vorbeugung) und b) (Schutz) werden in Abschnitt 6 behandelt, Maßnahmen nach c) in Abschnitt 7. Maßnahmen nach d) sind in dieser Europäischen Norm nicht festgelegt; letztere werden in EN ISO 12100:2003, Abschnitt 5 behandelt.

Die in dieser Europäischen Norm beschriebenen Schutzmaßnahmen führen nur dann zu der erforderlichen Sicherheit, wenn die Geräte, Schutzsysteme und Komponenten bestimmungsgemäß betrieben und entsprechend den für sie geltenden Regeln oder Vorschriften installiert und gewartet werden.

Diese Europäische Norm gibt allgemeine Methoden für Entwurf und Ausführung an, um Konstrukteure und Hersteller bei Entwurf und Ausführung von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten in Bezug auf den Explosionsschutz zu unterstützen.

Diese Europäische Norm gilt für alle Geräte, Schutzsysteme und Komponenten, die bestimmungsgemäß in explosionsgefährdeten Bereichen unter atmosphärischen Bedingungen eingesetzt werden. Solche Bereiche können vorliegen, wenn brennbare Stoffe verarbeitet, verwendet oder von den Geräten, Schutzsystemen und Komponenten freigesetzt werden. Sie können auch auftreten in der Umgebung von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten sowie durch die Konstruktionsmaterialien der Geräte, Schutzsysteme und Komponenten.

Diese Europäische Norm gilt für Geräte, Schutzsysteme und Komponenten in allen Anwendungsstadien.

Diese Norm ist nur anwendbar auf die Gerätegruppe II für den bestimmungsgemäßen Gebrauch außerhalb von untertägigen Bereichen von Bergwerken und außerhalb solcher übertägigen Einrichtungen von Bergwerken, die durch Schlagwetter und/oder brennbaren Staub gefährdet sind.

Diese Europäische Norm ist nicht anwendbar auf:

- i) medizinische Geräte zur bestimmungsgemäßen Verwendung in medizinischen Bereichen;
- ii) Geräte, Schutzsysteme und Komponenten, bei denen die Explosionsgefahr ausschließlich durch die Anwesenheit von Sprengstoffen oder chemisch instabilen Stoffen hervorgerufen wird;
- iii) Geräte, Schutzsysteme und Komponenten, bei denen die Explosion durch Reaktion von Stoffen mit anderen Oxidationsmitteln als Luftsauerstoff oder durch andere gefährliche Reaktionen oder andere als atmosphärische Bedingungen erfolgen können;

- iv) Geräte, die zur Verwendung in häuslicher und nichtkommerzieller Umgebung vorgesehen sind, in der eine explosionsfähige Atmosphäre nur selten und lediglich infolge eines unbeabsichtigten Brennstoffaustritts gebildet werden kann;
- v) persönliche Schutzausrüstungen im Sinne der Richtlinie 89/686/EWG;
- vi) Seeschiffe und bewegliche Offshore-Anlagen sowie die Ausrüstungen an Bord dieser Schiffe oder Anlagen;
- vii) Beförderungsmittel, d. h. Fahrzeuge und dazugehörige Anhänger, die ausschließlich für die Beförderung von Personen in der Luft, auf Straßen- und Schienennetzen oder auf dem Wasserweg bestimmt sind, und Beförderungsmittel, soweit sie für den Transport von Gütern in der Luft, auf öffentlichen Straßen- und Schienennetzen oder auf dem Wasserweg konzipiert sind. Nicht ausgenommen sind Fahrzeuge, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden sollen;
- viii) Planung und Ausführung von Systemen, die beabsichtigte, gesteuerte Verbrennungsvorgänge umfassen, falls sie nicht als Zündquellen in explosionsgefährdeten Bereichen wirken können.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokumentes erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokumentes (einschließlich aller Änderungen).

EN 1839, *Bestimmung der Explosionsgrenzen von Gasen und Dämpfen*

EN 13237, *Explosionsgefährdete Bereiche — Begriffe für Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen*

EN 13673-1, *Verfahren zur Bestimmung des maximalen Explosionsdruckes und des maximalen zeitlichen Druckanstieges für Gase und Dämpfe — Teil 1: Bestimmungsverfahren für den maximalen Explosionsdruck*

EN 13673-2, *Verfahren zur Bestimmung des maximalen Explosionsdruckes und des maximalen zeitlichen Druckanstieges für Gase und Dämpfe — Teil 2: Bestimmungsverfahren für den maximalen zeitlichen Druckanstieg*

EN 13821, *Explosionsfähige Atmosphären — Explosionsschutz — Bestimmung der Mindestzündenergie von Staub/Luft-Gemischen*

EN 14034-1, *Bestimmung der Explosionskenngößen von Staub/Luft-Gemischen — Teil 1: Bestimmung des maximalen Explosionsdruckes p_{max} von Staub/Luft-Gemischen*

EN 14034-2, *Bestimmung der Explosionskenngößen von Staub/Luft-Gemischen — Teil 2: Bestimmung des maximalen zeitlichen Druckanstieges $(dp/dt)_{max}$ von Staub/Luft-Gemischen*

EN 14034-3, *Bestimmung der Explosionskenngößen von Staub/Luft-Gemischen — Teil 3: Bestimmung der unteren Explosionsgrenze UEG von Staub/Luft-Gemischen*

EN 14034-4, *Bestimmung der Explosionskenngößen von Staub/Luft-Gemischen — Teil 4: Bestimmung der Sauerstoffgrenzkonzentration SGK von Staub/Luft-Gemischen*

EN 14373, *Explosions-Unterdrückungssysteme*

EN 14460, *Explosionsfeste Geräte*

EN 14491, *Schutzsysteme zur Druckentlastung von Staubexplosionen*

EN 14522, *Bestimmung der Zündtemperatur von Gasen und Dämpfen*

EN 14756, *Bestimmung der Sauerstoffgrenzkonzentration (SGK) für brennbare Gase und Dämpfe*

EN 14797, *Einrichtungen zur Explosionsdruckentlastung*

EN 14994, *Schutzsysteme zur Druckentlastung von Gasexplosionen*

EN 15188, *Bestimmung des Selbstentzündungsverhaltens von Staubschüttungen*

EN 15198, *Methodik zur Risikobewertung für nicht-elektrische Geräte und Komponenten zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen*

EN 50281-2-1, *Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub — Teil 2-1: Untersuchungsverfahren; Verfahren zur Bestimmung der Mindestzündtemperatur von Staub*

EN 60079-1, *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche — Teil 1: Druckfeste Kapselung „d“ (IEC 60079-1:2003)*

EN ISO 12100-1, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie (ISO 12100-1:2003)*

EN ISO 12100-2, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 2: Technische Leitsätze (ISO 12100-2:2003)*

EN ISO 13849-1, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2006)*

EN ISO 14121-1, *Sicherheit von Maschinen — Risikobeurteilung — Teil 1: Leitsätze (ISO 14121-1:2007)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die Begriffe nach EN 13237.

4 Risikobeurteilung

4.1 Allgemeines

- a) Diese Risikobeurteilung muss immer für jeden Einzelfall in Übereinstimmung mit EN ISO 14121-1 und/oder EN 15198 erfolgen, sofern keine anderen Normen als geeigneter für die Situation ermittelt werden können: Erkennung der Explosionsgefährdungen und Ermittlung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer gefährlichen explosiven Atmosphäre (siehe 4.2)
- b) Erkennung von Zündgefahren und Ermittlung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von potentiellen Zündquellen (siehe 4.3)
- c) Beurteilung der möglichen Auswirkungen einer Explosion im Falle einer Zündung (siehe 4.4);
- d) Bewertung des Risikos, ob der beabsichtigte Schutzgrad erreicht wurde;

ANMERKUNG Der beabsichtigte Schutzgrad wird durch gesetzliche Anforderungen und, falls notwendig, zusätzlichen vom Anwender festgelegten Anforderungen bestimmt.

- e) Berücksichtigung der Maßnahmen zur Verringerung des Risikos (siehe Abschnitt 6).

Es muss eine umfassende Betrachtung durchgeführt werden, insbesondere bei komplizierten Geräten, Schutzsystemen und Komponenten, aus mehreren Einheiten bestehenden Anlagen und vor allem bei ausgedehnten Anlagen. Berücksichtigt werden müssen bei der Risikobeurteilung die Zünd- und Explosionsgefahren durch:

- i) die Geräte, Schutzsysteme und Komponenten selbst;
- ii) die Wechselwirkung zwischen den Geräten, Schutzsystemen und Komponenten und den gehandhabten Stoffen;
- iii) die in den Geräten, Schutzsystemen und Komponenten ablaufenden Verarbeitungsprozesse;
- iv) die Umgebung der Geräte, Schutzsysteme und Komponenten und mögliche Wechselwirkungen mit benachbarten Prozessen.

4.2 Erkennen von Gefährdungen

4.2.1 Allgemeines

Die Explosionsgefährdung hängt von den Stoffen ab, die von den Geräten, Schutzsystemen und Komponenten be- oder verarbeitet, verwendet oder freigesetzt werden, und den Werkstoffen aus denen die Geräte, Schutzsysteme und Komponenten hergestellt sind. Einige dieser Stoffe und Werkstoffe können mit Luft Verbrennungsreaktionen eingehen. Bei diesen Verbrennungsreaktionen können beträchtliche Wärmemengen freigesetzt werden, die von einem Druckaufbau und Freisetzen gefährlicher Stoffe begleitet werden können. Im Gegensatz zu einem Brand ist eine Explosion im Wesentlichen eine selbstunterhaltende Ausbreitung der Reaktionszone (Flamme) durch die explosionsfähige Atmosphäre. Dieses Gefährdungspotential kann durch eine wirksame Zündquelle freigesetzt werden.

In 4.2.2 und 4.2.3 sind sicherheitstechnische Kenngrößen von Stoffen angegeben. Sie können durch Laborversuche erhalten werden, in einigen Fällen auch durch Berechnung¹⁾. Die sicherheitstechnischen Kenngrößen bilden die Grundlage der Gefährdungsanalyse.

Es muss bedacht werden, dass die sicherheitstechnischen Kenngrößen keine Naturkonstanten sind, sondern zum Beispiel vom Untersuchungsverfahren abhängen. Bei Stäuben muss berücksichtigt werden, dass die in Tabellenwerken gesammelten sicherheitstechnischen Kenngrößen nur als Richtwerte gelten können, da ihr Zahlenwert von der Korngröße und -form, dem Feuchtigkeitsgehalt und der Anwesenheit von Zusätzen, selbst in Spuren, abhängt. Im Einzelfall müssen Proben der Stäube, wie sie in den Geräten, Schutzsystemen und Komponenten anfallen, untersucht werden.

4.2.2 Verbrennungseigenschaften

Da das Gefährdungspotential in diesem Zusammenhang nicht vom Stoff selbst ausgeht, sondern von dessen Kontakt oder seiner Vermischung mit Luft, müssen die Eigenschaften des Gemisches aus brennbarem Stoff und Luft bestimmt werden. Diese Eigenschaften geben Auskunft über das Brennverhalten eines Stoffes und darüber, ob er Feuer oder Explosionen verursachen kann. Wesentliche Daten sind z. B.:

- a) Flammpunkt;
- b) Explosionsgrenzen (UEG, OEG) (siehe EN 1839, EN 14034-3 und EN 14756);
- c) Sauerstoffgrenzkonzentration (SGK) (siehe EN 14034 und EN 14756).

1) Entsprechende Normen werden von CEN und CENELEC erarbeitet, siehe auch Literaturhinweise.

4.2.3 Explosionsverhalten

Das Verhalten der explosionsfähigen Atmosphäre nach erfolgter Entzündung muss zum Beispiel durch folgende Kenngrößen beschrieben werden:

- a) maximaler Explosionsdruck ($p_{\max}$) (siehe EN 13673-1, EN 14034-1 und EN 14034-4);
- b) maximaler zeitlicher Druckanstieg $(dp/dt)_{\max}$ (siehe EN 13673-2, EN 14034-2 und EN 14491);
- c) Normspaltweite (NSW) (siehe IEC 60079-1).

4.2.4 Wahrscheinlichkeit des Auftretens von explosionsfähiger Atmosphäre

Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre hängt ab von:

- a) dem Vorhandensein eines brennbaren Stoffes;
- b) dem Dispersionsgrad des brennbaren Stoffes (z. B. Gase, Dämpfe, Nebel, Stäube);
- c) der Konzentration des brennbaren Stoffes in der Luft innerhalb des Explosionsbereichs;
- d) dem Vorhandensein einer solchen Menge explosionsfähiger Atmosphäre, dass sie Schaden im Falle einer Entzündung verursacht.

Zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre muss die eventuelle Bildung explosionsfähiger Atmosphäre durch chemische Reaktionen, Pyrolyse und biologische Prozesse der vorhandenen Stoffe berücksichtigt werden.

Kann die Wahrscheinlichkeit des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre nicht eingeschätzt werden, ist davon auszugehen, dass eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ständig vorliegt.

a) Vorhandensein brennbarer Stoffe

Brennbare Stoffe müssen als Materialien betrachtet werden, die eine explosionsfähige Atmosphäre hervorrufen können, sofern nicht eine Untersuchung ihrer Eigenschaften ergeben hat, dass sie in Verbindung mit Luft der selbstunterhaltenden Ausbreitung einer Explosion nicht fähig sind. Bei der Bewertung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre muss die mögliche Entstehung einer explosionsfähigen Atmosphäre durch chemische Reaktionen, Pyrolyse und biologische Prozesse der dort vorhandenen Materialien beachtet werden.

b) Dispersionsgrad brennbarer Stoffe

Bei Gasen, Dämpfen und Nebeln ist ein für das Zustandekommen einer explosionsfähigen Atmosphäre ausreichender Dispersionsgrad naturgemäß gegeben. Bei Nebeln und Stäuben kann ein Dispersionsgrad erreicht werden, der für das Entstehen explosionsfähiger Atmosphäre ausreicht, wenn die Teilchengröße kleiner als 0,5 mm ist.

ANMERKUNG Zahlreiche in der Praxis vorkommende Nebel, Aerosole und Stäube haben Teilchengrößen zwischen 0,001 mm und 0,1 mm.

Es muss die Tatsache beachtet werden, dass Explosionen in hybriden Gemischen auch dann auftreten können, wenn sich keine der brennbaren Stoffen innerhalb des Explosionsbereiches befindet.

c) Konzentration brennbarer Stoffe

Wenn die Konzentration des dispergierten brennbaren Stoffes in Luft einen Mindestwert (untere Explosionsgrenze) erreicht, ist eine Explosion möglich. Eine solche kommt nicht mehr zustande, wenn die Konzentration einen maximalen Wert (obere Explosionsgrenze) überschritten hat.

ANMERKUNG Einige chemisch unbeständige Stoffe, z. B. Acetylen und Ethylenoxid, können auch in Abwesenheit von Luft und Sauerstoff exotherme Reaktionen eingehen und haben eine obere Explosionsgrenze von 100 %.

Die Explosionsgrenzen verändern sich mit Druck und Temperatur. Der Konzentrationsbereich zwischen den Explosionsgrenzen erweitert sich in der Regel mit steigendem Druck und steigender Temperatur. Die oberen Explosionsgrenzen liegen bei Gemischen mit Sauerstoff wesentlich höher als bei Gemischen mit Luft.

Überschreitet die Oberflächentemperatur einer brennbaren Flüssigkeit den unteren Explosionspunkt, kann explosionsfähige Atmosphäre entstehen (siehe 6.2.2.2). Aerosole und Nebel brennbarer Flüssigkeiten können auch bei Temperaturen unterhalb des unteren Explosionspunktes explosionsfähige Atmosphäre bilden.

ANMERKUNG Aerosole und Nebel können bei Temperaturen zu explosionsfähigen Gemischen werden, die weit unter dem unteren Explosionspunkt (LEP) liegen. Die Tropfen müssen bedampft werden, aber aufgrund der geringen Größe (0,1 – 0,001 mm) der Tropfen wird die erforderliche Energie signifikant reduziert.

Für Stäube haben die Explosionsgrenzen nicht die gleiche Bedeutung wie für Gase und Dämpfe. Staubwolken sind gewöhnlich inhomogen. Die Staubkonzentration kann durch Ablagern und Aufwirbeln von Staub in der Atmosphäre stark schwanken. In Gegenwart von abgelagertem, brennbarem Staub ist stets mit dem Entstehen explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen.

d) Menge explosionsfähiger Atmosphäre

Die Beurteilung, ob explosionsfähige Atmosphäre in gefahrdrohender Menge vorhanden ist, hängt von den möglichen Auswirkungen der Explosion ab (siehe 4.4).

4.3 Erkennen von Entzündungsgefahren

4.3.1 Allgemeines

Als erstes muss ermittelt werden, welche Arten von wirksamen Zündquellen möglich und gerätebezogen sind. Die unterschiedlichen Zündquellen werden in Abschnitt 5 behandelt. Es muss die Signifikanz aller Zündquellen, die mit der explosionsfähigen Atmosphäre in Kontakt kommen könnten, beurteilt werden

Die Zündwirksamkeit aller möglichen Zündquellen muss dann verglichen werden mit der Entzündbarkeit des brennbaren Stoffes (siehe 4.3.2).

Dieser Schritt muss mit einer vollständigen Liste aller potentiellen Zündquellen der Geräte- oder der Bauteileart oder des Geräts oder des Bauteils enden. Danach muss die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der möglichen Zündquellen, welche wirksam werden können, beurteilt werden, auch unter Berücksichtigung von solchen, die neu hinzukommen können, z. B. bei Wartungs- und Reinigungsarbeiten.

4.3.2 Entzündungsmerkmale

Die Entzündungsmerkmale der explosionsfähigen Atmosphäre müssen bestimmt werden.

- a) Mindestzündenergie (siehe EN 13821);
- b) Mindestzündtemperatur einer explosionsfähigen Atmosphäre (siehe EN 14522 und EN 50281-2-1);
- c) Mindestzündtemperatur einer Staubschicht (siehe EN 50281-2-1).

4.3.3 Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer wirksamen Zündquelle

Die potentiellen Zündquellen sollten nach der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens folgendermaßen eingestuft werden:

- a) ständig oder häufig vorkommende Zündquellen;
- b) selten auftretende Zündquellen;
- c) sehr selten auftretende Zündquellen.
- d) Bei Geräten, Schutzsystemen und Komponenten ist diese Einstufung gleichbedeutend mit:
- e) Zündquellen, mit denen betriebsmäßig zu rechnen ist;
- f) Zündquellen, die nur bei Betriebsstörungen auftreten können;
- g) Zündquellen, die nur bei seltenen Betriebsstörungen auftreten können.

ANMERKUNG Schutzmaßnahmen können eingesetzt werden, um die Zündquellen unwirksam zu machen (siehe 6.4).

Kann die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer wirksamen Zündquelle nicht abgeschätzt werden, ist davon auszugehen, dass die Zündquelle stets vorhanden ist.

4.4 Mögliche Auswirkungen einer Explosion

Im Falle einer Explosion müssen ihre möglichen Auswirkungen berücksichtigt werden, z. B.:

- Flammen;
- Wärmestrahlung;
- Druckwellen;
- weggeschleuderte Teile;
- gefährliche Freisetzung von Stoffen.

Die Auswirkungen hängen ab von:

- den chemischen und physikalischen Eigenschaften der brennbaren Stoffe;
- der Menge und der Umschließung der explosionsfähigen Atmosphäre;
- der Geometrie der Umgebung;
- der Festigkeit der Umschließungs- und Stützkonstruktionen;
- der Schutzausrüstung, die das gefährdete Personal trägt;
- den physikalischen Eigenschaften der gefährdeten Gegenstände.

Eine Abschätzung der zu erwartenden Personen-, Haustier- oder Sachschäden und der Größe des beeinträchtigten Bereiches ist somit für den jeweiligen Einzelfall möglich.

5 Mögliche Zündquellen

5.1 Heiße Oberflächen

Kommt explosionsfähige Atmosphäre mit heißen Oberflächen in Berührung, kann es zu einer Entzündung kommen. Dabei kann nicht nur die heiße Oberfläche an sich als Zündquelle wirken, sondern auch eine Staubschicht oder ein brennbarer Feststoff kann durch Kontakt mit der heißen Oberfläche entzündet werden und dadurch zur Zündquelle für eine explosionsfähige Atmosphäre werden.

Die Zündfähigkeit einer erhitzten Oberfläche hängt von der Art und der Konzentration des jeweiligen Stoffes im Gemisch mit Luft ab. Sie nimmt zu mit zunehmender Temperatur und mit zunehmender Oberfläche des erhitzten Körpers.

Weiterhin hängt die eine Entzündung auslösende Temperatur von Größe und Gestalt des erhitzten Körpers, vom Konzentrationsgefälle im Bereich der Wand und zum Teil auch vom Wandmaterial ab. So kann z. B. explosionsfähige Gas- oder Dampfatosphäre im Inneren größerer erhitzter Räume (etwa 1 l und mehr) durch niedrigere Wandtemperaturen als den nach EN 14522 oder nach anderen gleichwertigen Methoden gemessenen entzündet werden. Dagegen ist bei erhitzten Körpern, deren Wandflächen nicht konkav, sondern eher konvex sind, zur Entzündung eine höhere Wandtemperatur erforderlich. Die Mindestzündtemperatur wächst z. B. bei Kugeln oder Rohren mit abnehmendem Durchmesser. Auch beim Vorbeiströmen explosionsfähiger Atmosphäre an erhitzten Oberflächen kann wegen der kurzen Verweilzeit zur Entzündung eine höhere Wandtemperatur erforderlich sein.

Wenn die explosionsfähige Atmosphäre längere Zeit mit der heißen Oberfläche in Berührung steht, können Vorreaktionen, z. B. kalte Flammen, ablaufen, so dass leichter entzündbare Zersetzungsprodukte entstehen, die die Zündung der ursprünglichen Atmosphäre erleichtern.

Neben leicht erkennbaren heißen Oberflächen wie Heizkörpern, Trockenschränken, Heizspiralen usw. können auch mechanische Vorgänge und spanabhebende Bearbeitung zu gefährlichen Temperaturen führen. Hierzu sind auch Geräte, Schutzsysteme und Komponenten zu zählen, die mechanische Energie in Wärme überführen, z. B. alle Arten von Reibungskupplungen und mechanisch wirkenden Bremsen (z. B. an Fahrzeugen und Zentrifugen). Weiterhin können alle sich drehenden Teile in Lagern, Wellendurchführungen, Stopfbuchsen usw. bei ungenügender Schmierung zu Zündquellen werden. In engen Gehäusen bewegte Teile können auch durch das Eindringen von Fremdkörpern oder Verlagerungen von Achsen zu Reibvorgängen führen, die wiederum unter Umständen schon in kurzer Zeit hohe Oberflächentemperaturen hervorrufen.

Darüber hinaus sind auch durch chemische Reaktionen hervorgerufene Temperaturanstiege zu berücksichtigen (z. B. bei Schmiermitteln und Reinigungsmitteln).

Hinsichtlich der Zündgefahren beim Schweißen und Schneiden siehe 5.2.

Bezüglich der Schutzmaßnahmen gegen Zündgefahren durch heiße Oberflächen siehe 6.4.2.

5.2 Flammen und heiße Gase (einschließlich heißer Partikel)

Flammen sind verbunden mit Verbrennungsreaktionen bei Temperaturen von mehr als 1 000 °C. Als Reaktionsprodukte treten heiße Gase, bei Staubflammen und/oder rußenden Flammen auch glühende Feststoffpartikel auf. Sowohl die Flammen selbst als auch die heißen Reaktionsprodukte oder andere stark erhitzte Gase können explosionsfähige Atmosphäre entzünden. Flammen, auch solche sehr kleiner Abmessungen, zählen zu den wirksamsten Zündquellen.

Beindet sich sowohl innerhalb als auch außerhalb eines Gerätes, Schutzsystems oder einer Komponente oder in benachbarten Anlagenteilen explosionsfähige Atmosphäre, so kann bei Entzündung in einem der Bereiche die Flamme durch Öffnungen, z. B. Entlüftungsleitungen, in die anderen Bereiche übertragen werden. Die Verhinderung eines Flammendurchschlags erfordert spezielle Schutzmaßnahmen (siehe 6.5.5).

Beim Schweißen und Schneiden entstehende Schweißperlen sind Funken mit sehr großer Oberfläche, die deshalb zu den wirksamsten Zündquellen gehören.

Bezüglich der Schutzmaßnahmen gegen Zündgefahren durch Flammen und heiße Gase siehe 6.4.3.