

DIN EN 1127-1

ICS 13.230

Ersatz für
DIN EN 1127-1:2011-10**Explosionsfähige Atmosphären –
Explosionsschutz –
Teil 1: Grundlagen und Methodik;
Deutsche Fassung EN 1127-1:2019**

Explosive atmospheres –
Explosion prevention and protection –
Part 1: Basic concepts and methodology;
German version EN 1127-1:2019

Atmosphères explosives –
Prévention de l'explosion et protection contre l'explosion –
Partie 1: Notions fondamentales et méthodologie;
Version allemande EN 1127-1:2019

Gesamtumfang 52 Seiten

DIN-Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 1127-1:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 305 „Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 095-02-06 AA „Terminologie, Methodik“ im DIN-Normenausschuss Sicherheitstechnische Grundsätze (NASG) verantwortlich.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1127-1:2011-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aufnahme neuer Begriffe in Abschnitt 3;
- b) die Abgrenzung von 5.1 und 5.3 modifiziert;
- c) in 5.11 eine Bewertung des Ultraschalls aufgenommen;
- d) in 6.4.12 Sicherheits-Grenzwerte für Ultraschall ergänzt;
- e) die Informationen zur „Dichtheit von Geräten“ überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 1127-1: 1997-10, 2008-02, 2011-10

Deutsche Fassung

Explosionsfähige Atmosphären —
Explosionsschutz —
Teil 1: Grundlagen und Methodik

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

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

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 3. Juni 2019 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

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



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Risikobewertung	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Erkennen von Explosionsgefahren	9
4.2.1 Allgemeines	9
4.2.2 Entzündbarkeitseigenschaften	9
4.2.3 Explosionsverhalten	9
4.2.4 Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre	10
4.3 Erkennen von Zündgefahren	11
4.3.1 Allgemeines	11
4.3.2 Zündeigenschaften	11
4.3.3 Wahrscheinlichkeit des Auftretens von wirksamen Zündquellen	11
4.4 Abschätzung der möglichen Auswirkungen einer Explosion	12
5 Mögliche Zündquellen	13
5.1 Heiße Oberflächen	13
5.2 Flammen und heiße Gase (einschließlich heißer Partikel)	14
5.3 Mechanisch erzeugte Schlag-, Reib- und Abtragvorgänge	14
5.4 Elektrische Geräte und Komponenten	15
5.5 Elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz	15
5.6 Statische Elektrizität	16
5.7 Blitzschlag	16
5.8 Elektromagnetische Wellen im Frequenzbereich von 10^4 Hz bis 3×10^{11} Hz (Hochfrequenz)	16
5.9 Elektromagnetische Wellen im Frequenzbereich von 3×10^{11} Hz bis 3×10^{15} Hz	17
5.10 Ionisierende Strahlung	17
5.11 Ultraschallwellen	17
5.12 Adiabatische Kompression und Stoßwellen	18
5.13 Exotherme Reaktionen, einschließlich Selbstentzündung von Stäuben	18
6 Risikominderung	19
6.1 Grundlegende Prinzipien	19
6.2 Vermeiden oder Einschränken gefährlicher explosionsfähiger Atmosphären	20
6.2.1 Prozessparameter	20
6.2.2 Gestaltung und konstruktive Ausführung von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten	21
6.3 Explosionsgefährdete Bereiche	23
6.4 Anforderungen an den Entwurf und die Ausführung von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten zur Vermeidung wirksamer Zündquellen	23
6.4.1 Allgemeines	23
6.4.2 Heiße Oberflächen	25
6.4.3 Flammen und heiße Gase	26
6.4.4 Mechanisch erzeugter Schlag-, Reib- und Abtragvorgang	26
6.4.5 Elektrische Geräte und Komponenten	27
6.4.6 Elektrische Ausgleichsströme und kathodischer Korrosionsschutz	27

6.4.7	Statische Elektrizität	28
6.4.8	Blitzschlag	29
6.4.9	Hochfrequente elektromagnetische Wellen im Frequenzbereich von 10^4 Hz bis 3×10^{11} Hz	30
6.4.10	Elektromagnetische Wellen im Frequenzbereich von 3×10^{11} Hz bis 3×10^{15} Hz	30
6.4.11	Ionisierende Strahlung	31
6.4.12	Ultraschallwellen	32
6.4.13	Adiabatische Kompression und Stoßwellen	33
6.4.14	Exotherme Reaktionen, einschließlich Selbstentzündung von Stäuben	33
6.5	Anforderungen an Entwurf und konstruktive Ausführung von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten zur Begrenzung der Auswirkungen einer Explosion	34
6.6	Notfallmaßnahmen	35
6.7	Grundsätze für Mess- und Regeleinrichtungen im Explosionsschutz	35
7	Benutzerinformationen	36
7.1	Allgemeines	36
7.2	Angaben für Inbetriebnahme, Wartung und Instandsetzung hinsichtlich Explosionsschutz	37
7.3	Qualifikationen und Schulung	37
Anhang A (informativ) Information zum Gebrauch von Werkzeugen in explosionsgefährdeten Bereichen		38
Anhang B (informativ) Dichtheit von Geräten		39
B.1	Allgemeines	39
B.2	Normale Dichtheit	39
B.3	Erhöhte Dichtheit	40
Anhang C (normativ) Nachweisverfahren für den Grenzwert von Ultraschall in Flüssigkeiten		41
Anhang D (informativ) Wesentliche technische Änderungen zwischen diesem Dokument und der vorhergehenden Ausgabe dieses Dokumentes		43
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäische Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden EU-Richtlinie 2014/34/EU		45
Anhang ZB (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäische Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden EU-Richtlinie 2006/42/EG		46
Literaturhinweise		47
 Bilder		
Bild C.1 — Fallunterscheidung nach den geometrischen Abmessungen der schallemittierenden Quelle im Verhältnis zur Ultraschallwellenlänge		42
Bild C.2 — Fallunterscheidung nach gegenseitiger Überlagerung von schallemittierenden Quellen		42
 Tabellen		
Tabelle D.1 — Maßgebliche Änderungen zwischen diesem Dokument und EN 1127-1:2011		43
Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäische Norm und der Richtlinie 2014/34/EU		45
Tabelle ZB.1 — Zusammenhang zwischen diesem Dokument und der Richtlinie 2006/42/EG		46

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 1127-1:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 305 „Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2020 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN 1127-1:2011.

Anhang D enthält Einzelheiten zu den grundlegenden Änderungen zwischen diesem Dokument und dem Vorgänger EN 1127-1:2011.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA und Anhang ZB, die Bestandteil dieses Dokuments sind.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

CEN und CENELEC erstellen eine Reihe von 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 Normenreihe hat es CEN übernommen, eine Norm als Anleitung für den Explosionsschutz zu entwickeln, soweit von Explosionen ausgehende Gefährdungen nach EN ISO 12100:2010 in Betracht zu ziehen sind.

Nach EN ISO 12100:2010 ist die vorliegende Norm eine Typ-B-Norm.

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 oder verwendet 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 bestimmungsgemäßen und vorhersehbaren unsachgemäßen Verwendung, das heißt, der Hersteller sollte sich überlegen, wie und wofür die Geräte, Schutzsysteme und Komponenten eingesetzt werden und das bei deren Planung und Ausführung berücksichtigen. Nur so ist es möglich, die von den Geräten, Schutzsystemen und Komponenten ausgehenden Gefahren zu begrenzen.

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

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Verfahrensweisen zum Erkennen und Bewerten von gefährlichen Situationen fest, die zu Explosionen führen können, und beschreibt geeignete Planungs- und Fertigungsmaßnahmen, um die erforderliche Sicherheit zu erreichen. Das wird erreicht durch:

- Risikobewertung;
- Risikoverringerung.

Die Sicherheit von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten lässt sich durch das Beseitigen von Gefährdungen und/oder eine Begrenzung des Risikos erreichen, d. h. durch:

- a) geeignete konstruktive Auslegung (ohne Anwendung von technischen Schutzmaßnahmen);
- b) technische Schutzmaßnahmen;
- c) Benutzerinformation;
- d) sonstige Vorsichts- und Sicherheitsmaßnahmen.

Maßnahmen nach a) (Vorbeugung) und b) (Schutz) werden in Abschnitt 6 behandelt, Maßnahmen nach c) gegen Explosionen werden in Abschnitt 7 behandelt. Maßnahmen nach d) sind in diesem Dokument nicht festgelegt. Sie werden in EN ISO 12100:2010, Abschnitt 6, behandelt.

Die in diesem Dokument beschriebenen Schutzmaßnahmen führen nur dann zu der erforderlichen Sicherheit, wenn die Geräte, Schutzsysteme und Komponenten bestimmungsgemäß betrieben und entsprechend den für sie geltenden Anwendungsregeln oder Anforderungen installiert und gewartet werden.

Dieses Dokument legt allgemeine Verfahrensweisen für Entwurf und Ausführung fest, um Konstrukteure und Hersteller bei Entwurf und Ausführung von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten in Bezug auf den Explosionsschutz zu unterstützen.

Dieses Dokument gilt für alle Geräte, Schutzsysteme und Komponenten, die bestimmungsgemäß in explosionsgefährdeten Bereichen unter atmosphärischen Bedingungen eingesetzt werden. Solche Bereiche können vorliegen, wenn entzündbare/brennbare Stoffe verarbeitet, verwendet oder von den Geräten, Schutzsystemen und Komponenten oder von Stoffen in der Umgebung von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten und/oder aus den Konstruktionswerkstoffen der Geräte, Schutzsysteme und Komponenten freigesetzt werden.

Dieses Dokument gilt für Geräte, Schutzsysteme und Komponenten in allen Anwendungsphasen.

Dieses Dokument ist nur anwendbar auf die Gerätegruppe II für den bestimmungsgemäßen Gebrauch an anderen Orten als in Untertagebereichen von Bergwerken und außerhalb derartiger Einrichtungen von Bergwerken über Tage, die durch Schlagwetter und/oder brennbaren Staub gefährdet sind.

Dieses Dokument ist nicht anwendbar auf:

- 1) medizinische Geräte zur bestimmungsgemäßen Verwendung in medizinischen Bereichen;
- 2) Geräte, Schutzsysteme und Komponenten, bei denen die Explosionsgefahr ausschließlich durch die Anwesenheit von Sprengstoffen oder chemisch instabilen Stoffen hervorgerufen wird;
- 3) 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;

- 4) 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;
- 5) persönliche Schutzausrüstungen im Sinne der Verordnung (EU) 2016/425;
- 6) Seeschiffe und bewegliche Offshore-Anlagen sowie die Ausrüstungen an Bord dieser Schiffe oder Anlagen;
- 7) 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;
- 8) Planung und Ausführung von Systemen, die beabsichtigte, gesteuerte Verbrennungsvorgänge umfassen, sofern sie nicht als Zündquellen in explosionsgefährdeten Bereichen wirken können.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 13237:2012, *Explosionsgefährdete Bereiche — Begriffe für Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen*

EN 15198:2007, *Methodik zur Risikobewertung für nicht-elektrische Geräte und Komponenten zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen*

EN ISO 12100:2010, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung*

EN ISO 80079-36:2016, *Explosionsfähige Atmosphären — Teil 36: Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären — Grundlagen und Anforderungen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 13237:2012 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

normale Dichtheit

Nichtvorhandensein von Leckagen, wenn jegliche Dichtheitsprüfungen oder Dichtheitsüberwachungen, die für die Anwendung geeignet sind, während des Normalbetriebs keine gefährlichen Leckagen zeigen

3.2 erhöhte Dichtheit
Nichtvorhandensein von Leckagen, wenn aufgrund der Konstruktion und Wartungsmaßnahmen jegliche Dichtheitsprüfungen oder Dichtheitsüberwachungen, die für die Anwendung geeignet sind, während des Normalbetriebs und erwarteten Funktionsstörungen keine gefährlichen Leckagen zeigen

4 Risikobewertung

4.1 Allgemeines

Bei nichtelektrischen Geräten, Komponenten, Schutzsystemen, Vorrichtungen und Baugruppen aus diesen nichtelektrischen Produkten, die eigene potentielle Zündquellen aufweisen und für die Verwendung in explosionsfähigen Atmosphären vorgesehen sind, muss die Risikobewertung nach EN ISO 80079-36:2016 durchgeführt werden. Für andere Situationen muss die Risikobewertung unter Beachtung der folgenden Punkte in Übereinstimmung mit EN ISO 12100:2010 und/oder EN 15198:2007 vorgenommen werden, es sei denn, dass andere Normen angegeben werden können, die zweckmäßiger sind:

- a) Identifizierung von Explosionsgefahren und Bestimmen der Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre (siehe 4.2);
- b) Identifizierung von Explosionsgefahren und Bestimmen der Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins von potentiellen Zündquellen (siehe 4.3);
- c) Abschätzung der möglichen Auswirkungen einer Explosion im Falle von Zündung (siehe 4.4);
- d) Beurteilen des Zündrisikos und ob das vorgesehene Maß an Sicherheit erreicht wurde;

ANMERKUNG Das vorgesehene Maß an Sicherheit ist zumindest durch gesetzliche Bestimmungen und gegebenenfalls durch zusätzliche, vom Anwender vorgegebene Anforderungen festgelegt.

- e) Berücksichtigen von Maßnahmen zur Verringerung der Risiken (siehe Abschnitt 6).

Besonders bei komplexen Geräten, Schutzsystemen und Komponenten, aus mehreren Einheiten bestehenden Anlagen und vor allem bei ausgedehnten Anlagen muss eine umfassende Vorgehensweise gewählt werden. Diese Risikobewertung muss die Zünd- und Explosionsgefahren berücksichtigen, die sich aus Folgendem ergeben:

- 1) die Geräte, Schutzsysteme und Komponenten selbst;
- 2) die Wechselwirkung zwischen den Geräten, Schutzsystemen und Komponenten und den gehandhabten Stoffen;
- 3) die einzelnen in den Geräten, Schutzsystemen und Komponenten ablaufenden Prozesse;
- 4) das jeweilige Umfeld der Geräte, Schutzsysteme und Komponenten und mögliche Wechselwirkungen mit benachbarten Prozessen.

4.2 Erkennen von Explosionsgefahren

4.2.1 Allgemeines

Die Explosionsgefährdung hängt im Allgemeinen von den Materialien und Stoffen, die von den Geräten, Schutzsystemen und Komponenten be- oder verarbeitet, verwendet oder freigesetzt werden, und den Werkstoffen ab, aus denen die Geräte, Schutzsysteme und Komponenten hergestellt sind. Einige dieser freigesetzten Stoffe und Werkstoffe können mit Luft Verbrennungsreaktionen eingehen. Bei diesen Verbrennungsreaktionen werden oft beträchtliche Wärmemengen freigesetzt, die von einem Druckaufbau und Freisetzen gefährlicher Stoffe begleitet werden können. Im Gegensatz zu einem Brand ist eine Explosion im Wesentlichen eine selbstständige Ausbreitung der Reaktionszone (Flamme) durch die explosionsfähige Atmosphäre. Diese potentielle Gefahr besteht beim Vorhandensein einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre, die durch eine wirksame Zündquelle entzündet werden kann.

Die in 4.2.2 und 4.2.3 aufgeführten sicherheitstechnischen Kenngrößen beschreiben sicherheitsrelevante Eigenschaften entzündbarer/brennbarer Stoffe. Die Materialeigenschaften und sicherheitstechnischen Kenngrößen bilden die Grundlage für die Analyse der Explosionsgefährdung.

Bedacht werden muss, dass derartige sicherheitstechnischen Kenngrößen keine Konstanten sind, sondern zum Beispiel von Bestimmungsverfahren abhängen. Bei Stäuben muss auch berücksichtigt werden, dass die in Tabellenwerken gesammelten sicherheitstechnischen Kenngrößen nur als Richtwerte gelten können, da deren Zahlenwert von der Korngröße und -form, dem Feuchtegehalt und der Anwesenheit von Zusätzen, selbst in Spurenkonzentrationen, abhängt. Im speziellen Anwendungsfall sollten Proben der Stäube, wie sie in den Geräten anfallen, untersucht und die erhaltenen Daten bei der Risikobeschreibung eingesetzt werden.

4.2.2 Entzündbarkeitseigenschaften

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

- a) unterer Explosionspunkt (siehe EN 15794), der sich durch den Flammpunkt (mit einem Sicherheitsfaktor) ersetzen lässt, falls ein unterer Explosionspunkt nicht verfügbar ist;
- b) Explosionsgrenzen (UEG, OEG) (siehe EN 14034-3 und EN 1839);

ANMERKUNG „Untere Explosionsgrenze (UEG)“ (en: lower explosion limit (LEL)) und „obere Explosionsgrenze (OEG)“ (en: upper explosion limit (UEL)) werden in EN ISO/IEC 80079-20-1 „lower flammability limit (LFL)“ und „upper flammability limit (UFL)“ genannt.

- c) Sauerstoffgrenzkonzentration (SGK) (siehe EN 14034-4 und EN 1839).

4.2.3 Explosionsverhalten

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

- a) maximaler Explosionsdruck ($p_{\max}$) (siehe EN 14034-1, EN 14034-4 und EN 15967);
- b) maximale Druckanstiegsrate ($((d_p/d_t)_{\max})$) (siehe EN 14034-2, EN 14491 und EN 15967);
- c) Normspaltweite (NSW) (siehe EN 60079-20-1).

4.2.4 Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre

Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre hängt von Folgendem ab:

- dem Vorhandensein eines entzündbaren/brennbaren Stoffes;
- dem Dispersionsgrad des entzündbaren/brennbaren Stoffes (z. B. Gase, Dämpfe, Nebel, Stäube);
- der Konzentration des entzündbaren/brennbaren Stoffes in der Luft innerhalb des Explosionsbereichs;
- der Menge der explosionsfähigen Atmosphäre, die ausreicht, um im Falle der Entzündung Verletzungen oder Schaden zu verursachen.

Bei der Abschätzung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre muss die mögliche Bildung der explosionsfähigen Atmosphäre durch chemische Reaktionen, Pyrolyse und biologische Prozesse der vorhandenen Stoffe berücksichtigt werden.

Lässt sich die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre nicht einschätzen, ist davon auszugehen, dass ständig eine derartige gefährliche explosionsfähige Atmosphäre vorliegt.

a) Vorhandensein eines entzündbaren/brennbaren Stoffes

Entzündbare/brennbare Substanzen sind als Stoffe einzustufen, die eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden können, es sei denn, die Untersuchung ihrer Eigenschaften hat ergeben, dass sie in Gemischen mit Luft nicht in der Lage sind, eine Explosion selbsttätig fortzuleiten. Bei der Abschätzung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre muss die mögliche Bildung der gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre durch chemische Reaktionen, Pyrolyse und biologische Prozesse der vorhandenen Stoffe berücksichtigt werden.

b) Dispersionsgrad entzündbarer/brennbarer Stoffe

Naturgemäß ist bei Gasen, Dämpfen und Nebeln ein für das Zustandekommen einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre ausreichender Dispersionsgrad gegeben. Bei Stäuben kann mit dem Zustandekommen einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre gerechnet werden, wenn die Teilchengrößenanteile gleich oder kleiner 0,5 mm sind.

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

ANMERKUNG 2 Brennbare Schwebstoffe sind ein Staubtyp (Gruppe III A, siehe EN IEC 60079-0), der Fasern enthält (z. B. Baumwoll-/Karbon-/Jutefasern), bei denen ein Maß größer ist als 0,5 mm und die mit Luft eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden können.

Zu beachten ist besonders die Tatsache, dass in hybriden Gemischen Explosionen auftreten können, obwohl in dem Gemisch keiner der einzelnen, entzündbaren/brennbaren Stoffe innerhalb der Explosionsgrenzen vorhanden ist.

c) Konzentration entzündbarer/brennbarer Stoffe

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

ANMERKUNG 3 Einige chemisch unbeständige Stoffe, z. B. Acetylen und Ethylenoxid, können sogar 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 entzündbaren Flüssigkeit den unteren Explosionspunkt, kann eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entstehen (siehe 6.2.1.2).

ANMERKUNG 4 Hybride Gemische, z. B. Aerosole und Nebel, können ein explosionsfähiges Gemisch bei Temperaturen bilden, die wesentlich unter dem unteren Explosionspunkt (UEP) liegen.

Die Explosionsgrenzen haben bei Stäuben nicht die gleiche Bedeutung wie bei Gasen und Dämpfen. 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 der möglichen Entstehung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphären zu rechnen.

d) Menge an gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre

Die Abschätzung, ob eine explosionsfähige Atmosphäre in einer gefährlichen Menge vorhanden ist, hängt von den möglichen Auswirkungen der Explosion ab (siehe 4.4).

4.3 Erkennen von Zündgefahren

4.3.1 Allgemeines

Zunächst muss festgestellt werden, welchen Arten von Zündquellen möglich und welche bezogen auf die Geräte (oder Komponenten oder Schutzsysteme) vorhanden sind. Die verschiedenen Zündquellen werden in Abschnitt 5 erörtert. Die Bedeutung aller Zündquellen, die mit der gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre in Berührung kommen könnten, muss abgeschätzt werden.

Die Zündfähigkeit aller gerätebezogenen Zündquellen muss dann mit den Zündeigenschaften des entzündbaren/brennbaren Stoffes verglichen werden (siehe 4.3.2).

Dieser Schritt muss schließlich zu einer vollständigen Auflistung aller potentiellen Zündquellen des Geräts, der Komponente oder des Schutzsystems führen. Anschließend muss die Eintrittswahrscheinlichkeit des Wirksamwerdens potentieller Zündquellen abgeschätzt werden, wobei außerdem solche zu berücksichtigen sind, die z. B. durch Wartungs- oder Reinigungsarbeiten eingeleitet werden können.

4.3.2 Zündeigenschaften

Die Zündeigenschaften der gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre müssen bestimmt werden. Wesentliche Kenngrößen sind z. B.:

- a) Mindestzündenergie (siehe EN ISO/IEC 80079-20-2);
- b) Mindestzündtemperatur der explosionsfähigen Staubatmosphäre (siehe EN ISO/IEC 80079-20-2);
- c) Zündtemperatur der explosionsfähigen Gasatmosphäre (siehe EN ISO/IEC 80079-20-1).

4.3.3 Wahrscheinlichkeit des Auftretens von wirksamen Zündquellen

Die potentiellen Zündquellen müssen entsprechend der Wahrscheinlichkeit, wirksam zu werden, wie folgt eingestuft werden:

- a) Zündquellen, die kontinuierlich oder häufig auftreten können;
- b) Zündquellen, die bei seltenen Situationen auftreten können;
- c) Zündquellen, die bei sehr seltenen Situationen auftreten können;

Hinsichtlich der eingesetzten Geräte, Schutzsysteme und Komponenten muss diese Klassifizierung gleichgestellt werden mit:

- d) Zündquellen, die bei Normalbetrieb auftreten können;
- e) Zündquellen, die lediglich infolge von Fehlern auftreten können;
- f) Zündquellen, die lediglich infolge von seltenen Fehlern auftreten können.

ANMERKUNG Um Zündquellen unwirksam zu machen (siehe 6.4), können Schutzmaßnahmen zur Anwendung kommen.

Lässt sich die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer wirksamen Zündquelle nicht abschätzen, ist von der Annahme auszugehen, dass diese ständig vorhanden ist.

4.4 Abschätzung der möglichen Auswirkungen einer Explosion

Um die möglichen Auswirkungen einer Explosion abzuschätzen, müssen folgende Situationen berücksichtigt werden, z. B.:

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

Die Auswirkungen der oben aufgeführten Situationen hängen ab von:

- den chemischen und physikalischen Eigenschaften der entzündbaren/brennbaren Stoffe;
- der Menge und der Umschließung der gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre;
- der Geometrie der Umgebung, wobei Hindernisse zu berücksichtigen sind;
- der Festigkeit der Umschließungs- und Tragkonstruktionen;
- der Schutzausrüstung, die vom gefährdeten Personal getragen wird;
- den physikalischen Eigenschaften der gefährdeten Gegenstände.

Informationen zu Auswirkungen einer Explosion sind zur Abschätzung der zu erwartenden Personen-, Haustier- oder Sachschäden und der Größe des gefährdeten Bereichs beim Betreiber erforderlich. Entsprechende Angaben müssen Bestandteil der Benutzerinformation sein.

ANMERKUNG Diese Verfahrensweise kann auch als Anleitung für die Benutzer von Geräten, Schutzsystemen und Komponenten bei der Bewertung des Explosionsrisikos am Arbeitsplatz und der Auswahl geeigneter Geräte, Schutzsysteme und Komponenten dienen.

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 (siehe 5.2).

Die Zündfähigkeit einer erhitzten Oberfläche hängt von der Art und der Konzentration des jeweiligen Stoffes im Gemisch mit Luft ab. Die Zündfähigkeit nimmt mit zunehmender Temperatur und mit zunehmender Oberfläche des erhitzten Körpers zu. Weiterhin hängt die eine Entzündung auslösende Temperatur von der Größe und dem Oberflächenprofil des erhitzten Körpers, vom Konzentrationsgefälle im Bereich der Oberfläche, der Strömungsgeschwindigkeit der explosionsfähigen Atmosphäre um die heiße Oberfläche und zum Teil auch vom Oberflächenmaterial ab. So kann z. B. explosionsfähige Gas- oder Dampf-atmosphäre im Inneren größerer erhitzter Räume (etwa 1 l oder mehr) durch niedrigere Wandtemperaturen als den nach EN ISO/IEC 80079-20-1 oder nach anderen gleichwertigen Verfahren 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 einer explosionsfähigen Atmosphäre an erhitzten Oberflächen könnte wegen der kurzen Verweilzeit eine höhere Wandtemperatur zur Entzündung 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 Entzündung der ursprünglichen Atmosphären erleichtern.

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

Heiße Oberflächen können außerdem durch Wärmeabsorber entstehen, die von anderen Zündquellen erzeugt werden, z. B. elektromagnetische Wellen (siehe 5.8 und 5.9) und Ultraschallwellen (siehe 5.11).

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. Wenn heiße Oberflächen ganz oder teilweise in anderen Abschnitten spezifischer behandelt werden, müssen diese Abschnitte Anwendung finden, siehe 6.4.4, 6.4.9, 6.4.10, 6.4.12.

5.2 Flammen und heiße Gase (einschließlich heißer Partikel)

Flammen stehen in Zusammenhang mit Verbrennungsreaktionen bei Temperaturen von üblicherweise mehr als 1 000 °C. Als Reaktionsprodukte entstehen heiße Gase und, bei Staubflammen und/oder rußenden Flammen, auch glühende Feststoffpartikel. Sowohl die Flammen selbst als auch die heißen Reaktionsprodukte oder anderweitig (ohne Verbrennung) stark erhitzte Gase können eine explosionsfähige Atmosphäre entzünden. Flammen, sogar solche mit sehr kleinen Abmessungen, zählen zu den wirksamsten Zündquellen.

Befindet sich sowohl innerhalb als auch außerhalb eines Gerätes, Schutzsystems oder einer Komponente oder in benachbarten Anlagenteilen eine 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).

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

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

5.3 Mechanisch erzeugte Schlag-, Reib- und Abtragvorgänge

Durch Reib-, Schlag- und Abtragvorgänge, z. B. Schleifen, können aus festen Materialien Teilchen abgetrennt werden, die eine erhöhte Temperatur aufgrund der beim Trennvorgang aufgewendeten Energie annehmen. Bestehen die Teilchen aus oxidierbaren Stoffen, z. B. Eisen oder Stahl, können sie einen Oxidationsprozess durchlaufen, wobei sie noch höhere Temperaturen erreichen. Diese Teilchen (Funken) können entzündbare Gase und Dämpfe sowie bestimmte Staub/Luft-Gemische (besonders Metallstaub/Luft-Gemische) entzünden. In abgelagertem Staub können durch Funken Glimmnester entstehen, die dann zur Zündquelle für die explosionsfähige Atmosphäre werden können.

Das Eindringen von Fremdkörpern, z. B. von Steinen oder Metallstückchen, in Geräte, Schutzsysteme und Komponenten muss als Ursache von Funken berücksichtigt werden.

Reibung, sogar zwischen einander ähnlichen Eisenmetallen und zwischen bestimmten keramischen Materialien, kann örtliche Erhitzung und Funken ähnlich den Schleiffunken verursachen. Dadurch können explosionsfähige Atmosphären entzündet werden.

Wenn Edelstahl Teil eines Reib-, Schlag- und Abtragvorgangs ist, entstehen leicht heiße Oberflächen, die zu einer wirksamen Zündquelle werden können. Durch hohen Anpressdruck bei Reibung oder Schleifen entsteht zusätzlicher Funkenschlag.

Schlagvorgänge, bei denen Rost und Leichtmetalle (z. B. Aluminium und Magnesium) und deren Legierungen beteiligt sind, können eine Thermitreaktion auslösen, wodurch explosionsfähige Atmosphären entzündet werden können.

Auch beim Schlagen oder Reiben von Titan oder Zirkonium gegen ausreichend harte Materialien können zündfähige Funken entstehen, sogar bei Abwesenheit von Rost.

Hinsichtlich der Zündgefahren beim Schweißen und Schneiden siehe 5.2.

Bezüglich der Schutzmaßnahmen gegen Zündgefahren durch mechanisch erzeugte Funken siehe 6.4.4.