

**DIN EN 60079-10-1
(VDE 0165-101)**
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

Ersatz für

DIN EN 60079-10-1**(VDE 0165-101):2009-10**

Siehe Anwendungsbeginn

**Explosionsgefährdete Bereiche –
Teil 10-1: Einteilung der Bereiche –
Gasexplosionsgefährdete Bereiche
(IEC 60079-10-1:2015 + COR1:2015);
Deutsche Fassung EN 60079-10-1:2015**

Explosive atmospheres –
Part 10-1: Classification of areas –
Explosive gas atmospheres
(IEC 60079-10-1:2015 + COR1:2015);
German version EN 60079-10-1:2015

Atmosphères explosives –
Partie 10-1: Classement des emplacements –
Atmosphères explosives gazeuses
(IEC 60079-10-1:2015 + COR1:2015);
Version allemande EN 60079-10-1:2015

Gesamtumfang 116 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2015-10-13 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2016-10-01.

Für **DIN EN 60079-10-1 (VDE 0165-101):2009-10** besteht eine Übergangsfrist bis 2018-10-13.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60079-10-1 (VDE 0165-101):2014-10.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 235 „Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 31J „Classification of hazardous areas and installation requirements“ erarbeitet.

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

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

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60079-10-1 (VDE 0165-101):2009-10** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Umstrukturierung des Hauptteiles des Textes und die Aufteilung in Abschnitte, um mögliche Methoden für die Einteilung von explosionsgefährdeten Bereichen zu identifizieren und weitere Erläuterungen auf bestimmte Bewertungsfaktoren zu bieten;
- b) Einführung neuer Begriffe und Definitionen in Abschnitt 3;
- c) Einführung von Unterabschnitten für alternative Methoden der Zoneneinteilung in Abschnitt 5;
- d) Umstrukturierung der Anhänge einschließlich:
 - Aktualisierung der Beispiele zur Darstellung der Zoneneinteilung für explosionsgefährdete Bereiche in Anhang A;
 - Aktualisierung der Berechnungen für die Freisetzungsrates in Anhang B;
 - komplette Überarbeitung von Anhang C zur Einschätzung der Belüftung, mit einem neuen Ansatz basierend auf dem Grad der Verdünnung statt auf dem Grad der Belüftung;
 - Einführung von Anhang D für Zonenerweiterung;
 - Aktualisierung von Anhang E mit neuen Beispielen zur Erläuterung der Methodik in den Anhängen A, B, C und D;
 - Aktualisierung der Flussdiagramme in Anhang F, die die Zoneneinteilungsverfahren illustrieren, indem er in vier Abschnitte unterteilt wird;
 - Einführung von Anhang H für Wasserstoff;
 - Einführung von Anhang I für hybride Gemische;
 - Einführung von Anhang J für Zusatzgleichungen;
 - Einführung von Anhang K zu nationalen und gewerbliche Regelwerken für besondere Beispiele zur Einteilung von explosionsgefährdeten Bereichen;

e) Haupttitel geändert von „Explosionsfähige“ in „Explosionsgefährdete Bereiche“.

Frühere Ausgaben

DIN EN 60079-10-1 (VDE 0165-101): 1996-09, 2004-08, 2009-10

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	EN 1127-1:2011	DIN EN 1127-1:2011-10	–
–	IEC 60050 (alle Teile)	^a	–
–	IEC 60050-426:2008	^a	–
EN 60079-0:2012 + A11:2013	IEC 60079-0:2011, modifiziert + Cor.:2012 + Cor.:2013	DIN EN 60079-0 (VDE 0170-1):2014-06	VDE 0170-1
EN 60079-10-2	IEC 60079-10-2	DIN EN 60079-10-2 (VDE 0165-102)	VDE 0165-102
EN 60079-14	IEC 60079-14	DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1)	VDE 0165-1
EN 60079-20-1	IEC 60079-20-1	DIN EN 60079-20-1 (VDE 0170-20-1)	VDE 0170-20-1
EN 61285:2004 <i>ersetzt durch:</i>	IEC 61285:2004 <i>ersetzt durch:</i>	DIN EN 61285 (VDE 0400-100):2005-05 <i>ersetzt durch:</i>	VDE 0400-100
EN 61285:2015	IEC 61285:2015	DIN EN 61285 (VDE 0400-100):2016-03	VDE 0400-100
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

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

DIN EN 60079-0 (VDE 0170-1):2014-06, *Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 0: Betriebsmittel – Allgemeine Anforderungen (IEC 60079-0:2011, modifiziert + Cor.:2012 + Cor.:2013); Deutsche Fassung EN 60079-0:2012 + A11:2013*

DIN EN 60079-10-2 (VDE 0165-102), *Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 10-2: Einteilung der Bereiche – Staubexplosionsgefährdete Bereiche*

DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1), *Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen*

DIN EN 60079-20-1 (VDE 0170-20-1), *Explosionsfähige Atmosphären – Teil 20-1: Stoffliche Eigenschaften zur Klassifizierung von Gasen und Dämpfen – Prüfmethoden und Daten*

DIN EN 61285 (VDE 0400-100):2016-03, *Prozessautomatisierung – Sicherheit von Analysengeräteräumen (IEC 61285:2015); Deutsche Fassung EN 61285:2015*

**Explosionsgefährdete Bereiche –
Teil 10-1: Einteilung der Bereiche –
Gasexplosionsgefährdete Bereiche**
(IEC 60079-10-1:2015 + COR1:2015)

Explosive atmospheres –
Part 10-1: Classification of areas –
Explosive gas atmospheres
(IEC 60079-10-1:2015 + COR1:2015)

Atmosphères explosives –
Partie 10-1: Classement des emplacements –
Atmosphères explosives gazeuses
(IEC 60079-10-1:2015 + COR1:2015)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2015-10-13 angenommen. CENELEC-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 Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

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

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2015 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60079-10-1:2015 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 31J/253/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe der IEC 60079-10-1, erarbeitet vom SC 31J „Classification of hazardous areas and installation requirements“ des IEC/TC 31 „Equipment for explosive atmospheres“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 60079-10-1:2015 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2016-07-13
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2018-10-13

Dieses Dokument ersetzt EN 60079-10-1:2009.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60079-10-1:2015 + COR1:2015¹⁾ wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60079-10-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60079-10-2.
IEC 61285:2004	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61285:2004 (nicht modifiziert).
IEC 60079-20-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60079-20-1.

¹⁾ COR1:2015 gilt nur für die englische Fassung.

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	2
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	10
4 Allgemeines	14
4.1 Sicherheitsgrundsätze	14
4.2 Ziele der Zoneneinteilung	15
4.3 Explosionsrisikobewertung	16
4.4 Kompetenz des Personals	16
5 Methodik der Zoneneinteilung	16
5.1 Allgemeines	16
5.2 Einteilung mittels die Freisetzungsquellen-Methode	17
5.3 Benutzung von technischen Regelwerken und nationalen Normen	18
5.4 Vereinfachte Methoden	18
5.5 Kombination von Methoden	18
6 Freisetzung brennbarer Materialien	18
6.1 Allgemeines	18
6.2 Freisetzungsquellen	19
6.3 Formen der Freisetzung	20
6.3.1 Allgemeines	20
6.3.2 Gasförmige Freisetzung	20
6.3.3 Verflüssigt unter Druck	21
6.3.4 Verflüssigt durch Tiefkühlung	21
6.3.5 Aerosole	21
6.3.6 Dämpfe	22
6.3.7 Flüssigkeitsfreisetzungen	22
6.4 Lüftung (oder Luftbewegung) und Verteilung	22
6.5 Hauptarten der Lüftung	23
6.5.1 Allgemeines	23
6.5.2 Natürliche Lüftung	23
6.5.3 Technische Lüftung	24
6.5.4 Grad der Verdünnung	25
7 Art der Zone	26
7.1 Allgemeines	26
7.2 Einfluss des Grads der Freisetzungsquelle	26
7.3 Einfluss der Verdünnung	26
7.4 Einfluss der Verfügbarkeit der Lüftung	27

	Seite
8 Ausdehnung einer Zone	27
9 Dokumentation	28
9.1 Allgemeines	28
9.2 Zeichnungen, Datenblätter und Tabellen	28
Anhang A (informativ) Vorgeschlagenes Dokumentationsformat für explosionsgefährdete Bereiche	29
A.1 Zonen explosionsgefährdete Bereiche – bevorzugte Darstellungsweise	29
A.2 Vorgeschlagene Formen für explosionsgefährdete Bereiche	32
Anhang B (informativ) Beurteilung von Freisetzungsquellen	34
B.1 Symbole	34
B.2 Beispiele für Freisetzungsgrad	34
B.2.1 Allgemeines	34
B.2.2 Quellen mit ständigem Freisetzungsgrad	34
B.2.3 Quellen mit primärem Freisetzungsgrad	35
B.3 Abschätzung des Freisetzungsgrades	35
B.4 Summation von Freisetzungen	36
B.5 Lochgröße und Quellenradius	36
B.6 Formen der Freisetzung	38
B.7 Freisetzungsrate	39
B.7.1 Allgemeines	39
B.7.2 Abschätzung der Freisetzungsrates	40
B.7.3 Freisetzungsrates für verdunstende Lachen	42
B.8 Freisetzungen aus Öffnungen in Gebäuden	44
B.8.1 Allgemeines	44
B.8.2 Öffnungen als mögliche Freisetzungsquellen	45
B.8.3 Einteilung der Öffnungen	45
Anhang C (informativ) Anleitung zur Lüftung	47
C.1 Symbole	47
C.2 Allgemeines	48
C.3 Bewertung der Lüftung oder der Verdünnung und ihres Einflusses auf den explosionsgefährdeten Bereich	49
C.3.1 Allgemeines	49
C.3.2 Wirksamkeit der Lüftung	49
C.3.3 Kriterien für Verdünnung	50
C.3.4 Abschätzung der Lüftungsgeschwindigkeit	50
C.3.5 Beurteilung des Verdünnungsgrades	51
C.3.6 Verdünnung in einem Raum	53
C.3.7 Kriterien für die Verfügbarkeit der Lüftung	54
C.4 Beispiele für Lüftungsanordnungen und Bewertungen	55
C.4.1 Einleitung	55

C.4.2	Strahlfreisetzung in einem großen Gebäude	56
C.4.3	Strahlfreisetzung in einem kleinen belüfteten Gebäude	57
C.4.4	Strahlfreisetzung in einem kleinen Gebäude mit technischer Lüftung.....	57
C.4.5	Freisetzung mit niedriger Geschwindigkeit	58
C.4.6	Flüchtige Emissionen	58
C.4.7	Örtliche Lüftungabsaugung	59
C.5	Natürliche Lüftung in Gebäuden	59
C.5.1	Allgemeines.....	59
C.5.2	Durch Wind erzeugte Lüftung	60
C.5.3	Durch Auftrieb erzeugte Lüftung	60
C.5.4	Verbindung der durch Wind und Schwerkraft erzeugten natürlichen Lüftung	62
Anhang D (informativ)	Abschätzung der explosionsgefährdeten Zonen.....	64
D.1	Allgemeines.....	64
D.2	Abschätzung des Zonentyps.....	64
D.3	Beurteilung der Ausdehnung der explosionsgefährdeten Zone.....	64
Anhang E (informativ)	Beispiele für die Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche	67
E.1	Allgemeines.....	67
E.2	Beispiele.....	67
E.3	Beispielhafte Fallstudie für die Zoneneinteilung	84
Anhang F (informativ)	Schematische Näherung für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche	96
F.1	Schematische Näherung für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche	96
F.2	Schematische Näherung für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche	97
F.3	Schematische Näherung für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche	98
F.4	Schematische Näherung für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche	99
Anhang G (informativ)	Brennbare Nebel	100
Anhang H (informativ)	Wasserstoff	102
Anhang I (informativ)	Hybride Gemische	104
I.1	Allgemeines.....	104
I.2	Anwendung der Belüftung.....	104
I.3	Konzentrationsgrenzen	104
I.4	Chemische Reaktion	104
I.5	Energie- und Temperaturgrenzen.....	104
I.6	Anforderungen zur Zoneneinteilung.....	104
Anhang J (informativ)	Nützliche Gleichungen zur Unterstützung der Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche.....	105
J.1	Allgemeines.....	105
J.2	Verdünnung einer Freisetzung eines brennbaren Stoffs mit Luft	105
J.3	Abschätzung der für die Verdünnung einer Freisetzung eines brennbaren Stoffs erforderlichen Zeit	106

	Seite
Anhang K (informativ) Technische Regelwerke und nationale Normen.....	107
K.1 Allgemeines	107
Literaturhinweise.....	110
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	112
Bilder	
Bild A.1 – Bevorzugte Darstellungsweise für Zonen explosionsgefährdeter Bereiche	29
Bild A.2 – Gas/Dampf bei niederem Druck.....	32
Bild A.3 – Gas/Dampf bei hohem Druck.....	32
Bild A.4 – Verflüssigtes Gas	33
Bild A.5 – Brennbare Flüssigkeit (nicht siedende verdampfende Lache).....	33
Bild B.1 – Formen der Freisetzung	38
Bild B.2 – Volumetrische Verdunstungsgeschwindigkeit von Flüssigkeiten.....	44
Bild C.1 – Diagramm zur Bestimmung des Verdünnungsgrads	52
Bild C.2 – Selbstdiffusion einer ungehinderten Hochgeschwindigkeitsstrahlfreisetzung	56
Bild C.3 – Belüftung nur mit Luftzufuhr	57
Bild C.4 – Belüftung mit Zufuhr und Absaugung	58
Bild C.5 – Örtliche Absaugung.....	59
Bild C.6 – Volumetrischer Durchfluss frischer Luft je m ² einer entsprechend wirksamen Öffnungsfläche	62
Bild C.7 – Beispiel für gegensätzliche Treibkräfte für die Lüftung	63
Bild D.1 – Diagramm zur Abschätzung explosionsgefährdeter Abstände.....	65
Bild E.1 – Verdünnungsgrad (Beispiel Nr. 1).....	68
Bild E.2 – Explosionsgefährdeter Abstand (Beispiel Nr. 1)	69
Bild E.3 – Zoneneinteilung (Beispiel Nr. 1).....	69
Bild E.4 – Verdünnungsgrad (Beispiel Nr. 2).....	71
Bild E.5 – Explosionsgefährdeter Abstand (Beispiel Nr. 2)	72
Bild E.6 – Verdünnungsgrad (Beispiel Nr. 3).....	74
Bild E.7 – Explosionsgefährdeter Abstand (Beispiel Nr. 3)	75
Bild E.8 – Zoneneinteilung (Beispiel Nr. 3).....	76
Bild E.9 – Verdünnungsgrad (Beispiel Nr. 4).....	78
Bild E.10 – Explosionsgefährdeter Abstand (Beispiel Nr. 4)	79
Bild E.11 – Zoneneinteilung (Beispiel Nr. 4).....	80
Bild E.12 – Verdünnungsgrad (Beispiel Nr. 5).....	83
Bild E.13 – Explosionsgefährdeter Abstand (Beispiel Nr. 5)	84
Bild E.14 – Eingeschlossener Kompressor für Erdgas.....	86
Bild E.15 – Beispiel für die Zoneneinteilung einer Kompressoranlage zur Verarbeitung von Erdgas (Höhenerhebung)	94
Bild E.16 – Beispiel für die Zoneneinteilung einer Kompressoranlage zur Verarbeitung von Erdgas (Plan)	95

Bild F.1 – Schematische Näherung für die Einteilung	96
Bild F.2 – Schematische Näherung für die Einteilung mit ständigem Freisetzungsgrad	97
Bild F.3 – Schematische Näherung für die Einteilung für den primären Freisetzungsgrad	98
Bild F.4 – Schematische Näherung für die Einteilung für den sekundären Freisetzungsgrad	99

Tabellen

Tabelle A.1 – Datenblatt für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche – Teil I: Liste der brennbaren Stoffe und Kennwerte	30
Tabelle A.2 – Datenblatt für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche – Teil II: Liste der Freisetzungsquellen	31
Tabelle B.1 – Vorgeschlagene Öffnungsquerschnitt für sekundäre Freisetzungsgrade	37
Tabelle B.2 – Auswirkung explosionsgefährdeter Bereiche auf Öffnungen als mögliche Freisetzungsquellen	46
Tabelle C.1 – Anhaltswerte für Lüftungsgeschwindigkeiten im Freien	51
Tabelle D.1 – Zonen für Freisetzungsgrade und Wirksamkeit der Lüftung	64
Tabelle E.1 – Kompressoranlage für Erdgas	86
Tabelle E.2 – Datenblatt für die Zoneneinteilung – Teil I: Liste der brennbaren Stoffe und ihrer Eigenschaften	89
Tabelle E.3 – Datenblatt für die Zoneneinteilung – Teil II: Liste der Freisetzungsquellen	90
Tabelle K.1 – Beispiele für Regelwerke und Normen	108

Einleitung

In Bereichen, in denen brennbare Gase oder Dämpfe in gefahrdrohender Menge oder Konzentration auftreten können, sind Schutzmaßnahmen erforderlich, um das Risiko von Explosionen zu verringern. Zweck dieses Teils von IEC 60079 ist es, die wesentlichen Kriterien für eine Beurteilung der Entzündungsgefahr darzulegen und Anleitungen zu den anwendbaren Konstruktions- und Überwachungsparametern zu geben, mit denen derartige Gefahren verringert werden können.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60079 befasst sich mit der Einteilung von explosionsgefährdeten Bereichen, in denen Gefährdungen durch brennbare Gase oder Dämpfe oder Nebel auftreten können, welche dann als Grundlage zur Unterstützung bei der zweckmäßigen Auswahl und Installation von Geräten in explosionsgefährdeten Bereichen verwendet werden können.

Diese Norm ist zur Anwendung in Bereichen vorgesehen, in denen Entzündungsgefahr bestehen könnte durch das Vorhandensein von brennbaren Gasen oder Dämpfen als Gemisch mit Luft, sie gilt jedoch nicht für:

- a) schlagwettergefährdete Bergwerke;
- b) die Verarbeitung und Herstellung von Sprengstoffen;
- c) extreme Funktionsstörungen oder seltene Fehlfunktionen, die über das Konzept der in dieser Norm behandelten anomalen Situationen hinausgehen (siehe 3.7.3 und 3.7.4);
- d) Räume, die für medizinische Zwecke benutzt werden;
- e) geschäftliche oder industrielle Anwendungen, bei denen nur Niederdruck-Brenngas für Geräte genutzt wird, z. B. zum Kochen, für Wasserheizungen und ähnlichen Nutzungen, bei denen die Errichtung den entsprechenden Vorschriften für Gas entspricht;
- f) Wohnhäuser;
- g) wenn eine Gefahr aufgrund der Anwesenheit brennbarer Stäube oder brennbare Flusen entstehen kann, aber die Prinzipien der Beurteilung eines hybriden Gemisches verwendet wurden (siehe auch IEC 60079-10-2)

ANMERKUNG Ein zusätzliche Leitfaden für hybride Gemische ist in [Anhang I](#) bereitgestellt.

Brennbare Nebel können sich zur gleichen Zeit bilden oder vorhanden sein wie brennbare Dämpfe. In einem solchen Fall ist die strikte Anwendung der Angaben in dieser Norm nicht geeignet. Flüssigkeiten, die wegen ihres hohen Flammpunktes als nicht gefährlich angesehen werden, können auch brennbare Nebel bilden, wenn sie unter Druck freigesetzt werden. In diesen Fällen sind die Einteilungen und Angaben dieser Norm nicht anwendbar. Informationen über brennbare Nebel finden sich in [Anhang G](#).

Für die Anwendung dieser Norm ist ein Bereich ein drei dimensionales Gebiet oder Raum.

Atmosphärische Bedingungen schließen Abweichungen von den Bezugswerten 101,3 kPa (1 013 mbar) und 20 °C (293 K) nach oben und nach unten ein, sofern diese Abweichungen eine zu vernachlässigende Auswirkung auf die Explosionseigenschaften der brennbaren Stoffe haben.

In jeder Prozessanlage können, unabhängig von deren Größe, noch zahlreiche andere Zündquellen vorhanden sein als solche, die mit elektrischen Geräten zusammenhängen. Um in diesem Zusammenhang Sicherheit zu bieten, müssen geeignete Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Diese Norm ist zur Beurteilung im Hinblick auf andere Zündquellen anzuwenden.

In dieser Norm werden die Folgen einer Zündung einer explosionsfähigen Atmosphäre nicht berücksichtigt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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, *Explosive Atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

IEC 60079-14, *Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection*

3 Begriffe

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

ANMERKUNG Zusätzliche, für gasexplosionsgefährdete Bereiche geltende Begriffe können in IEC 60050-426 gefunden werden.

3.1

explosionsfähige Atmosphäre

Gemisch von Luft unter atmosphärischen Bedingungen mit brennbaren Stoffen in Form von Gas, Dampf, Staub, Fasern oder Flusen, das nach einer Zündung eine sich selbst unterhaltende Flammenausbreitung ermöglicht

[QUELLE: IEC 60079-0:2013, 3.30]

3.2

explosionsfähige Gasatmosphäre

Gemisch von Luft unter atmosphärischen Bedingungen mit brennbaren Stoffen in Form von Gas oder Dampf, das nach einer Zündung eine sich selbst unterhaltende Flammenausbreitung ermöglicht

Anmerkung 1 zum Begriff: Obwohl ein Gemisch, dessen Konzentration über der oberen Brennbarkeitsgrenze (OBG) liegt, keine explosionsfähige Gasatmosphäre ist, kann es sich leicht in eine solche verwandeln, und es ist deshalb grundsätzlich für Zwecke der Zoneinteilung angezeigt, dieses Gemisch als explosionsfähige Gasatmosphäre zu betrachten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Es gibt einige Gase und Dämpfe, die bei der Konzentration von 100 % explosionsfähig sind (z. B. Azetylen, CAS no. 74-86-2, C_2H_2 ; Vinylazetylen, CAS no. 689-97-4, C_4H_4 ; 1-Propylnitrat (Dampf), CAS no. 627-13-4, $CH_3(CH_2)_2NO_3$; Isopropylnitrat (Dampf), CAS no. 1712-64-7, $(CH_3)_2CHONO_2$; Ethylenether (Dampf), CAS no. 75-21-8, $(CH_2)_2O$; Hydrazin (Dampf), CAS no. 302-01-2, H_4N_2).

[QUELLE: IEC 60079-0:2013, 3.32, modifiziert (Ergänzung von Anmerkungen zum Begriff)]

3.3 Explosionsgefährdete Bereiche und Zonen

3.3.1

explosionsgefährdeter Bereich (aufgrund explosionsfähiger Gasatmosphäre)

Bereich, in welchem eine explosionsfähige Gasatmosphäre in derartigen Mengen vorhanden ist oder auftreten könnte, dass besondere Schutzmaßnahmen für die Bauweise, das Errichten und den Betrieb von Geräten erforderlich werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Innere von vielen Einheiten von Prozessanlagen wird im Allgemeinen als ein explosionsgefährdeter Bereich betrachtet, auch wenn normalerweise eine brennbare Atmosphäre nicht vorhanden ist, um der Möglichkeit eines Eintretens von Luft in die Anlage Rechnung zu tragen. Wo spezielle Beherrschungsmaßnahmen wie Inertisieren benutzt werden, kann es nicht nötig sein, das Innere von Prozessanlagen als explosionsgefährdeten Bereich einzustufen.

3.3.2

nicht explosionsgefährdeter Bereich (aufgrund explosionsfähiger Gasatmosphäre)

Bereich, in welchem eine explosionsfähige Gasatmosphäre nicht in derartigen Mengen vorhanden ist oder auftreten könnte, dass besondere Schutzmaßnahmen für die Bauweise, das Errichten und den Betrieb elektrischer Betriebsmittel erforderlich werden

3.3.3

Zonen

Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche nach der Häufigkeit des Auftretens und der Dauer des Vorhandenseins einer explosionsfähigen Atmosphäre

3.3.4

Zone 0

Bereich, in dem eine explosionsfähige Gasatmosphäre ständig, für eine längere Dauer oder häufig vorhanden ist

Anmerkung 1 zum Begriff: „länger“ und „häufig“ sind die Ausdrücke, mit denen beabsichtigt wird, eine sehr große Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein von einer potenziell explosionsgefährlichen Atmosphäre im Bereich zu beschreiben. Unter diesem Gesichtspunkt ist es nicht zwingend erforderlich, diese Ausdrücke zu quantifizieren.

3.3.5

Zone 1

Bereich, in dem damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Gasatmosphäre im Normalbetrieb periodisch oder gelegentlich auftritt

3.3.6

Zone 2

Bereich, in dem nicht damit zu rechnen ist, dass bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Gasatmosphäre auftritt; sollte sie doch auftreten, dann ist sie nur von kurzer Dauer

Anmerkung 1 zum Begriff: Hinweise zur Häufigkeit des Auftretens und zur Dauer können aus Anleitungen für spezielle Industriebereiche oder Anwendungen entnommen werden.

[QUELLE: IEC 60050-426:2009, 426-03-05]

3.3.7

Ausdehnung einer Zone

Entfernung von der Freisetzungsquelle in jede Richtung, wo ein Gas/Luft-Gemisch durch Luft auf eine Konzentration unterhalb der unteren Brennbarkeitsgrenze verdünnt worden ist

3.4 Freisetzungen

3.4.1

Freisetzungsquelle

Punkt oder Ort, von wo ein Gas, Dampf, Nebel oder eine Flüssigkeit in die Atmosphäre freigesetzt werden kann, so dass sich eine explosionsfähige Gasatmosphäre bilden könnte

[QUELLE: IEC 60050-426:2009, 426-03-06, modifiziert (Ergänzung von „Nebel“)]

3.4.2

ständiger Freisetzungsgrad

Freisetzung, die ständig erfolgt oder von der erwartet wird, dass sie häufig oder langfristig auftritt

Anmerkung 1 zum Begriff: „länger“ und „häufig“ sind die Ausdrücke, mit denen beabsichtigt wird, eine sehr große Wahrscheinlichkeit für eine potenzielle Freisetzungsquelle zu beschreiben. Unter diesem Gesichtspunkt ist es nicht zwingend erforderlich, diese Ausdrücke zu quantifizieren.

3.4.3

primärer Freisetzungsgrad

Freisetzung, von der erwartet wird, dass sie periodisch oder gelegentlich bei Normalbetrieb auftritt

3.4.4

sekundärer Freisetzungsgrad

Freisetzung, von der nicht erwartet wird, dass sie im Normalbetrieb auftritt, und wenn sie auftritt, dann auch nur selten und kurzzeitig

3.4.5

Freisetzungsrate

Menge an brennbarem Gas, Flüssigkeit, Dampf oder Nebel, die je Zeiteinheit von der Freisetzungsquelle abgegeben wird

3.5 Lüftung und Verdünnung

3.5.1

Lüftung

Bewegung der Luft und deren Austausch mit Frischluft durch Wind, Temperaturgefälle oder technische Mittel (z. B. Lüfter oder Sauggebläse)

3.5.2

Verdünnung

Vermischung von brennbarem Dampf oder Gas mit Luft, die mit der Zeit die brennbare Konzentration auf ein sicheres Niveau verringern wird

3.5.3

Verdünnungsvolumen

Volumen in der Umgebung einer Freisetzungsquelle, in dem die Konzentration des brennbaren Gases oder Dampfes nicht auf ein sicheres Niveau verdünnt ist

Anmerkung 1 zum Begriff Unter gewissen Umständen könnten die Volumen nach 3.5.3 und 3.5.5 die gleichen sein.

3.5.4

Hintergrundkonzentration

mittlere Konzentration von brennbarem Stoff im Betrachtungsvolumen außerhalb der Freisetzungsfahne oder des Freisetzungsstrahls

3.5.5

Betrachtungsvolumen

Volumen, das durch die tatsächliche Lüftung in der Nachbarschaft der betrachteten Freisetzung versorgt wird

Anmerkung 1 zum Begriff Für einen geschlossenen Raum könnte dies der gesamte Raum oder Teil eines größeren Raums sein, in dem die betrachtete Lüftung das Gas oder den Dampf von einer gegebenen Freisetzungsquelle verdünnen wird. Im Freien ist dies das Volumen um die Freisetzungsquelle herum, in dem sich eine explosionsfähige Mischung bilden könnte. In eingegengten Plätzen im Freien könnte dieses Volumen durch die teilweise Einschließung bestimmt werden, die durch die umgebenden Objekte entsteht.

3.6 Eigenschaften von brennbarem Stoff

3.6.1

brennbarer Stoff

Stoff, der selbst brennbar ist oder fähig ist, ein brennbares Gas, einen brennbaren Dampf oder Nebel zu erzeugen

3.6.2

brennbare Flüssigkeit

Flüssigkeit, die fähig ist, unter irgendwelchen vorhersehbaren Betriebsbedingungen brennbaren Dampf zu erzeugen

Anmerkung 1 zum Begriff Ein Beispiel für eine vorhersehbare Betriebsbedingung ist eine, bei der die brennbare Flüssigkeit bei Temperaturen nahe dem oder oberhalb ihres Flammpunktes gehandhabt wird.

Anmerkung 2 zum Begriff Diese Definition wird für die Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche benutzt und kann sich von der Definition brennbarer Flüssigkeiten unterscheiden, die für andere Zwecke benutzt werden z. B. in Regelwerken für die Einstufung brennbarer Flüssigkeiten für den Transport.

3.6.3

verflüssigtes brennbares Gas

brennbarer Stoff, der als Flüssigkeit gelagert oder gehandhabt wird und bei Umgebungstemperatur und Atmosphärendruck ein brennbares Gas ist

3.6.4

brennbares Gas oder brennbarer Dampf

Gas oder Dampf, das oder der in bestimmten Mischungsverhältnissen mit Luft eine explosionsfähige Gasatmosphäre bildet

3.6.5

brennbarer Nebel

Tröpfchen einer brennbaren Flüssigkeit, fein verteilt in Luft, so dass eine explosionsfähige Atmosphäre gebildet wird

3.6.6

hybride Gemische

Mischung brennbarer Gase oder Dampf mit Staub

Anmerkung 1 zum Begriff: In Übereinstimmung mit IEC 60079-10-2 beinhaltet der Begriff „Staub“ beides, brennbaren Staub und brennbare Flusen.

3.6.7

relative Dichte eines Gases oder Dampfes

Dichte eines Gases oder Dampfes in Bezug auf die Dichte der Luft bei demselben Druck und derselben Temperatur (Luft ist gleich 1,0)

3.6.8

Flammpunkt

niedrigste Temperatur einer Flüssigkeit, bei der sich unter bestimmten genormten Bedingungen aus der Flüssigkeit Dämpfe in solcher Menge entwickeln, dass sie fähig sind, ein entflammbares Dampf/Luft-Gemisch zu bilden

3.6.9

Siedepunkt

Temperatur einer bei einem Umgebungsdruck von 101,3 kPa (1 013 mbar) siedenden Flüssigkeit

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Anfangssiedepunkt, der bei Flüssigkeitsgemischen verwendet werden sollte, gibt den niedrigsten Wert des Siedepunkts der beteiligten Flüssigkeiten an, der durch eine Destillation unter genormten Laborbedingungen ohne Fraktionierung ermittelt wird.

3.6.10

Dampfdruck

Druck, der ausgeübt wird, wenn sich ein Feststoff oder eine Flüssigkeit im Gleichgewicht mit dem eigenen Dampf befindet

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies ist auch der Partialdruck des Stoffes in der Atmosphäre über der Flüssigkeit. Er ist eine Funktion des Stoffes und der Temperatur.

3.6.11

Zündtemperatur einer explosionsfähigen Gasatmosphäre

niedrigste Temperatur einer erhitzten Oberfläche, an der unter festgelegten Bedingungen (nach IEC 60079-20-1) ein brennbarer Stoff in Form von Gas oder Dampf im Gemisch mit Luft gezündet wird

[QUELLE: IEC 60079-0:2013, 3.37]

3.6.12

untere Brennbarkeitsgrenze

UBG

Konzentration eines brennbaren Gases, Dampfes oder Nebels in Luft, unterhalb der keine explosionsfähige Gasatmosphäre gebildet wird

[QUELLE: IEC 60050-426:2009, 426-02-09 modifiziert (der Begriff in IEC 60050-426 bezieht sich auf die „untere Explosionsgrenze“)]

3.6.13

obere Brennbarkeitsgrenze

OBG

Konzentration eines brennbaren Gases, Dampfes oder Nebels in Luft, oberhalb der keine explosionsfähige Gasatmosphäre gebildet wird

[QUELLE: IEC 60050-426:2009, 426-02-10, modifiziert, (der Begriff in IEC 60050-426 bezieht sich auf die „obere Explosionsgrenze“)]

3.7 Betrieb

3.7.1

Normalbetrieb

Zustand, bei dem das Gerät innerhalb seiner Auslegungsparameter arbeitet

Anmerkung 1 zum Begriff Störungen (z. B. Bruch von Pumpendichtungen, Flanschdichtungen oder bei Pannen freigesetzte Stoffe), die die dringende Instandsetzung oder Stillsetzung erforderlich machen, sind nicht Teil des Normalbetriebs.

Anmerkung 2 zum Begriff Normalbetrieb schließt Anfahr- und Abschaltvorgänge und übliche Instandhaltungsarbeiten ein.

3.7.2

routinemäßige Instandhaltung

Maßnahmen, die gelegentlich oder wiederkehrend im Normalbetrieb durchgeführt werden, um die korrekte Funktion von Geräten zu erhalten

3.7.3

seltene Fehlfunktion

Art einer Fehlfunktion, die nur in seltenen Fällen auftritt

Anmerkung 1 zum Begriff Seltene Fehlfunktionen im Sinne dieser Norm schließen Fehler von separaten und unabhängigen Prozess-Steuer- und Regeleinrichtungen ein, die automatisiert oder von Hand eingreifen können. Diese Fehler könnten eine Kette von Ereignissen auslösen, die zu einer sehr großen Freisetzung von brennbarem Material führen könnte.

Anmerkung 2 zum Begriff Seltene Fehlfunktionen könnten auch nicht vorhersehbare Gegebenheiten einschließen, die durch die Anlagenplanung nicht abgedeckt sind, wie z. B. nicht erwartete Korrosion, die zu einer Freisetzung führt. Wenn Freisetzungen als Folge von Korrosion oder ähnlichen Gegebenheiten als Teil des Anlagenbetriebs erwartet werden können oder begründet erwartet werden könnten, dann wird das nicht als eine seltene Fehlfunktion betrachtet.

3.7.4

extreme Funktionsstörung

Ereignis, das die Auslegungsparameter der verfahrenstechnischen Anlage und des Überwachungssystems überschreitet, mit der Folge eines Austritts von brennbarem Stoff

Anmerkung 1 zum Begriff Extreme Funktionsstörungen im Sinne dieser Norm schließen beispielsweise sehr große Zwischenfälle, wie z. B. das Bersten eines verfahrenstechnischen Behälters, oder sehr große Fehler von Geräten oder Rohrleitungen, wie z. B. das vollständige Versagen eines Flansches oder einer Dichtung, ein.

4 Allgemeines

4.1 Sicherheitsgrundsätze

Anlagen, in denen brennbare Stoffe gehandhabt oder gelagert werden, sollten so konstruiert, gebaut, betrieben und instand gehalten werden, dass jegliche Freisetzung von brennbarem Stoff und folglich die Ausdehnung der explosionsgefährdeten Bereiche auf ein Minimum begrenzt wird bezüglich der Häufigkeit, der Dauer und der Menge einer Freisetzung, egal ob bei Normalbetrieb oder ungewöhnlichem Betrieb.

Wichtig ist, die Teile von Prozessgeräten und -systemen zu prüfen, aus denen eine Freisetzung von brennbaren Stoffen erfolgen kann, und Veränderungen der Konstruktion in Erwägung zu ziehen, damit die Wahrscheinlichkeit und Häufigkeit derartiger Freisetzungen sowie die Menge und Rate der Freisetzung von Stoffen minimiert werden.

Diese grundlegenden Überlegungen sollten im Frühstadium der Planung jeder Prozessanlage untersucht werden und auch eine besondere Vorrangstellung bei der Untersuchung der Zoneneinteilung erhalten.

Im Falle anderer Aktivitäten als denen des Normalbetriebes, z. B. bei Inbetriebnahme oder nicht üblicher Instandhaltung, kann die Zoneneinteilung nicht zutreffend sein. Es wird jedoch erwartet, dass die Arbeiten, die nicht unter den Normalbetrieb fallen, mit einem System zur Erteilung einer Arbeitserlaubnis bewältigt werden. Die Zoneneinteilung sollte jedwede übliche Instandhaltung berücksichtigen.

In einer Situation, bei der eine explosionsfähige Gasatmosphäre vorliegen kann, sollten die folgenden Schritte unternommen werden:

- a) Ausschluss der Wahrscheinlichkeit, dass sich um die Zündquelle eine explosionsfähige Gasatmosphäre bildet, oder
- b) Beseitigung der Zündquelle.

Wo das nicht möglich ist, sollten die Schutzmaßnahmen, Prozessgeräte, Systeme und Verfahren so ausgewählt und ausgeführt sein, dass die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens von a) und b) so gering ist, dass sie als so niedrig wie vernünftigerweise möglich annehmbar ist. Derartige Maßnahmen können einzeln, wenn sie als äußerst zuverlässig bekannt sind, oder in Kombination angewendet werden, um das erforderliche Sicherheitsniveau zu erreichen.

4.2 Ziele der Zoneneinteilung

Die Zoneneinteilung ist ein Verfahren zum Analysieren und Klassifizieren der Umgebung, in der explosionsfähige Gasatmosphären auftreten können, um auf diese Weise die (den) geeignete(n) Auswahl, Installation und Betrieb von Geräten zu erleichtern, die in dieser Umgebung sicher benützt werden können. Die Klassifizierung berücksichtigt auch die Zündeigenschaften des Gases oder Dampfes, wie z. B. die Zündenergie und die Zündtemperatur. Die Zoneneinteilung hat zwei Hauptziele, die Bestimmung der Art jeder explosionsgefährdeten Zone und die der Ausdehnung der Zone (siehe [Abschnitte 7 und 8](#)).

ANMERKUNG Für Geräte können ausgewählte Eigenschaften bestimmt werden, z. B. Zündenergie und Temperaturklasse, siehe [IEC 60079-20-1](#).

Bei den meisten Situationen in der Praxis, in denen brennbare Stoffe verwendet werden, ist es schwierig sicherzustellen, dass eine explosionsfähige Gasatmosphäre niemals auftritt. Ebenso schwierig kann es sein, sicherzustellen, dass Geräte niemals zur Zündquelle werden. Deshalb wird in Situationen, in denen eine hohe Wahrscheinlichkeit der Entstehung einer explosionsfähigen Gasatmosphäre besteht, auf die Verwendung von Geräten vertraut, bei denen eine geringe Wahrscheinlichkeit der Bildung einer Zündquelle besteht. Andererseits dürfen dort, wo die Möglichkeit des Auftretens explosionsfähiger Gasatmosphäre geringer ist, Geräte verwendet werden, die weniger strengen Anforderungen genügen.

Im Besonderen sollten Bereiche der Zone 0 oder der Zone 1 von der Anzahl und der Ausdehnung her durch entsprechende konstruktive Maßnahmen oder geeignete Betriebsverfahren minimiert werden. Mit anderen Worten, Anlagen sollten hauptsächlich Zone 2 oder nicht gefährdete Bereiche sein. Ist die Freisetzung brennbaren Stoffs unvermeidbar, sollten die Prozessanlagenteile auf diejenigen, die einen sekundären Freisetzungsgraden haben, beschränkt werden, oder falls das nicht möglich ist (d. h. wenn primäre oder ständige Freisetzungsgrade unvermeidbar sind), sollten die Freisetzungen auf sehr kleine Mengen und Raten begrenzt sein. Diese Grundsätze sollten bei der Durchführung der Anlagen-Konstruktion vorrangig beachtet werden. Wenn nötig, sollten die Konstruktion, der Betrieb und die räumliche Anordnung der Prozessanlagen sicherstellen, dass selbst bei anomalen Betriebsbedingungen die Menge an brennbarem Stoff, die in die Atmosphäre gelangen kann, minimiert wird, um die Ausdehnung des explosionsgefährdeten Bereiches zu verringern.

Sobald eine Anlage in Zonen eingeteilt wurde und alle erforderlichen Aufzeichnungen vorbereitet sind, ist es wichtig, dass keine Veränderungen an der Ausrüstung oder den Betriebsverfahren ohne Erörterung mit den für die Zoneneinteilung verantwortlichen Personen vorgenommen werden. Für jede Anlagen- oder Betriebsänderung sollte die Zoneneinteilung aktualisiert werden. Während der Lebensdauer einer Anlage sollten Nachprüfungen vorgenommen werden.

4.3 Explosionsrisikobewertung

Im Anschluss an die Zoneneinteilung kann eine Risikobewertung durchgeführt werden, um zu beurteilen, ob als Folge der Zündung einer explosionsfähigen Atmosphäre der Einsatz eines Geräts mit einem höheren Geräteschutzniveau (EPL) erforderlich ist oder der Einsatz eines Geräts mit einem geringeren Geräteschutzniveau als gewöhnlich gerechtfertigt ist.

In manchen Fällen kann sich eine Zone von vernachlässigbarer Ausdehnung (NE) (en: negligible extent) ergeben, die als nicht gefährlich behandelt werden kann. Eine solche Zone setzt voraus, dass eine Explosion, wenn sie stattfindet, vernachlässigbare Folgen haben wird. Das Zone-NE-Konzept kann unabhängig von irgendwelchen anderen Anpassungen für die Risikoabschätzung zur Bestimmung von EPL angewendet werden.

ANMERKUNG 1 Ein Beispiel für die Zone NE ist eine natürliche Gaswolke mit einer mittleren Konzentration, die 50 Volumenprozent des *UBG* beträgt und die kleiner ist als $0,1 \text{ m}^3$ oder 1,0 % des betroffenen abgeschlossenen Raums (je nach dem, welcher Wert kleiner ist).

Die EPL-Anforderungen dürfen gegebenenfalls in die Dokumente und Zeichnungen der Zoneneinteilung übernommen werden, damit eine geeignete Auswahl von Betriebsmitteln möglich wird.

ANMERKUNG 2 **IEC 60079-0** beschreibt EPLs und **IEC 60079-14** legt die Anwendung von EPLs für eine Anlageninstallation fest.

4.4 Kompetenz des Personals

Die Zoneneinteilung sollte von den Personen vorgenommen werden, die die Bedeutung und Wichtigkeit der Eigenschaften der brennbaren Stoffe, Prinzipien der Gas/Dampf-Ausbreitung verstehen, und denen, die mit dem Prozess und den Geräten vertraut sind. Es kann für andere Ingenieurdisziplinen, z. B. Elektro- und Maschinenbauingenieure, und Personal mit spezieller Verantwortung für die Sicherheit vorteilhaft sein, ein Teil des Zoneneinteilungsprozesses zu sein und einen Beitrag dazu zu liefern. Die Kompetenz der Person(en) muss passend sein für die Art der Anlage und die Methodik, die für die Zoneneinteilung benutzt wird. Geeignete andauernde Fortbildung oder Übung sollten, wenn erforderlich, auf einer regelmäßigen Basis durch das Personal vorgenommen werden.

ANMERKUNG Kompetenzen können in Übereinstimmung mit einem Übungs- und Beurteilungsrahmen nachgewiesen werden, der den nationalen Regelungen oder Normen oder Betreiberanforderungen entspricht.

5 Methodik der Zoneneinteilung

5.1 Allgemeines

Nur selten ist es durch eine einfache Untersuchung einer Anlage oder Anlagenplanung möglich, zu entscheiden, welche Anlagenteile der jeweiligen der drei Zonen zugeordnet werden können (Zonen 0, 1 und 2). Deshalb eine detailliertere Betrachtungsweise notwendig und das schließt die Untersuchung der grundsätzliche Möglichkeit des Auftretens einer explosionsfähigen Gasatmosphäre ein.

Zur Bestimmung, wo eine Freisetzung von brennbarem Gas oder Dampf auftreten kann, sollten die Wahrscheinlichkeit und Dauer der Freisetzung in Übereinstimmung mit den Definitionen von kontinuierlichen, primären und sekundären Freisetzungsgraden abgeschätzt werden. Wenn der Freisetzungsgrad, die Freisetzungsrate, Konzentration, Geschwindigkeit, Lüftung und andere Faktoren abgeschätzt worden sind, dann ist das eine sichere Grundlage, um das wahrscheinliche Vorhandensein einer explosionsfähigen Gasatmosphäre in den umgebenden Bereichen abzuschätzen und den Typ und/oder die Ausdehnung der gefährdeten Zonen zu bestimmen.

Dieses Herangehen erfordert somit die eingehende Betrachtung jedes einzelnen Teils der Prozessanlage, das einen Stoff enthält, der von selbst oder wegen der Prozessbedingungen brennbar ist und deshalb eine Freisetzungsquelle sein könnte.

5.3 bis 5.6 geben eine Anleitung für die Möglichkeiten zur Einteilung von Bereichen, in denen sich eine explosionsfähige Gasatmosphäre bilden kann. Ein Beispiel einer schematischen Herangehensweise bei der Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche wird im [Anhang F](#) gegeben.

Die Zoneneinteilung sollte vorgenommen werden, sobald die anfänglichen Prozess- und Instrumentierungs-Schemata und Lagepläne zur Verfügung stehen und vor Inbetriebnahme der Anlage bestätigt werden.

Art, Anzahl und Lage der verschiedenen potenziellen Freisetzungspunkte sollte immer betrachtet werden, so dass in der Gesamtbeurteilung die relevanten Zonen und Grenzbedingungen festgelegt sind. Überwachungssysteme, die nach einer Norm für Funktionssicherheit gebaut und errichtet sind, können das Potenzial einer Freisetzungsquelle und/oder das Volumen der Freisetzung verringern (z. B. Ablaufsteuerungen für Batchprozesse, Inertisierungssysteme). Solche Überwachungen können deshalb, wenn sie bei der Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche von Bedeutung sind, in die Überlegungen einbezogen werden.

Bei der Einteilung von Gebäuden sollte auch die sorgfältige Bewertung von früheren Erfahrungen in Betracht gezogen werden, die man mit gleichen oder ähnlichen Anlagen gemacht hat. Es ist nicht genug, nur die potenzielle Quelle des brennbaren Stoffes zu bestimmen und sofort mit der Festlegung der Ausdehnung der in Zone 1 und Zone 2 eingeteilten Bereiche fortzufahren. Wo die Erfahrung zeigt, dass ein bestimmtes Planungskonzept gut fundiert ist, kann diese Erfahrung benutzt werden, um die gewählte Einteilung zu stützen. Außerdem ist es denkbar, dass aufgrund von industrieller Erfahrung oder neuen Indizien die Bereiche neu eingeteilt werden.

5.2 Einteilung mittels die Freisetzungsquellen-Methode

An die Einteilung kann durch Berechnung herangegangen werden, die für jede Freisetzungsquelle die betreffenden statistischen und numerischen Abschätzungen für die Einflussgrößen berücksichtigt.

Siehe [Anhang F](#). Die Methode der Freisetzungsquelle kann wie folgt zusammengefasst werden:

- Erkennung der Freisetzungsquellen;
- Bestimmung der Freisetzungsrates und des Grades der Freisetzung für jede Quelle auf Basis der wahrscheinlichen Häufigkeit und Dauer der Freisetzung;
- Beurteilung der Belüftungs- oder Verdünnungsbedingungen und Wirksamkeit;
- Bestimmung der Zone basierend auf dem Grad der Freisetzung und Lüftung oder Wirksamkeit der Verdünnung;
- Bestimmung der Ausdehnung der Zone.

Für die Bestimmung der Freisetzungsrates relevante Formeln können im [Anhang B](#) gefunden werden. Es ist allgemein akzeptiert, dass diese Formeln eine gute Basis für die Berechnungen von Freisetzungsrates für die vorgegebenen Bedingungen bieten.

Anleitung zur Beurteilung von Lüftung und Verteilung wird in [Anhang C](#) geboten. Andere Formen der Abschätzung, z. B. numerische Strömungssimulationen (CFD) (en: computational fluid dynamics) können in manchen Situationen eine gute Grundlage für die Beurteilung bieten. Rechnergestützte Modelle sind ebenso ein geeignetes Werkzeug zur Abschätzung der Wechselwirkung von vielfachen Faktoren.

In allen Fällen sollten die benutzte Abschätzungsmethode und Werkzeuge als für den Zweck brauchbar validiert oder mit der gebotenen Vorsicht genutzt werden. Diejenigen, die die Beurteilung durchführen, sollten auch die Grenzen oder Anforderungen für jedes Werkzeug verstehen und die Eingabebedingungen oder Ergebnisse entsprechend anpassen, um zutreffende Aussagen zu erhalten.

5.3 Benutzung von technischen Regelwerken und nationalen Normen

Technische Regelwerke und nationale Normen können benutzt werden, wenn sie Anleitung oder Beispiele bieten, die für die Anwendung passend sind und mit den allgemeinen Grundsätzen dieser Norm übereinstimmen.

Anhang K zeigt einige einschlägige technische Regelwerke und nationale Normen auf, die weitere Einzelheiten sowie auch Beispiele bieten.

5.4 Vereinfachte Methoden

Wo es nicht praktikabel ist, erforderliche Abschätzungen von den einzelnen Freisetzungsquellen zu machen, kann eine vereinfachte Methode genutzt werden.

Vereinfachte Methoden müssen für jeden der Zone-Typen, Zone 0, Zone 1 und Zone 2, Quellen bestimmen, die angemessen konservativ sind, um mögliche Freisetzungsquellen ohne einzelne Details zuzulassen. Die Beurteilung wird am besten unter Bezugnahme auf einen Satz von Kriterien gemacht, der auf technischer Erfahrung beruht und angemessen für die einzelne Anlage ist.

Es ist nicht notwendig, eine detaillierte Bewertung für alle Betrachtungseinheiten in einer Prozessanlage zu machen, wo die Bewertung einer Betrachtungseinheit oder eines Zustandes ausreichend sein würde, eine konservative Einteilung für alle anderen ähnlichen Betrachtungseinheiten oder Zustände der Prozessanlage zu machen.

Große Zonenbereiche sind charakteristisch für vereinfachte Methoden, verursacht durch den Ansatz und die Notwendigkeit, eine konservativere Zoneneinteilung vorzunehmen, wo Zweifel über die verbundenen Gefahren besteht. Dieser Ansatz muss auf die sichere Seite gehen.

Um zu weniger vorsichtigen oder besser zutreffenden Werten für die Grenzen der eingeteilten Bereiche zu kommen, sollte Bezug auf anschauliche Beispiele genommen werden oder eine detailliertere Beurteilung punktueller Freisetzungsquellen, wenn anwendbar, genutzt werden.

5.5 Kombination von Methoden

Für verschiedene Stadien in der Entwicklung einer Prozessanlage oder für verschiedene Teile einer Prozessanlage kann der Gebrauch von unterschiedlichen Methoden für die Zoneneinteilung einer Anlage geeignet sein.

Im anfänglichen konzeptionellen Stadium einer Anlage kann z. B. die vereinfachte Methode geeignet sein, um die Geräteaufteilung, die Anlagenauslegung und die Anlagengrenzen festzulegen. Dies mag die einzige Methode sein, die wegen des Mangels an detaillierten Daten über Freisetzungsquellen anwendbar ist. Wenn die Anlagenplanung fortschreitet und detaillierte Daten über die möglichen Freisetzungsquellen zur Verfügung stehen, sollte die Zoneneinteilung durch die Nutzung einer detaillierteren Beurteilungsmethode verbessert werden.

In manchen Fällen kann die vereinfachte Methode auf eine Gruppe von gleichartigen Einrichtungen in einem Teil der Anlage angewendet werden (z. B. Teile der Rohrleitungen mit Flanschen, wie z. B. Rohrbrücken), während eine detailliertere Beurteilung auf maßgeblichere mögliche Freisetzungsquellen angewendet wird (z. B. Sicherheitsventile, Entlüftungen, Gasverdichter, Pumpen und dergleichen).

In vielen Fällen können die Einteilungsbeispiele aus dementsprechenden nationalen oder technischen Regelwerken, wenn zutreffend, benutzt werden, um einige Baugruppen größerer Prozessanlagen einzuteilen.

6 Freisetzung brennbarer Materialien

6.1 Allgemeines

Die Freisetzungsrates brennbaren Stoffs ist der wichtigste Faktor, der die Ausdehnung einer Zone beeinflusst.

Im Allgemeinen gilt, je höher die Freisetzungsrates, umso größer wird die Ausdehnung der Zone.

ANMERKUNG Die Erfahrung hat gezeigt, dass eine Freisetzung von Ammoniak mit einer *UBG* von 15 Volumenprozent sich oft schnell in der offenen Luft verteilen wird, daher wird eine explosionsfähige Gasatmosphäre in den meisten Fällen von vernachlässigbarer Ausdehnung sein.

Eine Einführung in die Beschaffenheit von Freisetzungen, die bei der Erarbeitung von Zoneneinteilungen möglicher explosionsgefährdeter Bereiche bedacht werden sollte, ist in 6.2 bis 6.5 enthalten.

6.2 Freisetzungsquellen

Die Grundelemente zur Festlegung der Arten explosionsgefährdeter Zonen sind die Identifizierung der Freisetzungsquelle und die Bestimmung des Freisetzungsgrades oder der Freisetzungsgrade.

Da nur dann eine explosionsfähige Gasatmosphäre vorkommen kann, wenn brennbare Gase oder Dämpfe zusammen mit Luft vorhanden sind, ist es notwendig zu entscheiden, ob irgendwelche brennbaren Stoffe in dem betreffenden Bereich vorkommen können. Allgemein bedeutet das, dass derartige Gase und Dämpfe (und ebenso brennbare Flüssigkeiten oder Feste, die diese freisetzen können) in Anlagenteilen enthalten sind, die völlig umschlossen sind oder auch nicht. Es ist notwendig, festzustellen, wo innerhalb der Prozessanlage eine brennbare Atmosphäre vorkommen kann oder wo die Freisetzung brennbarer Stoffe eine brennbare Atmosphäre außerhalb der Prozessanlage erzeugen kann.

Jeder Teil der Prozessanlage (z. B. Tank, Pumpe, Rohrleitung, Behälter usw.) sollte zunächst als potenzielle Freisetzungsquelle von brennbarem Stoff betrachtet werden. Wenn der Teil vorhersehbar keinen brennbaren Stoff enthalten kann, wird dieser Teil klarerweise auch keinen explosionsgefährdeten Bereich um sich herum erzeugen. Dasselbe gilt, wenn der Teil zwar brennbaren Stoff enthält, diesen jedoch nicht an die Atmosphäre abgeben kann (z. B. kommt eine vollgeschweißte Rohrleitung nicht als Freisetzungsquelle in Betracht).

Wenn feststeht, dass der Teil brennbaren Stoff in die Atmosphäre freisetzen kann, ist es zunächst notwendig, den Freisetzungsgrad oder die Freisetzungsgrade gemäß der Definition durch Ermittlung der mutmaßlichen Häufigkeit und Dauer der Freisetzung zu bestimmen. Es sollte zur Kenntnis genommen werden, dass bei der Zoneneinteilung außerdem das Öffnen von Teilen geschlossener Prozesssysteme (z. B. bei Filterwechsel oder Chargenbeschickung) als Freisetzungsquelle berücksichtigt werden sollte. Mit Hilfe dieses Verfahrens wird jede Freisetzung als „ständig“, „primär“ oder „sekundär“ eingestuft.

ANMERKUNG 1 Freisetzungen können Teil des Prozesses sein, z. B. Probenahmen, oder als Teil regulärer Instandhaltungsmaßnahmen auftreten. Diese Formen von Freisetzungen werden im Allgemeinen als kontinuierliche oder primäre Freisetzungsgrade eingeteilt. Zufällige Freisetzungen werden im Allgemeinen als sekundäre Freisetzungsgrade eingeteilt.

ANMERKUNG 2 Eine Betrachtungseinheit kann mehr als einen Freisetzungsgrad verursachen. Zum Beispiel kann ein kleiner primärer Freisetzungsgrad vorhanden sein, aber unter abnormalen Umständen könnte eine große Freisetzung auftreten. In dieser Situation müssen beide Freisetzungszustände (beide Freisetzungsgrade) vollständig wie in dieser Norm beschrieben betrachtet werden.

Nach Festlegung des Freisetzungsgrades oder der Freisetzungsgrade ist es notwendig, die Freisetzungsrates und andere Faktoren, die die Art und die Ausdehnung der Zone beeinflussen können, zu bestimmen.

Wenn die Menge des zur Freisetzung zur Verfügung stehenden brennbaren Stoffes „gering“ ist, z. B. im Laborgebrauch, kann diese angewendete Verfahrensweise bei der Zoneneinteilung nicht zweckmäßig sein, selbst wenn eine potenzielle Gefährdung bestehen kann. In diesen Fällen müssen die zugehörigen besonderen Faktoren berücksichtigt werden.

Die Zoneneinteilung für Geräte von Prozessanlagen, in denen brennbarer Stoff verbrannt wird, z. B. befeuerte Heizgeräte, Öfen, Dampferzeuger, Gasturbinen usw., sollte jegliche Spülzyklen, Anfahr- und Abschaltbedingungen berücksichtigen.

In manchen Fällen kann der Aufbau von geschlossenen Systemen als wirksame Verhinderung und/oder Begrenzung der Freisetzungen von brennbaren Stoffen auf eine vernachlässigbare Leckagegefahr akzeptiert werden, wenn spezielle Regelwerke für den Aufbau eingehalten werden. Die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche derartiger Geräte oder Aufbauten erfordert eine vollständige Beurteilung, um

die volle Übereinstimmung des Aufbaus mit den entsprechenden Bau- und Betriebsnormen zu bestätigen. Zur Bestätigung der Übereinstimmung sollten die Entwurfs-, Aufbau-, Betriebs-, Instandhaltungs-Überwachungsaktivitäten betrachtet werden.

Nebel, die sich durch Leckagen an unter Druck stehenden Flüssigkeiten bilden können, können auch dann brennbar sein, wenn die Flüssigkeitstemperatur unter dem Flammpunkt liegt (siehe [Anhang G](#)).

6.3 Formen der Freisetzung

6.3.1 Allgemeines

Die Eigenschaften jedweder Freisetzung hängen vom physikalischen Zustand des brennbaren Stoffes, seiner Temperatur und seinem Druck ab. Zu den physikalischen Zuständen gehören:

- ein Gas, das auf einer erhöhten Temperatur oder einem erhöhten Druck sein kann;
- ein durch die Anwendung von Druck verflüssigtes Gas, z. B. LPG;
- ein Gas, das nur durch Kühlung verflüssigt werden kann, z. B. Methan;
- eine Flüssigkeit mit einer zugehörigen Freisetzung von brennbarem Dampf.

Freisetzungen von solchen Anlagenteilen wie Rohrverbindungen, Pumpen oder Verdichterdichtungen und Ventilt packungen beginnen oft mit einer geringen Durchflussrate. Allerdings kann, wenn die Freisetzung nicht gestoppt wird, die Erosion der Freisetzungsquelle die Freisetzungsr ate erheblich vergrößern und damit das Ausmaß der Gefahr.

Eine Freisetzung von brennbarem Stoff oberhalb seines Flammpunktes wird einen Wolke eines brennbaren Dampfs oder eines brennbaren Gases erzeugen die anfänglich von geringerer oder größerer Dichte als die umgebende Luft sein kann oder einen neutralen Auftrieb haben kann. Die Formen der Freisetzung und das Verhaltensmuster unter den verschiedenen Bedingungen sind als Flussdiagramm in [Bild B.1](#). dargestellt.

Jede Form einer Freisetzung wird schließlich als Gas- oder Dampffreisetzung enden, und das Gas oder der Dampf kann als aufsteigend, mit neutralem Auftrieb oder schwer auftreten (siehe [Bild B.1](#)). Diese Eigenschaften werden die Ausdehnung der Zone beeinflussen, die durch die einzelne Form der Freisetzung erzeugt wird.

Die waagrechte Ausdehnung der Zone am Boden wird gewöhnlich mit zunehmender relativer Dichte zunehmen, und die senkrechte Ausdehnung über der Quelle wird gewöhnlich mit abnehmender relativer Dichte zunehmen.

6.3.2 Gasförmige Freisetzung

Eine Gasfreisetzung wird einen Gasstrahl oder eine Gasfahne an der Freisetzungsquelle erzeugen abhängig vom Druck an der Freisetzungsstelle, z. B. Pumpendichtung, Rohrverbindung oder für die Verdampfung wirksame Oberfläche einer Lache. Die relative Dichte des Gases, der Grad der turbulenten Vermischung und die vorherrschende Luftbewegung werden alle die nachfolgende Bewegung jeder Gaswolke beeinflussen.

Bei ruhigen Bedingungen werden Freisetzungen mit niedriger Geschwindigkeit eines Gases, das eine wesentlich geringere Dichte als Luft hat, dazu tendieren aufzusteigen, z. B. Wasserstoff und Methan. Im Gegensatz wird ein Gas mit einer größeren Dichte als Luft dazu tendieren, sich am Boden anzusammeln oder in irgendwelchen Gruben oder Absenkungen, z. B. Butan und Propan. Mit der Zeit werden atmosphärische Turbulenzen veranlassen, dass sich das freigesetzte Gas vermischt und einen neutralen Auftrieb hat. Ein Gas oder Dampf mit einer Dichte, die sich nicht wesentlich von der von Luft unterscheidet, wird als Gas mit neutralem Auftrieb angesehen.

Freisetzungen unter höherem Druck werden anfänglich Strahlen von freigesetztem Gas erzeugen, die sich turbulent mit der Umgebungsluft vermischen und Luft in den Strahl mitreißen werden.

Bei hohen Drücken kann ein thermodynamischer Effekt infolge der Ausdehnung ins Spiel kommen. Wenn das Gas entweicht, expandiert es und kühlt sich ab und kann sich anfänglich wie schwerer als Luft verhalten.

Jedoch wird die Abkühlung infolge des Joule-Thomson Effekts letztendlich durch die durch die Luft zugeführte Wärme aufgehoben. Die resultierende Gaswolke wird letztendlich einen neutralen Auftrieb haben. Der Übergang von schwerer als Luft zu neutralem Auftrieb kann zu jedem Zeitpunkt auftreten, abhängig von der Art der Freisetzung, und kann auftreten, nachdem die Wolke unter die *UBG* verdünnt worden ist.

ANMERKUNG Wasserstoff zeigt einen umgekehrten Joule-Thomson Effekt.

6.3.3 Verflüssigt unter Druck

Manche Gase können allein durch die Anwendung von Druck verflüssigt werden, z. B. Propan und Butan, und werden üblicherweise in dieser Form gespeichert und transportiert.

Wenn ein unter Druck stehendes verflüssigtes Gas durch eine Leckage aus seinem Behälter austritt, ist das wahrscheinlichste Szenario, dass der Stoff als ein Gas aus irgendeinem Dampfraum oder irgendeiner Dampfleitung entweicht. Die schnelle Verdampfung erzeugt an der Stelle der Freisetzung eine erhebliche Abkühlung, und eine Vereisung kann durch die Kondensation von Wasser aus der Atmosphäre auftreten.

Eine Flüssigkeitsleckage wird an der Freisetzungsstelle teilweise verdampfen. Das ist als Flashverdampfung (Entspannungsverdampfung) bekannt. Die verdampfende Flüssigkeit entzieht sich selbst und der umgebenden Atmosphäre Energie und kühlt wiederum die austretende Flüssigkeit. Die Kühlung der Flüssigkeit verhindert die vollständige Verdampfung, und deshalb wird ein Aerosol erzeugt. Wenn die Leckage groß genug ist, dann können sich kalte Lachen der Flüssigkeit am Boden ansammeln, die im Lauf der Zeit als Beitrag zur Gasfreisetzung verdampfen werden.

Die kalte Aerosolwolke wird sich wie ein dichtes Gas verhalten. Eine Freisetzung einer unter Druck stehenden Flüssigkeit kann oft mit den Augen erkannt werden, da der Abkühlungseffekt der Verdampfung die Luftfeuchte der Umgebung zu einer Dampfwolke kondensieren wird.

6.3.4 Verflüssigt durch Tiefkühlung

Andere Gase, die sogenannten Permanentgase, können nur durch Tiefkühlung verflüssigt werden, z. B. Methan und Wasserstoff. Kleine Leckagen von tiefgeköhltem Gas werden unter Aufnahme von Wärme aus der Umgebung schnell verdampfen, ohne eine Flüssigkeitslache zu bilden. Wenn die Leckage groß ist, kann sich eine kalte Flüssigkeitslache bilden.

Da die kalte Flüssigkeit dem Boden und der umgebenden Atmosphäre Energie entzieht, wird die Flüssigkeit unter Bildung einer kalten dichten Gaswolke sieden. Wie bei Flüssigkeiten können Dämme oder Tankwände benutzt werden, um den Fluss von Leckagen zu lenken oder aufzuhalten.

ANMERKUNG 1 Wenn Bereiche eingeteilt werden, die tiefkalte brennbare Flüssigkeiten wie flüssiges Erdgas enthalten, muss sorgfältig vorgegangen werden. Die ausströmenden Dämpfe werden grundsätzlich schwerer als Luft bei niedriger Temperatur sein, aber werden bei der Annäherung an die Umgebungstemperatur einen neutrale Auftriebswert annehmen.

ANMERKUNG 2 Permanentgase haben eine kritische Temperatur von weniger als -50 °C .

6.3.5 Aerosole

Ein Aerosol ist kein Gas, sondern besteht aus kleinen Flüssigkeitströpfchen, die in der Luft schweben. Die Tröpfchen werden unter gewissen thermodynamischen Bedingungen aus Dämpfen oder Gasen gebildet oder durch Flashverdampfung von unter Druck stehenden Flüssigkeiten. Die Streuung des Lichts innerhalb einer Aerosolwolke macht die Wolke häufig für das nackte Auge sichtbar. Die Verteilung eines Aerosols kann zwischen dem Verhalten eines dichten Gases oder dem eines Gases mit neutralem Auftrieb schwanken. Aerosoltröpfchen können sich zusammenballen und aus der Fahne oder Wolke regnen. Aerosole aus brennbarer Flüssigkeit können Wärme aus der Umgebung aufnehmen, verdampfen und einen Beitrag zu der Gas/Dampf-Wolke liefern (für weitere Einzelheiten siehe [Anhang G](#)).

6.3.6 Dämpfe

Flüssigkeiten im Gleichgewicht mit ihrer Umgebung werden eine Dampfschicht über ihrer Oberfläche bilden. Der Druck, den dieser Dampf in einem geschlossenen System ausübt, ist als Dampfdruck bekannt, der mit einer nichtlinearen Funktion mit der Temperatur ansteigt.

Der Verdampfungsprozess nutzt Energie, die normalerweise aus vielerlei Quellen kommen kann, z. B. aus der Flüssigkeit oder der Umgebung. Der Verdampfungsprozess kann die Temperatur der Flüssigkeit absenken und den Temperaturanstieg begrenzen. Jedoch werden Änderungen in der Flüssigkeitstemperatur infolge erhöhter Verdampfung gegenüber den normalen Umgebungsbedingungen als zu geringfügig angesehen, um die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche zu beeinflussen. Die Konzentration des gebildeten Dampfs ist nicht leicht vorherzusagen, da sie eine Funktion der Verdampfungsrate, der Temperatur der Flüssigkeit und der Luftströmung in der Umgebung ist.

6.3.7 Flüssigkeitsfreisetzungen

Die Freisetzung brennbarer Flüssigkeiten wird normalerweise eine Lache auf dem Boden bilden, mit einer Dampf Wolke über der Flüssigkeitsoberfläche, wenn die Oberfläche nicht absorbierend ist. Die Größe der Dampf Wolke wird von den Eigenschaften des Stoffes und seinem Dampfdruck bei der Umgebungstemperatur abhängen (siehe [B.7.2](#)).

ANMERKUNG Der Dampfdruck ist ein Hinweis für die Verdampfungsrate einer Flüssigkeit. Eine Substanz mit einem hohen Dampfdruck bei normalen Temperaturen wird oft als volatil (leicht flüchtig) bezeichnet. Nach einer allgemeinen Regel steigt der Dampfdruck einer Flüssigkeit bei Umgebungstemperatur mit sinkendem Siedepunkt. Mit ansteigender Temperatur steigt auch der Dampfdruck.

Freisetzung kann auch auf Wasser auftreten. Viele brennbare Flüssigkeiten haben eine geringere Dichte als Wasser und sind oft nicht mischbar. Solche Flüssigkeiten werden sich auf der Wasseroberfläche ausbreiten, ob am Boden, in Abwasserkanälen, Rohrgräben oder offenen Gewässern (Meer, See oder Fluss), und einen dünnen Film bilden und damit die Verdampfungsrate infolge der Oberflächenvergrößerung erhöhen. Unter diesen Umständen sind die Berechnungen in [Anhang B](#) nicht anwendbar.

6.4 Lüftung (oder Luftbewegung) und Verteilung

In die Atmosphäre freigesetztes Gas oder freigesetzter Dampf darf durch turbulente Mischung mit Luft verdünnt werden und zu einem geringeren Maß durch Diffusion bedingt durch Konzentrationsgradienten, bis sich das Gas vollständig verteilt hat und die Konzentration tatsächlich null ist. Luftbewegung infolge von natürlicher oder technischer Lüftung wird die Verteilung fördern. Gesteigerte Luftbewegung kann auch die Freisetzungsraten durch die stärkere Verdampfung an einer offenen Flüssigkeitsoberfläche erhöhen.

Geeignete Lüftungsraten können auch die Verweilzeit einer explosionsfähigen Gasatmosphäre reduzieren und damit die Art der Zone beeinflussen.

Ein Bauwerk mit ausreichenden Öffnungen, die freien Durchgang von Luft durch alle Teile des Gebäudes erlauben wird in vielen Fällen als gut belüftet betrachtet und sollte als Freifläche behandelt werden, z. B. eine Schutzhalle mit offenen Seiten und Lüftungsöffnungen im Dach.

Verteilung und Ausbreitung eines Gases oder Dampfs in die Atmosphäre ist ein Schlüsselfaktor zur Verringerung der Konzentration des Gases oder Dampfs unter die untere Brennbarkeitsgrenze.

Lüftung und Luftbewegung hat zwei grundlegende Funktionen:

- a) die Verdünnungsrate zu erhöhen und die Verteilung zu fördern, um die Ausdehnung einer Zone zu begrenzen,
- b) die Beständigkeit einer explosionsfähigen Atmosphäre zu vermeiden, die den Typ der Zone beeinflussen könnte.

Mit zunehmender Lüftung oder Luftbewegung wird die Ausdehnung einer Zone normalerweise verringert. Hindernisse, die die Lüftung oder Luftbewegung behindern, können die Ausdehnung einer Zone vergrößern.

Einige Hindernisse, zum Beispiel Wälle, Wände und Decken, die die Ausdehnung der Dampf- oder Gasbewegung begrenzen, können auch die Ausdehnung der Zone begrenzen.

ANMERKUNG 1 Erhöhte Luftbewegung kann wegen der erhöhten Verdampfung von offenen Flüssigkeitsoberflächen auch die Freisetzungsraten von Dampf erhöhen. Die Vorteile erhöhter Luftbewegung wiegen jedoch normalerweise die Erhöhung der Freisetzungsraten auf.

Für Freisetzungsraten niedriger Geschwindigkeit nimmt die Rate der Gas- oder Dampfverteilung in der Atmosphäre mit der Windgeschwindigkeit zu, aber bei stabilen atmosphärischen Bedingungen kann Schichtbildung des Gases oder Dampfs auftreten und der Abstand bis zur sicheren Verteilung kann erheblich vergrößert werden.

ANMERKUNG 2 In Prozessanlagenbereichen mit Lüftungs-Hindernissen, wie z. B. großen Behältern und Bauwerken, können sich auch bei niedrigen Windgeschwindigkeiten Wirbel hinter Behältern und Bauwerken bilden und damit Gas- oder Dampfblasen entstehen lassen trotz ausreichender Turbulenz, die anderenfalls die Verteilung fördern könnte.

In der normalen Praxis wird die Neigung zur Schichtbildung bei der Zoneneinteilung nicht berücksichtigt, da die Bedingungen, die zu solchen Zuständen führen, selten sind und nur für kurze Zeit auftreten. Jedoch sollte, wenn längere Zeiträume geringer Windgeschwindigkeit für die spezifischen Umstände erwartet werden, die Ausdehnung der Zone die zusätzliche Distanz berücksichtigen, die für die Verteilung erforderlich ist.

6.5 Hauptarten der Lüftung

6.5.1 Allgemeines

Die zwei Arten der Lüftung sind:

- a) natürliche Lüftung;
- b) technischen (oder erzwungene) Lüftung, entweder allgemein für den Bereich oder lokal für die Freisetzungsquelle.

6.5.2 Natürliche Lüftung

Natürliche Lüftung in Gebäuden entsteht durch Druckdifferenzen, hervorgerufen durch Wind und/oder Temperaturgradienten (durch Auftrieb hervorgerufene Lüftung). Natürliche Lüftung kann unter bestimmten Umständen innerhalb von Gebäuden wirksam sein (z. B., wenn ein Gebäude in den Wänden und/oder im Dach Öffnungen aufweist), um Freisetzungen sicher zu verdünnen.

Beispiele für natürliche Lüftung:

- ein offenes Gebäude, das im Hinblick auf die relative Dichte der betreffenden Gase und/oder Dämpfe in den Wänden und/oder im Dach Öffnungen aufweist, die so bemessen und angeordnet sind, dass die Lüftung im Gebäudeinnern bei der Zoneneinteilung als gleichwertig mit einer Freiluftsituation betrachtet werden kann;
- ein Gebäude, das zwar kein offenes Gebäude ist, jedoch über natürliche Lüftung verfügt (im Allgemeinen eine geringere als die eines offenen Gebäudes), die durch ständige, zu Lüftungszwecken angebrachte Öffnungen sichergestellt wird.

Bei Überlegungen zur natürlichen Lüftung in Gebäuden sollte zur Kenntnis genommen werden, dass Gas- oder Dampfauftrieb ein wesentlicher Faktor sein kann und somit sollte die Lüftung so vorgenommen werden, dass Verteilung und Verdünnung begünstigt werden.

Lüftungsraten, die auf natürlicher Lüftung beruhen, sind von Natur aus sehr variabel. Wenn die Verdünnung von Freisetzungen durch natürliche Lüftung erfolgt, sollte vorzugsweise das ungünstigste Szenario betrachtet werden, um den Grad der Lüftung zu bestimmen. Ein solches Szenario wird dann zu einem höheren Niveau der Verfügbarkeit führen, wenn auch der Grad der Lüftung verringert wird. Allgemein führt bei jeder natürlichen Lüftung ein geringerer Lüftungsgrad zu einer höheren Verfügbarkeit und umgekehrt, was übermäßig optimistische Annahmen bei Abschätzen des Lüftungsgrad ausgleichen wird.

Es gibt einige Situationen, die besondere Sorgfalt erfordern. Dies ist vor allem der Fall, wenn die Lüftungsöffnungen hauptsächlich auf eine Seite der Einhausung beschränkt sind. Unter gewissen ungünstigen Umgebungsbedingungen, wie windige Tage, bei denen der Wind auf die belüftete Fassade der Einhausung bläst, kann die äußere Luftbewegung das Funktionieren der thermischen Auftriebsmechanismen verhindern. Unter diesen Umständen werden das Niveau der Lüftung und die Verfügbarkeit niedrig sein mit dem Ergebnis einer strengerer Einteilung.

6.5.3 Technische Lüftung

6.5.3.1 Allgemeines

Die zur Lüftung erforderliche Luftbewegung darf durch technische Mittel erfolgen, zum Beispiel Ventilatoren oder Sauggebläse. Obwohl die Lüftung mit technischen Mitteln hauptsächlich in Räumen oder umschlossenen Bereichen zur Anwendung kommt, kann sie jedoch auch bei Situationen im Freien eingesetzt werden, wenn die natürliche Lüftung durch Hindernisse eingeschränkt ist oder behindert wird.

Die technische Lüftung darf insgesamt (z. B. ein ganzer Raum) oder lokal (z. B. Absaugung in der Nähe eines Freisetzungspunkts) erfolgen, und für beide dieser Möglichkeiten können unterschiedliche Grade der Luftbewegung und des Luftwechsels angemessen sein.

Mit Hilfe einer technischen Lüftung ist es manchmal möglich zu erreichen:

- Verminderung der Art und/oder der Ausdehnung von Zonen;
- Verkürzen der Dauer der Verweilzeit einer explosionsfähigen Gasatmosphäre;
- Verhütung der Bildung einer explosionsfähigen Gasatmosphäre.

6.5.3.2 Betrachtungen zur Lüftung

Technische Lüftung kann die Bereitstellung eines wirksamen und zuverlässigen Lüftungssystems in Innenräumen ermöglichen. Für technische Lüftungssysteme sollten die folgenden Punkte berücksichtigt werden:

- a) Einteilung auf der Innenseite des Abzugssystems sowie unmittelbar außerhalb der Ablassstelle des Abzugssystems und weiterer Öffnungen des Abzugssystems;
- b) zum Lüften eines explosionsgefährdeten Bereiches verwendete Luft sollte normalerweise einem nicht explosionsgefährdeten Bereich entnommen werden, wobei die Saugwirkung auf den umgebenden Bereich zu berücksichtigen ist;
- c) vor der Bestimmung der Abmessungen und der Auslegung des Lüftungssystems sollten zunächst die örtliche Lage, der Freisetzungsgrad, die Freisetzungsgeschwindigkeit und die Freisetzungsrate festgelegt werden.

Die Qualität eines technischen Lüftungssystems wird zusätzlich von folgenden Faktoren beeinflusst:

- a) Brennbare Gase und Dämpfe haben gewöhnlich andere Dichten als Luft; deshalb können sie sich entweder am Boden oder im Deckenbereich eines geschlossenen Bereichs anreichern, wo die Luftbewegung wahrscheinlich weniger stark ist;
- b) Nähe der technischen Lüftung zur Freisetzungsquelle; technische Lüftung in der Nähe der Freisetzungsquelle wird in der Regel wirksamer sein und kann erforderlich sein, um die Bewegung von Gas oder Dampf angemessen kontrollieren zu können;
- c) Änderungen der Gasdichte mit der Temperatur;
- d) Vorsprünge und Hindernisse können die Luftbewegung einschränken oder sogar ganz verhindern, d. h., in bestimmten Teilen des Bereichs gibt es keine Lüftung;
- e) Turbulenzen und Umluftmuster.

Für weitere Einzelheiten siehe [Anhang C](#).

Die Möglichkeit oder Notwendigkeit zur Luftrückführung bei der Lüftungsausführung sollte beachtet werden. Dies kann die Hintergrundkonzentration und Wirksamkeit des Lüftungssystems zur Verkleinerung des explosionsgefährdeten Bereichs beeinflussen. In solchen Fällen kann es notwendig sein, die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche entsprechend zu ändern. Rückführung von Luft kann auch in manchen Anwendungen notwendig sein, z. B. für einige Prozesse oder um bei hohen oder niedrigen Umgebungstemperaturen den Bedürfnissen des Personals oder der Geräte Rechnung zu tragen, wenn ergänzendes Kühlen oder Heizen der Luft erforderlich ist. Wenn Luftrückführung notwendig ist, können auch zusätzliche Sicherheitsüberwachungen erforderlich sein (z. B. ein Gasanalysator, der über Luftklappen die Frischluftzufuhr regelt).

6.5.3.3 Beispiele für technische Lüftung

Gewöhnlich kann zur technischen Lüftung ein Gebäude gehören, das mit Ventilatoren in den Wänden und/oder im Dach ausgerüstet ist, um die generelle Lüftung in dem Gebäude zu verbessern.

Die Rolle der Ventilatoren kann zweierlei sein. Sie können die Lüftungsströmung durch ein Gebäude erhöhen, die hilft, Gas aus dem Gebäude zu entfernen. Ventilatoren in einem Gebäude können auch die Turbulenz steigern und die Verdünnung einer Wolke fördern, die viel kleiner als der Raum ist, der sie enthält, selbst dann, wenn kein Gas aus dem Raum gefördert wird. Ventilatoren können auch in einigen Situationen im Freien die Verdünnung durch Steigerung der Turbulenz unterstützen.

Lokale technische Lüftung kann sein:

- a) ein Luft-/Dampf-Abzugssystem, angewandt für eine bestimmte Einheit einer Prozessanlage, die ständig oder periodisch brennbaren Dampf freisetzt;
- b) ein Zwangs- oder Absauglüftungssystem, angewandt für einen kleinen, belüfteten örtlichen Bereich, für den angenommen wird, dass andernfalls eine explosionsfähige Gasatmosphäre auftreten kann.

Für weitere Einzelheiten siehe [C.4](#).

6.5.4 Grad der Verdünnung

Die Wirksamkeit der Lüftung zur Beherrschung der Verteilung und des Verweilens der explosionsfähigen Atmosphäre wird vom „Grad der Verdünnung“ und von der Verfügbarkeit der Lüftung und von der Bauweise des Systems abhängen. Z. B. kann die Lüftung nicht ausreichend sein, um die Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre zu verhindern, aber wirksam genug, um zu verhindern, dass sie bestehen bleibt.

Der Grad der Verdünnung ist definiert als die Fähigkeit, eine gegebenen Freisetzung bei festgelegten Lüftungsbedingungen oder atmosphärischen Bedingungen auf ein sicheres Niveau herab zu verdünnen. Deshalb entspricht eine größere Freisetzung für einen gegebenen Satz von Lüftungsbedingungen/atmosphärischen Bedingungen einem geringeren Verdünnungsgrad, und eine niedrigere Lüftungsrate entspricht einem niedrigeren Verdünnungsgrad für eine gegebene Größe der Freisetzung.

Wenn andere Arten der Lüftung, wie z. B. Kühlventilatoren, berücksichtigt werden, sollte bezüglich deren Verfügbarkeit als Lüftung mit Sorgfalt vorgegangen werden. Lüftung zu anderen Zwecken kann auch die Verdünnung sowohl in positiver als auch in negativer Weise beeinflussen.

Der Grad der Verdünnung beeinflusst auch das Verdünnungsvolumen. Das Verdünnungsvolumen entspricht mathematisch dem gefährdeten Volumen, aber die Begrenzung des explosionsgefährdeten Bereichs berücksichtigt zusätzlich andere Faktoren wie mögliche Bewegung der Freisetzung wegen der Richtung und der Geschwindigkeit der Freisetzung und des umgebenden Luftvolumens.

Der Grad der Verdünnung hängt nicht nur von der Lüftung ab, sondern auch von der Natur und dem Typ der erwarteten Freisetzung von Gas. Manche Freisetzungen, z. B. Freisetzungen mit geringer Geschwindigkeit, werden für eine Abschwächung durch erhöhte Lüftung geeignet sein, andere viel weniger, z. B. Freisetzungen mit hoher Geschwindigkeit.

Folgende drei Verdünnungsgrade sind bekannt:

a) Starke Verdünnung.

Die Konzentration nahe der Freisetzungsquelle wird schnell verringert und sie verharrt praktisch nicht nach Beendigung der Freisetzung.

b) Mittlere Verdünnung.

Während der Freisetzung wird die Konzentration so beeinflusst, dass eine stabile Zonenbegrenzung entsteht, und die explosionsfähige Gasatmosphäre bleibt nach Beendigung der Freisetzung nicht unzulässig bestehen.

c) Geringe Lüftung.

Während der Freisetzung gibt es erhebliche Konzentration und/oder unzulässiges Fortbestehen einer brennbaren Atmosphäre nach Beendigung der Freisetzung.

7 Art der Zone

7.1 Allgemeines

Die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins einer explosionsfähigen Gasatmosphäre hängt hauptsächlich vom Freisetzungsgrad und von der Lüftung ab. Dies wird als eine Zone angegeben. Als Zonen sind anerkannt: Zone 0, Zone 1, Zone 2 und der nicht explosionsgefährdete Bereich.

Entstehen durch Überlappung von benachbarten Freisetzungsquellen Zonen, die unterschiedliche Zoneneinteilungen haben, dann gilt in dem Überlappungsbereich die Einteilung mit der höheren Gefährdungsstufe. Haben überlappende Zonen die gleiche Einteilung, dann gilt normalerweise diese gemeinsame Einteilung.

7.2 Einfluss des Grads der Freisetzungsquelle

Es gibt drei wesentliche Freisetzungsgrade wie unten in der Reihenfolge abnehmender Häufigkeit des Auftretens und/oder der Dauer der Freisetzung brennbarer Stoffe aufgeführt:

a) ständiger Grad;

b) primärer Grad;

c) sekundärer Grad.

Eine Freisetzungsquelle kann jeden dieser Freisetzungsgrade oder eine Kombination von mehr als einem hervorrufen.

Grundsätzlich bestimmt der Freisetzungsgrad die Art der Zone. Allgemein führt in einem angemessen belüfteten Bereich (typische Freiluftanlage) ein ständiger Freisetzungsgrad zu einer Zone-0-Einstufung, ein primärer Grad zu einer Zone 1 und ein sekundärer Grad zu einer Zone 2. Diese allgemeine Regel kann durch Betrachtung des Verdünnungsgrads und der Verfügbarkeit der Lüftung verändert werden, wodurch sich eine mehr oder weniger strenge Einstufung ergeben kann (siehe 7.3 und 7.4).

7.3 Einfluss der Verdünnung

Bei der Abschätzung der Art der Zoneneinstufung muss die Wirksamkeit der Lüftung oder der Grad der Verdünnung beachtet werden. Ein mittlerer Verdünnungsgrad wird im Allgemeinen zu den vorbestimmten Zonenarten führen, die auf den Arten der Freisetzungsquellen beruhen. Ein hoher Verdünnungsgrad wird eine nicht so strenge Einstufung zulassen, z. B. Zone 1 anstelle von Zone 0, Zone 2 anstelle von Zone 1 und in manchen Fällen sogar Zone von vernachlässigbarer Ausdehnung (NE). Andererseits wird ein geringer Verdünnungsgrad eine strengere Einstufung erfordern (siehe [Anhang D](#)).

7.4 Einfluss der Verfügbarkeit der Lüftung

Die Verfügbarkeit der Lüftung hat einen Einfluss auf das Vorhandensein oder die Bildung einer explosionsfähigen Gasatmosphäre und damit auch auf die Art der Zone. So wie sich die Verfügbarkeit oder Zuverlässigkeit der Lüftung verringert, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass sich die brennbaren Atmosphären nicht verteilen. Die Zoneneinteilung wird dahin tendieren, strenger zu werden, d. h. aus einer Zone 2 wird eine Zone 1 oder sogar Zone 0. Ein Leitfaden zur Beurteilung der Verfügbarkeit ist im [Anhang D](#) enthalten.

ANMERKUNG Werden die Konzepte von Lüftungsgrad und Verfügbarkeitsgrad miteinander kombiniert, ergibt sich eine qualitative Methode zur Bewertung der Art einer Zone (dies wird im [Anhang D](#) weiter erklärt).

8 Ausdehnung einer Zone

Die Ausdehnung der Zone hängt von der abgeschätzten oder berechneten Entfernung ab, über die eine explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist, bevor sie sich in der Luft auf eine Konzentration unterhalb ihrer unteren Brennbarkeitsgrenze abschwächt. Die Bestimmung der Ausdehnung der Zone sollte das Niveau der Unsicherheit bei der Beurteilung durch die Anwendung eines Sicherheitsfaktors berücksichtigen. Für die Beurteilung der Ausbreitungsfläche des Gases oder des Dampfes vor dem Verdünnen unterhalb seiner unteren Brennbarkeitsgrenze sollte Rat von Fachleuten eingeholt werden.

Es sollte immer die Möglichkeit in Erwägung gezogen werden, dass ein Gas, das schwerer als Luft ist, in Bereiche unterhalb der Bodengleichheit fließen kann (z. B. in Gruben oder Vertiefungen) und dass ein Gas, das leichter als Luft ist, auf höherer Ebene zurückgehalten werden kann (z. B. in einem Dachraum).

Liegt die Freisetzungsquelle außerhalb eines Bereiches oder in einem angrenzenden Bereich, kann das Eindringen einer bedeutsamen Menge an brennbarem Gas oder Dampf in den Bereich verhindert werden durch geeignete Maßnahmen, wie z. B.:

a) physische Barrieren;

ANMERKUNG Ein Beispiel für eine physikalische Barriere ist eine Wand oder ein anderes Hindernis, das den Durchgang von Gas oder Dampf bei atmosphärischen Druck begrenzt, wodurch die Anhäufung einer brennbaren Atmosphäre verhindert wird.

- b) Aufrechterhaltung eines ausreichenden Überdruckes in einem Bereich in Bezug auf die angrenzenden explosionsgefährdeten Bereiche, um so das Eindringen der explosionsfähigen Gasatmosphäre zu verhindern;
- c) Spülen der Zone mit einem ausreichend starken Frischluftstrom, damit sichergestellt ist, dass Luft aus allen Öffnungen entweicht, in die die brennbaren Gase oder Dämpfe eindringen könnten.

Die Ausdehnung der Zone erfordert die Beurteilung einer Anzahl von chemischen und physikalischen Parametern, bei denen es sich zum Teil um dem brennbaren Stoff innewohnende Eigenschaften handelt; andere sind spezifisch für die Gegebenheiten (siehe auch [Abschnitte 6 und 7](#)).

Für Freisetzungen mit begrenztem Volumen kann für eine laufende Freisetzung ein kleinerer Abstand zugelassen werden.

Unter manchen Bedingungen können sich Gase und Dämpfe, die schwerer als Luft sind, wie eine verschüttete Flüssigkeit verhalten und sich über ein Geländegefälle hinab, durch Abwasserleitungen von Anlagen oder in Rohrleitungskanälen ausbreiten und dann an einer vom ursprünglichen Ort der Leckage entfernten Stelle entzündet werden, wodurch eine Gefahr für einen großen Bereich der Anlage entsteht (siehe [B.6](#)). Die Ausführung der Anlage sollte, wo möglich, so geplant werden, dass eine schnelle Verteilung der explosionsfähigen Gasatmosphäre unterstützt wird.

Ein Bereich mit eingeschränkter Lüftung (z. B. in Gruben oder Gräben), der sonst Zone 2 wäre, könnte die Einstufung als Zone 1 notwendig machen; andererseits erfordern ausgedehnte flache Landsenken, die für Pumpenkomplexe oder für Rohrleitungen genutzt werden, in der Regel keine derart strenge Handhabung.

9 Dokumentation

9.1 Allgemeines

Es wird empfohlen, dass die verschiedenen Schritte zur Durchführung der Zoneneinteilung und die benutzten Informationen und Annahmen vollständig dokumentiert werden. Das Dokument zur Zoneneinteilung sollte ein lebendes Dokument sein und die zur Zoneneinteilung benutzte Methode enthalten und sollte während jeder Anlagenänderung überarbeitet werden. Alle verwendeten maßgeblichen Informationen sollten dabei aufgeführt werden. Beispiele von derartigen Informationen oder einer angewandten Methode sind:

- a) Empfehlungen aus einschlägigen Regelwerken und Normen;
- b) Dispersionseigenschaften von Gasen und Dämpfen sowie Berechnungen;
- c) eine Untersuchung der Lüftungsmerkmale in Bezug auf die Freisetzungssparameter brennbarer Stoffe, um die Wirksamkeit der Lüftung beurteilen zu können;
- d) die Eigenschaften sämtlicher in der Anlage verwendeten Prozessstoffe (siehe IEC 60079-20-1), die einschließen können:
 - Molekülmasse;
 - Flammpunkt;
 - Siedepunkt;
 - niedrigste Entzündungstemperatur;
 - Dampfdruck;
 - Dampfdichte;
 - Brennbarkeitsgrenzen;
 - Gerätegruppe und Temperaturklasse.

Ein vorgeschlagenes Format für die Auflistung der Stoffe ist in [Tabelle A.1](#) angegeben und ein Format für die Ergebnisse der Untersuchung zur Zoneneinteilung sowie sämtlicher späteren Abänderungen ist in [Tabelle A.2](#) angegeben.

Es ist notwendig, die Informationsquelle (Regeln, nationale Norm, Berechnung) aufzuzeichnen, so dass bei nachfolgenden Überprüfungen die Philosophie, die verwendet wurde, für das Zoneneinteilungsteam klar ist.

9.2 Zeichnungen, Datenblätter und Tabellen

Die Dokumente zur Zoneneinteilung können in Papier oder elektronisch erstellt werden und sollten Lagepläne und Höhenangaben enthalten oder dreidimensionale Modelle, falls angebracht, aus denen sowohl die Art und Ausdehnung der Zonen als auch die Gerätegruppe, Zündtemperatur und/oder die Temperaturklasse hervorgehen.

Wird die Ausdehnung der Zonen durch die Topographie eines Bereiches beeinflusst, sollte das dokumentiert werden.

Die Dokumente sollten auch weitere relevante Informationen enthalten, wie z. B.:

- a) den Ort und die Kennzeichnung der Freisetzungsquellen. Bei großen und komplexen Anlagen oder Prozessbereichen kann es hilfreich sein, die Freisetzungsquellen aufzulisten oder zu nummerieren, um den Querverweis zwischen den Datenblättern der Zoneneinteilung und den Zeichnungen zu erleichtern;
- b) die Lage von Öffnungen in Bauwerken (z. B. Türen, Fenster und Ein- und -austrittsöffnungen von Luft für die Lüftung).

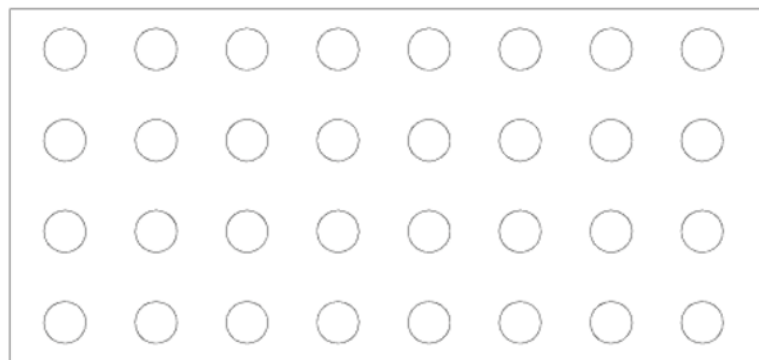
Die im [Bild A.1](#) dargestellten Symbole für die Zoneneinteilung sollten bevorzugt verwendet werden. Auf jeder Zeichnung muss immer eine Legende der Symbole vorhanden sein. Es können unterschiedliche Symbole notwendig sein, wenn mehrere Gerätegruppen und/oder Temperaturklassen innerhalb der gleichen Zonenart (z. B. Zone 2 IIC T1 und Zone 2 IIA T3) erforderlich sind.

Anhang A (informativ)

Vorgeschlagenes Dokumentationsformat für explosionsgefährdete Bereiche

A.1 Zonen explosionsgefährdeter Bereiche – bevorzugte Darstellungsweise

Bild A.1 zeigt die bevorzugten Symbole für Zonen explosionsgefährdeter Bereiche.



Zone 0



Zone 1



Zone 2

Bild A.1 – Bevorzugte Darstellungsweise für Zonen explosionsgefährdeter Bereiche

Tabelle A.1 – Datenblatt für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche – Teil I: Liste der brennbaren Stoffe und Kennwerte

[illegible]

Tabelle A.2 – Datenblatt für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche – Teil II: Liste der Freisetzungsquellen

Anlage:															Referenz-Zeichnung:	
Bereich:																
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12	13	14	15	16
Beschreibung	Freisetzungsquelle					Referenz ^b	Brennbarer Stoff		Zustand ^c	Art ^d	Verdünnungsgrad ^e	Verfügbarkeit ^e	Explosionsgefährdeter Bereich			Sonstige Angaben und/oder Bemerkungen
	Örtlichkeit	Freisetzungsgrad ^a	Freisetzungsrate kg/s	Freisetzungseigenschaft m³/s	Betriebstemperatur und Druck		Art der Zone 0-1-2	Zonenausdehnung m					Verweis ^f			
					°C			kPa						Vertikal	Horizontal	

^a C – ständig; P – primär; S – sekundär.

^b Gibt die Listenummer von Teil I an.

^c G – Gas; L – Flüssigkeit; LG – Flüssiggas; S – Feststoff.

^d N – natürlich; AG – technisch allgemein; AL – technisch örtlich.

^e Siehe IEC 60079-10-1, [Anhang C](#).

^f Angabe des Kennzeichnungsbezuges, wenn verwendet, oder Berechnungsbezug.