

	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 (VDE 0165-101):2004-08 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 10-1: Einteilung der Bereiche – Gasexplosionsgefährdete Bereiche (IEC 60079-10-1:2008); Deutsche Fassung EN 60079-10-1:2009 Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres (IEC 60079-10-1:2008); German version EN 60079-10-1:2009 Atmosphères explosives – Partie 10-1: Classement des emplacements – Atmosphères explosives gazeuses (CEI 60079-10-1:2008); Version allemande EN 60079-10-1:2009 Gesamtumfang 74 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

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

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2009-03-01 angenommene EN 60079-10-1 gilt als DIN-Norm ab 2009-10-01.

Daneben darf **DIN EN 60079-10 (VDE 0165-101):2004-08** noch bis 2012-03-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60079-10-1 (VDE 0165-101):2007-11.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 235 „Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im 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 (maintenance result 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.

Diese erste Ausgabe der IEC 60079-10-1 ersetzt die 2002 veröffentlichte vierte Ausgabe von IEC 60079-10, die damit zurückgezogen wird. Sie stellt eine technische Revision dar.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60079-10 (VDE 0165-101):2004-08** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einführung von Unterabschnitt A.3 (Freisetzungsrate), der thermodynamische Gleichungen für die Freisetzungsrate mit einer Anzahl von Beispielen für die Abschätzung der Freisetzungsrate von Flüssigkeiten und Gasen gibt;
- b) Einführung von Anhang D, der sich mit den Explosionsgefahren befasst, die durch Freisetzung von brennbaren Nebeln von unter Druck stehenden Flüssigkeiten mit hohem Flammpunkt erzeugt werden;
- c) Änderung der Teil-Nummer (10-1 statt 10).

Frühere Ausgaben

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

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
	IEC 60050-426:2008	–	–
Normen der Reihe EN 60079	Normen der Reihe IEC 60079	Normen der Reihe DIN EN 60079 (VDE 0170)	Normen der Reihe VDE 0170
EN 60079-0:2006	IEC 60079-0:2004, modifiziert	DIN EN 60079-0 (VDE 0170-1): 2007-05	VDE 0170-1
–	IEC 60079-4A	–	–
–	IEC 60079-4:1975	–	–
–	IEC 60079-4: 1975/A1:1995	–	–
EN 60079-10	IEC 60079-10	DIN EN 60079-10 (VDE 0165-101)	VDE 0165-101
–	IEC 60079-10-2	–	–
EN 60079-14	IEC 60079-14	DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1)	VDE 0165-1
–	IEC 60079-20	–	–
EN 61241-10	IEC 61241-10	DIN EN 61241-10 (VDE 0165-102)	VDE 0165-102

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60079 (VDE 0170) (Normen der Reihe), *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche*
DIN EN 60079-0 (VDE 0170-1):2007-05, *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 0: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 60079-10 (VDE 0165-101), *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 10: Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche*

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

DIN EN 61241-10 (VDE 0165-102), *Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub – Teil 10: Einteilung von staubexplosionsgefährdeten Bereichen*

– Leerseite –

**Explosionsfähige Atmosphäre –
Teil 10-1: Einteilung der Bereiche –
Gasexplosionsgefährdete Bereiche**
(IEC 60079-10-1:2008)

Explosive atmospheres –
Part 10-1: Classification of areas –
Explosive gas atmospheres
(IEC 60079-10-1:2008)

Atmosphères explosives –
Partie 10-1: Classement des emplacements –
Atmosphères explosives gazeuses
(CEI 60079-10-1:2008)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2009-03-01 angenommen. Die 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

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

CENELEC

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

Zentralsekretariat: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 31J/159/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 60079-10-1, ausgearbeitet von dem SC 31J „Classification of hazardous areas and installation requirements“ des IEC/TC 31 „Equipment for explosive atmospheres“ wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2009-03-01 als EN 60079-10-1 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 60079-10:2003.

Gegenüber EN 60079-10:2003 wurden folgende wesentlichen technischen Änderungen vorgenommen:

- Einführung von Anhang D, der sich mit den Explosionsgefahren befasst, die durch Freisetzung von brennbaren Nebeln von unter Druck stehenden Flüssigkeiten mit hohem Flammpunkt erzeugt werden;
- Einführung von Abschnitt A.3 (Freisetzungsrates), der thermodynamische Gleichungen für die Freisetzungsrates mit einer Anzahl von Beispielen für die Abschätzung der Freisetzungsrates von Flüssigkeiten und Gasen gibt.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2009-12-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2012-03-01

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60079-10-1:2008 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Allgemeines	9
4.1 Sicherheitsgrundsätze	9
4.2 Ziele der Zoneneinteilung	10
5 Verfahren zur Zoneneinteilung	11
5.1 Allgemeines	11
5.2 Freisetzungsquellen	11
5.3 Art der Zone	12
5.4 Ausdehnung der Zone	12
6 Lüftung.....	16
6.1 Allgemeines	16
6.2 Hauptarten der Lüftung.....	16
6.3 Lüftungsgrad.....	16
6.4 Verfügbarkeit der Lüftung	16
7 Dokumentation	16
7.1 Allgemeines	16
7.2 Zeichnungen, Datenblätter und Tabellen	17
Anhang A (informativ) Beispiele für Freisetzungsquellen und Freisetzungsraten.....	18
Anhang B (informativ) Lüftung	25
Anhang C (informativ) Beispiele für die Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche	42
Anhang D (informativ) Brennbare Nebel.....	65
Literaturhinweise.....	68
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	69
Anhang ZB (informativ) ATEX Kategorien und Geräteschutzniveaus (EPLs).....	70
 Bild C.1 – Bevorzugte Darstellungsweise für Zonen in explosionsgefährdeten Bereichen.....	 43
Bild C.2 – Schematische Näherung für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche	64
 Tabelle A.1 – Auswirkungen von Öffnungen auf den Freisetzungsgrad	 19
Tabelle B.1 – Einfluss unabhängiger Lüftung auf die Art der Zone	33
Tabelle B.2 – Verfahren für die Zusammenfassung von mehreren Freisetzungen innerhalb von V_0	34
Tabelle B.3 – Verfahren für die Zusammenfassung von mehrfachen Freisetzungen primären Grades	34

	Seite
Tabelle C.1 – Datenblatt zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche – Teil I: Liste brennbarer Substanzen und Kennwerte	62
Tabelle C.2 – Datenblatt zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche – Teil II: Liste der Freisetzungsquellen	63

Einleitung

In Bereichen, in denen brennbare Gase oder Dämpfe in gefährdender 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 eine derartige Gefahr verringert werden kann.

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 (siehe Anmerkungen 1, 2 und 3) auftreten können, welche dann als Grundlage zur Unterstützung bei der zweckmäßigen Auswahl und Installation von Geräten in explosionsgefährdeten Bereichen verwendet werden kann.

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 unter normalen atmosphärischen Bedingungen (siehe Anmerkung 4), sie gilt jedoch nicht für:

- a) schlagwettergefährdete Bergwerke;
- b) die Verarbeitung und Herstellung von Sprengstoffen;
- c) Bereiche, in denen es durch zündfähige Stäube oder Fasern zur Gefährdung kommen kann (siehe [IEC 61241-10](#)/IEC 60079-10-2);
- d) extreme Funktionsstörungen, die über das Konzept der in dieser Norm behandelten anomalen Situationen hinausgehen (siehe Anmerkung 5);
- e) Räume, die für medizinische Zwecke benutzt werden;
- f) häusliche Räumlichkeiten.

In dieser Norm werden die Auswirkungen von Folgeschäden nicht berücksichtigt.

Es werden Begriffsdefinitionen und -erklärungen zusammen mit den wichtigsten Grundsätzen und Verfahren zur Einteilung gefährdeter Bereiche gegeben.

Detaillierte Empfehlungen zur Ausdehnung von gefährdeten Bereichen in speziellen Industriebereichen oder bei speziellen Anwendungen können den für diese Anwendungen geltenden nationalen und gewerblichen Regelwerken entnommen werden.

ANMERKUNG 1 Brennbare Nebel können sich zur gleichen Zeit bilden oder vorhanden sein wie brennbare Dämpfe. Flüssigkeiten, die im Sinne dieser Norm als nicht gefährlich angesehen werden (wegen ihres Flammpunkts), können auch brennbare Nebel bilden, wenn sie unter Druck freigesetzt werden. In derartigen Fällen braucht die strikte Anwendung der Zoneneinteilung für Gase und Dämpfe als Grundlage für die Auswahl von Betriebsmitteln nicht unbedingt zweckmäßig zu sein.

Informationen über brennbare Nebel finden sich in [Anhang D](#).

ANMERKUNG 2 Die Anwendung der [IEC 60079-14](#) für die Auswahl von Geräten und Installationen wird für Nebelgefahren nicht gefordert.

ANMERKUNG 3 Für die Anwendung dieser Norm ist eine Zone ein dreidimensionales Gebiet oder Raum.

ANMERKUNG 4 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.

ANMERKUNG 5 Der Begriff extreme Funktionsstörung wird hier z. B. für das Bersten eines Prozessbehälters oder einer Rohrleitung verwendet sowie für sonstige, nicht vorhersagbare Ereignisse.

ANMERKUNG 6 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 kann zur Beurteilung im Hinblick auf andere Zündquellen verwendet werden.

2 Normative Verweisungen

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

IEC 60050-426, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 426: Electrical apparatus for explosive atmospheres*

IEC 60079-0, *Explosive Atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

IEC 60079-4, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 4: Method of test for ignition temperature*

IEC 60079-4A, *First supplement to IEC 60079-4 (1966), Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 4: Method for test for ignition temperature*

IEC 60079-20, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 20: Data for flammable gases and vapours, relating to the use of electrical apparatus*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in **IEC 60079-0** angegebenen Begriffe und die folgenden.

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 Schwebstoffen, das nach einer Zündung eine sich selbst unterhaltende Flammenausbreitung ermöglicht

[IEC 60079-0, Begriff 3.22]^{N1)}

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

[IEC 60079-0, Begriff 3.24]^{N1)}

ANMERKUNG 1 Obwohl ein Gemisch, dessen Konzentration über der oberen Explosionsgrenze (OEG) liegt, keine explosionsfähige Gasatmosphäre ist, kann es sich leicht in eine solche verwandeln, und es ist deshalb in bestimmten Fällen für Zwecke der Zoneneinteilung angezeigt, dieses Gemisch als explosionsfähige Gasatmosphäre zu betrachten.

ANMERKUNG 2 Es gibt einige Gase, die bei der Konzentration von 100 % explosionsfähig sind.

^{N1)} Die an dieser Stelle zitierte IEC 60079-0:2007-10, wurde im englischen Text nicht datiert. Diese Publikation wurde zum Termin der Drucklegung dieser Norm europäisch noch nicht umgesetzt.

3.3

explosionsgefährdeter Bereich

ein 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

3.4

nicht gefährdeter Bereich

ein 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

3.5

Zonen

gefährdete Bereiche werden nach der Häufigkeit des Auftretens und der Dauer des Vorhandenseins einer explosionsfähigen Gasatmosphäre wie folgt in Zonen aufgeteilt:

3.6

Zone 0

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

3.7

Zone 1

ein Bereich, in dem damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre im Normalbetrieb gelegentlich auftritt

3.8

Zone 2

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

[IEV 426-03-05]

ANMERKUNG Hinweise zur Häufigkeit des Auftretens und der Dauer können aus Anleitungen für spezielle Industriebereiche oder Anwendungen entnommen werden.

3.9

Freisetzungsquelle

ein 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

[IEV 426-03-06, modifiziert]

3.10

Freisetzungsgrade

es gibt die drei folgenden grundlegenden Freisetzungsgrade entsprechend der abnehmenden Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein einer explosionsfähigen Gasatmosphäre:

- a) ständiger Grad;
- b) primärer Grad;
- c) sekundärer Grad.

Eine Freisetzungsquelle kann jeden dieser Freisetzungsgrade oder eine Kombination von mehreren Freisetzungsgraden hervorrufen

3.11

ständiger Freisetzungsgrad

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

3.12

primärer Freisetungsgrad

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

3.13

sekundärer Freisetungsgrad

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

3.14

Freisetzungsrate

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

3.15

Normalbetrieb

Normalbetrieb liegt vor, wenn das Gerät innerhalb seiner Auslegungsparameter arbeitet

ANMERKUNG 1 Geringfügigere Freisetzen eines brennbaren Stoffes können zum Normalbetrieb gehören. Als geringfügigere Freisetzung gilt z. B. die Freisetzung aus Dichtungen, die von dem gepumpten Medium benetzt werden müssen.

ANMERKUNG 2 Störungen (z. B. Bruch von Pumpendichtungen, Flanschdichtungen oder bei Pannen freigesetzte Stoffe), die die dringende Instandsetzung oder Stillsetzung der Anlage erforderlich machen, liegen weder im Rahmen des Normalbetriebs noch werden sie als extrem angesehen.

ANMERKUNG 3 Normalbetrieb schließt Anfahr- und Abschaltvorgänge ein.

3.16

Lüftung

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

3.17

untere Explosionsgrenze (UEG)

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

[IEV 426-02-09]

3.18

obere Explosionsgrenze (OEG)

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

[IEV 426-02-10]

3.19

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)

3.20

brennbares Material (brennbarer Stoff)

Material, das selbst brennbar ist oder brennbares Gas, brennbaren Dampf oder Nebel erzeugen kann

3.21

brennbare Flüssigkeit

Flüssigkeit, die unter irgendwelchen vorhersehbaren Betriebsbedingungen brennbaren Dampf erzeugen kann

ANMERKUNG Beispiel einer vorhersehbaren Betriebsbedingung ist ein Zustand, bei dem die brennbare Flüssigkeit bei Temperaturen nahe dem oder oberhalb ihres Flammpunktes gehandhabt wird.

3.22

brennbares Gas oder brennbarer Dampf

Gase oder Dämpfe, die in bestimmten Mischungsverhältnissen mit Luft eine explosionsfähige Gasatmosphäre bilden

3.23

brennbarer Nebel

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

3.24

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

3.25

Siedepunkt

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

ANMERKUNG 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.

3.26

Dampfdruck

Druck, der ausgeübt wird, wenn sich ein Feststoff oder eine Flüssigkeit im Gleichgewicht mit dem eigenen Dampf befindet. Er ist eine Funktion des Stoffes und der Temperatur

3.27

Zündtemperatur einer explosionsfähigen Gasatmosphäre

niedrigste Temperatur einer erhitzten Oberfläche, an der unter festgelegten Bedingungen nach IEC 60079-4 ein brennbarer Stoff in Form von Gas oder Dampf im Gemisch mit Luft gezündet wird

[IEC 60079-0, Begriff 3.26]^{N1)}

3.28

Zonenausdehnung

Entfernung in beliebiger Richtung von der Freisetzungsquelle bis zu der Stelle, an der das Gas/Luft-Gemisch durch Luft auf einen Wert unterhalb der unteren Explosionsgrenze verdünnt worden ist

3.29

verflüssigtes brennbares Gas

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

4 Allgemeines

4.1 Sicherheitsgrundsätze

Anlagen, in denen brennbare Stoffe gehandhabt oder gelagert werden, müssen so konstruiert, betrieben und instand gehalten werden, dass jegliche Freisetzung von brennbarem Material und folglich die Größe der gefährdeten Bereiche sowohl bei Normalbetrieb wie auch anderweitig bezüglich der Häufigkeit, der Dauer und der Menge auf ein Minimum begrenzt wird.

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

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

Bei anderen Arbeiten als denen des Normalbetriebes, z. B. bei Inbetriebnahme oder Instandhaltung, kann die Zoneneinteilung nicht zutreffend sein. Es wird jedoch erwartet, dass das mit einem System zur Erteilung einer Arbeitserlaubnis bewältigt wird.

In einer Situation, bei der eine explosionsfähige Gasatmosphäre vorliegen kann, sind folgende Schritte zu unternehmen:

- 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 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 eine explosionsfähige Gasatmosphäre auftreten kann, um auf diese Weise die geeignete Auswahl und Installation von Geräten zu erleichtern. Die Klassifizierung berücksichtigt auch die Zündeigenschaften des Gases oder Dampfes wie die Zündenergie (Gasgruppe) und die Zündtemperatur (Temperaturklasse).

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 muss in Situationen, in denen eine hohe Wahrscheinlichkeit der Entstehung einer explosionsfähigen Gasatmosphäre besteht, darauf vertraut werden, dass Geräte verwendet werden, 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 Anschluss an die Zoneneinteilung darf 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. Die EPL-Anforderungen dürfen gegebenenfalls in die Dokumente und Zeichnungen der Zoneneinteilung übernommen werden, damit eine geeignete Auswahl von Betriebsmitteln möglich wird.

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

Der erste Schritt besteht in der Beurteilung dieser Wahrscheinlichkeit entsprechend den Definitionen von Zone 0, Zone 1 und Zone 2. Wenn dann die voraussichtliche Häufigkeit und Dauer der Freisetzung (und damit der Freisetzungsgrad), die Freisetzungsrate, Konzentration, Geschwindigkeit, Lüftung und die sonstigen, die Art und/oder Ausdehnung der Zone betreffenden Faktoren ermittelt wurden, stehen Ausgangswerte zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von explosionsfähigen Gasatmosphären in den umgebenden Bereichen zur Verfügung.

Dieses Herangehen erfordert somit die eingehende Betrachtung jedes einzelnen Teils der Prozessanlage, das brennbaren Stoff enthält und deshalb eine Freisetzungsquelle sein könnte.

Vor allem sollten Bereiche der Zone 0 oder der Zone 1 von deren Anzahl und Umfang her durch entsprechende konstruktive Maßnahmen oder geeignete Betriebsverfahren minimiert werden. Mit anderen Worten, Anlagen sollten sich hauptsächlich in Zone 2 oder nicht gefährdeten Bereichen befinden. Ist die Freisetzung

brennbarer Stoffe unvermeidbar, sollten die Prozessanlagenteile im Wesentlichen auf diejenigen mit sekundären Freisetzungsgraden beschränkt werden, oder falls das nicht möglich ist (d. h., wenn primäre oder ständige Freisetzungsgrade unvermeidbar sind), sollte die Freisetzung auf kleine Mengen und Raten begrenzt sein. Diese Grundsätze sollten bei der Zoneneinteilung 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 Material, die in die Atmosphäre gelangen kann, minimiert wird, um die Ausdehnung des gefährdeten Bereiches so klein wie möglich zu halten.

Sobald eine Anlage in Zonen eingeteilt wurde und die erforderlichen Aufzeichnungen erfolgt sind, ist es wichtig, dass keine Veränderungen an der Ausrüstung oder den Betriebsverfahren ohne vorherige Erörterung mit den für die Zoneneinteilung verantwortlichen Personen vorgenommen werden. Nicht genehmigte Änderungen können die Zoneneinteilung unwirksam machen. Es ist notwendig sicherzustellen, dass alle Ausrüstungsteile, die Auswirkungen auf die Zoneneinteilung haben und die Instandhaltungsmaßnahmen unterzogen wurden, während dieser und nach Wiederausbau sorgfältig geprüft werden, um sicherzustellen, dass die ursprüngliche Konstruktion, soweit sie die Sicherheit betrifft, wiederhergestellt ist, bevor der Betrieb wieder aufgenommen wird.

5 Verfahren zur Zoneneinteilung

5.1 Allgemeines

Die Zoneneinteilung sollte von Personen vorgenommen werden, die Kenntnis von der Bedeutung und Wichtigkeit der Eigenschaften von brennbaren Stoffen haben, und denen, die mit dem Prozess und den Geräten vertraut sind, zusammen mit sicherheits-, elektro-, maschinentechnischem und sonstigem ingenieurtechnischem Personal.

Die nachfolgenden Unterabschnitte geben eine Anleitung zum Verfahren für die Einteilung von Bereichen, in denen sich eine explosionsfähige Gasatmosphäre bilden kann. Im [Bild C.2](#) ist ein Beispiel einer schematischen Herangehensweise bei der Einteilung gefährdeter Bereiche dargestellt.

Die Zoneneinteilung sollte vorgenommen werden, sobald die anfänglichen R- und I-Schemata und Lagepläne zur Verfügung stehen und vor Inbetriebnahme der Anlage bestätigt werden. Während der Lebensdauer der Anlage sollten Überprüfungen vorgenommen werden.

5.2 Freisetzungsquellen

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

Da nur dann eine explosionsfähige Gasatmosphäre vorliegen kann, wenn brennbare Gase oder Dämpfe zusammen mit Luft vorhanden sind, muss festgestellt werden, ob irgendeiner dieser brennbaren Stoffe in dem betreffenden Bereich vorkommen kann. Allgemein bedeutet das, dass derartige Gase und Dämpfe (und ebenso brennbare Flüssigkeiten und Feststoffe, 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.

Jedes Teil der Prozessanlage (z. B. Tank, Pumpe, Rohrleitung, Behälter usw.) sollte zunächst als potentielle Freisetzungsquelle von brennbarem Stoff betrachtet werden. Wenn das Teil vorhersehbar keinen brennbaren Stoff enthalten kann, wird dieses Teil mit Sicherheit auch keinen gefährdeten Bereich um sich herum erzeugen. Dasselbe gilt, wenn das Teil zwar brennbaren Stoff enthält, diesen jedoch nicht an die Atmosphäre abgeben kann (z. B. kommen vollgeschweißte Rohrleitungen nicht als Freisetzungsquelle in Betracht).

Wenn feststeht, dass das Teil brennbaren Stoff in die Atmosphäre freisetzen kann, muss zunächst der Freisetzungsgrad definitionsgemäß durch Ermittlung der mutmaßlichen Häufigkeit und Dauer der Freisetzung bestimmt werden. Bei der Zoneneinteilung sollte außerdem das Öffnen von Teilen geschlossener Prozess-

systeme (z. B. bei Filterwechsel oder Chargenbeschickung) als Freisetzungsquelle berücksichtigt werden. Mit Hilfe dieses Verfahrens wird jede Freisetzung als „ständig“, „primär“ oder „sekundär“ eingestuft.

Nach Festlegung des Freisetzungsgrades müssen dann die Freisetzungsrate und die weiteren Faktoren, die die Art und die Ausdehnung der Zone beeinflussen können, bestimmt werden.

Wenn die Gesamtmenge des zur Freisetzung zur Verfügung stehenden brennbaren Materials „gering“ ist, z. B. im Laborgebrauch, braucht die angewendete Verfahrensweise bei der Zoneneinteilung nicht zweckmäßig zu sein, selbst wenn eine potentielle Gefährdung bestehen kann. In diesen Fällen müssen die zugehörigen besonderen Risiken berücksichtigt werden.

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

Nebel, die sich durch Flüssigkeitslecks bilden können, können auch dann brennbar sein, wenn die Flüssigkeitstemperatur unter dem Flammpunkt liegt. Es ist deshalb wichtig sicherzustellen, dass keine Nebelwolken entstehen (siehe [Anhang D](#)).

ANMERKUNG Obwohl Nebel als eine Form von Gefährdung angegeben sind, können die in der vorliegenden Norm angewendeten Bewertungskriterien für Gase und Dämpfe nicht für Nebel gelten.

5.3 Art der Zone

Die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins einer explosionsfähigen Gasatmosphäre und somit die Art der Zone hängen hauptsächlich vom Freisetzungsgrad und von der Lüftung ab. Dies wird als eine Zone angegeben. Als Zonen sind bekannt: Zone 0, Zone 1, Zone 2 und der nicht gefährdete Bereich.

ANMERKUNG 1 Normalerweise führt ein ständiger Freisetzungsgrad zu einer Zone 0, ein primärer Freisetzungsgrad zu einer Zone 1 und ein sekundärer Freisetzungsgrad zu einer Zone 2 (siehe [Anhang B](#)).

ANMERKUNG 2 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 Einteilung.

5.4 Ausdehnung der 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 Explosionsgrenze unter Einbeziehung eines entsprechenden Sicherheitsfaktors abschwächt. Für die Beurteilung der Ausbreitungsfläche des Gases oder der Dämpfe vor dem Verdünnen unterhalb ihrer unteren Explosionsgrenze sollte Rat von Fachleuten eingeholt werden.

Es sollte immer die Möglichkeit in Erwägung gezogen werden, dass ein schwereres Gas als Luft in Bereiche unterhalb der Bodenhöhe fließen kann (z. B. in Gruben oder Vertiefungen) und dass ein leichteres Gas als Luft auf höherer Ebene zurückgehalten werden kann (z. B. unter einem Dach).

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 durch folgende Maßnahmen verhindert werden:

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

Die Ausdehnung der Zone wird hauptsächlich durch die nachfolgenden chemischen und physikalischen Parameter bestimmt, bei denen es sich zum Teil um dem brennbaren Stoff innewohnende Eigenschaften

handelt; andere Parameter sind prozessspezifisch. Zur Vereinfachung wird bei der Wirkung jedes der unten genannten Parameter davon ausgegangen, dass die übrigen Parameter unverändert bleiben.

5.4.1 Freisetzungsrates von Gasen und Dämpfen

Je größer die Freisetzungsrates, desto größer die Ausdehnung der Zone. Die Freisetzungsrates selbst hängt von anderen Parametern ab, und zwar von:

a) der Geometrie der Freisetzungsquelle

Dies bezieht sich auf die physikalischen Merkmale der Freisetzungsquelle, z. B. eine offene Oberfläche, leckgeschlagener Flansch usw. (siehe [Anhang A](#)).

b) der Freisetzungsgeschwindigkeit

Bei einer gegebenen Freisetzungsquelle steigt die Freisetzungsrates mit der Freisetzungsgeschwindigkeit. Bei einem in dem Anlagenteil enthaltenen Produkt ist die Freisetzungsgeschwindigkeit abhängig vom Prozessdruck und von der Geometrie der Freisetzungsquelle. Die Größe einer Wolke aus brennbarem Gas oder Dampf wird von der Freisetzungsrates des brennbaren Dampfes und von der Dispersionsrate bestimmt. Mit hoher Geschwindigkeit aus einem Leck entweichende Gase und Dämpfe bilden einen kegelförmigen Strahl, der Luft mitreißt und sich selbst verdünnt. Die Ausdehnung der explosionsfähigen Gasatmosphäre ist nahezu unabhängig von der Windgeschwindigkeit. Wenn die Freisetzung der brennbaren Gase und Dämpfe mit geringer Geschwindigkeit erfolgt oder deren Geschwindigkeit durch Auftreffen auf einen festen Körper gebremst wird, werden sie vom Wind weitergetragen und ihre Verdünnung und Ausdehnung ist von der Windgeschwindigkeit abhängig.

c) der Konzentration

Die Freisetzungsrates steigt mit der Konzentration an brennbaren Dämpfen oder Gasen im freigesetzten Gemisch.

d) der Flüchtigkeit einer brennbaren Flüssigkeit

Diese hängt in erster Linie vom Dampfdruck und der Enthalpie (Wärme) der Verdampfung ab. Ist der Dampfdruck nicht bekannt, können als Anhaltspunkt der Siedepunkt und der Flammpunkt herangezogen werden.

Eine explosionsfähige Gasatmosphäre kann nicht entstehen, wenn der Flammpunkt deutlich über der jeweiligen maximalen Temperatur der brennbaren Flüssigkeit liegt. Je niedriger der Flammpunkt ist, desto größer kann die Ausdehnung der Zone sein. Wird jedoch ein brennbarer Stoff auf eine solche Weise freigesetzt, dass Nebel entsteht (z. B. durch Sprühen), kann eine explosionsfähige Atmosphäre unterhalb des Flammpunktes des Stoffes entstehen.

ANMERKUNG 1 Flammpunkte von brennbaren Flüssigkeiten sind keine präzisen physikalischen Größen, besonders wenn es sich um Flüssigkeitsgemische handelt.

ANMERKUNG 2 Einige Flüssigkeiten (z. B. bestimmte halogenierte Kohlenwasserstoffe) haben keinen Flammpunkt, obwohl sie eine explosionsfähige Gasatmosphäre erzeugen können. In diesen Fällen sollte die Gleichgewichtstemperatur der Flüssigkeit, die der gesättigten Konzentration an der unteren Explosionsgrenze entspricht, mit der entsprechenden maximalen Flüssigkeitstemperatur verglichen werden.

e) der Flüssigkeitstemperatur

Der Dampfdruck steigt mit der Temperatur und erhöht damit die Freisetzungsrates durch Verdampfung.

ANMERKUNG Die Temperatur der Flüssigkeit kann nach deren Freisetzung erhöht werden, z. B. durch eine heiße Oberfläche oder eine hohe Umgebungstemperatur.

5.4.2 Untere Explosionsgrenze (UEG)

Für ein gegebenes Freisetzungsvolumen gilt, je niedriger die UEG, desto größer ist die Ausdehnung der Zone.

ANMERKUNG Die Erfahrung hat gezeigt, dass freigesetztes Ammoniak mit einer UEG von 15 Volumenprozent sich oft in der freien Luft schnell verteilt, so dass die explosionsfähige Gasatmosphäre in den meisten Fällen eine zu vernachlässigende Ausdehnung hat.

5.4.3 Lüftung

Verstärkte Lüftung verringert normalerweise die Ausdehnung der Zone. Hindernisse, die einer Lüftung im Wege stehen, können die Ausdehnung der Zone vergrößern. Andererseits können einige Hindernisse, z. B. Dämme, Mauern oder Gebäudedecken, ihre Ausdehnung begrenzen.

ANMERKUNG 1 Eine Halle mit großem Dachlüfter und ausreichend offenen Seitenwänden, die freien Luftdurchgang durch alle Teile des Gebäudes gewähren, wird als gut belüftet beurteilt und sollte als Freifläche behandelt werden (d. h. „mittlerer“ Lüftungsgrad und „gute“ Verfügbarkeit).

ANMERKUNG 2 Zunehmende Luftbewegung kann wegen der erhöhten Verdampfung an der offenen Flüssigkeitsoberfläche auch die Freisetzungsrates erhöhen.

5.4.4 Relative Dichte des freigesetzten Gases oder Dampfes

Ist das Gas oder der Dampf deutlich leichter als Luft, neigt es/er dazu, nach oben zu steigen. Ist es/er deutlich schwerer, neigt es/er dazu, sich am Boden zu sammeln. Die horizontale Ausdehnung der Zone am Boden steigt mit zunehmender relativer Dichte, und die vertikale Ausdehnung über der Quelle steigt mit abnehmender relativer Dichte.

ANMERKUNG 1 Für die Anwendung in der Praxis werden Gase oder Dämpfe, deren relative Dichte $< 0,8$ ist, als leichter als Luft betrachtet. Ist ihre relative Dichte $> 1,2$, gelten sie als schwerer als Luft. Zwischen diesen Werten sollten beide Möglichkeiten berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 2 Gase oder Dämpfe, die leichter sind als Luft, werden sich bei langsamem Entweichen ziemlich schnell nach oben verteilen; ein Dach wird jedoch unvermeidlich den darunter befindlichen Ausbreitungsbereich vergrößern. Erfolgt das Entweichen bei hoher Geschwindigkeit in einem freien Strahl, kann sich die Entfernung vergrößern, über den das Gas-/Luftgemisch oberhalb seiner unteren Explosionsgrenze bleibt, obwohl mitgerissene Luft das Gas oder den Dampf verdünnt. Bei Gasen, die leichter als Luft sind, kann eine Freisetzung bei hohem Druck das Gas abkühlen und damit eine Erhöhung der relativen Dichte verursachen. Die Freisetzung kann sich anfänglich wie schwerer als Luft verhalten, bis der normale Auftrieb zurückgekehrt ist.

ANMERKUNG 3 Gase oder Dämpfe, die schwerer sind als Luft, werden beim Entweichen mit geringer Geschwindigkeit dazu neigen, nach unten zu strömen, und können sich über eine erhebliche Entfernung über den Boden ausbreiten, bevor sie durch atmosphärische Diffusion sicher verteilt sind. Deshalb sind besonders die Topographie jedes betrachteten Orts und auch die Bereiche in der Umgebung zu berücksichtigen, um festzustellen, ob sich Gase oder Dämpfe in Hohlräumen ansammeln oder an Gefällestrecken auf darunter befindliche Ebenen abfließen könnten. Wenn das Entweichen bei hoher Geschwindigkeit in einem freien Strahl erfolgt, kann die Mischwirkung des Strahles durch Mitreißen von Luft das Gas-/Luftgemisch in einer viel kürzeren Entfernung unterhalb seiner unteren Explosionsgrenze verdünnen als beim Entweichen mit geringer Geschwindigkeit.

ANMERKUNG 4 Sorgfalt ist geboten bei der Einteilung solcher Bereiche, die tiefkalte brennbare Gase, wie verflüssigtes Erdgas, enthalten. Bei niedrigen Temperaturen können die abgegebenen Dämpfe schwerer als Luft sein, und bei Annäherung an die Umgebungstemperatur können sie leichter als Luft werden.

5.4.5 Weitere zu berücksichtigende Parameter

a) Klimatische Bedingungen

Die Verteilungsrate von Gas und Dampf in der Atmosphäre erhöht sich mit der Windgeschwindigkeit, jedoch ist eine Mindestgeschwindigkeit von 2 m/s bis 3 m/s erforderlich, um turbulente Diffusion auszulösen; unterhalb dieser Geschwindigkeit kommt es zur Schichtenbildung von Gas oder Dampf und die Entfernung für sichere Verdünnung ist deutlich vergrößert. In Anlagenbereichen, die durch große Kessel oder Gebäude geschützt sind, kann die Bewegungsgeschwindigkeit der Luft beträchtlich unterhalb der Windgeschwindigkeit liegen; die Behinderung der Luftbewegung durch Teile der Anlagen führt jedoch sogar bei niedrigen Windgeschwindigkeiten zur Bildung von Turbulenzen.

ANMERKUNG 1 Im Anhang B ([Unterabschnitt B.4](#)) wird die Windgeschwindigkeit von 0,5 m/s als dafür geeignet gehalten, die Raten zu bestimmen, bei denen die Lüftung im Freien einen freigesetzten brennbaren Stoff verdünnt. Dieser untere Wert der Windgeschwindigkeit eignet sich dafür, eine konservative Abschätzung zu erhalten, sogar dann, wenn deutlich zu erkennen ist, dass die Tendenz zur Schichtenbildung die Rechnung beeinträchtigen kann.

ANMERKUNG 2 In der üblichen Praxis wird das Bestreben zur Schichtenbildung bei der Zoneneinteilung nicht berücksichtigt, weil die Bedingungen, die zu dieser Schichtenbildung führen, selten sind und nur kurzzeitig auftreten. Wenn jedoch unter besonderen Umständen verlängerte Zeiträume mit verringerter Windgeschwindigkeit zu erwarten sind, dann sollte die Ausdehnung der Zone die zusätzliche Entfernung berücksichtigen, die für die Verteilung erforderlich ist.

b) Topographie

Einige Flüssigkeiten haben eine geringere Dichte als Wasser und sind mit diesem nicht leicht mischbar; derartige Flüssigkeiten können sich auf der Wasseroberfläche ausbreiten (unabhängig davon, ob auf dem Boden, in Entsorgungsleitungen von Anlagen oder in Rohrleitungskanälen) und dann an einer vom ursprünglichen Ort des Verschüttens weit entfernten Stelle entzündet werden, wodurch eine Gefahr für einen großen Bereich der Anlage entsteht.

Die Anlage sollte möglichst so geplant werden, dass ein schneller Abbau der explosionsfähigen Gasatmosphäre unterstützt wird. Bereiche mit eingeschränkter Lüftung (z. B. in Gruben oder Gräben), die sonst Zone 2 wären, können die Einteilung in Zone 1 notwendig machen; andererseits erfordern ausge dehnte flache Landsenken, die für Pumpenkomplexe oder für Rohrleitungen genutzt werden, in der Regel keine derart strenge Handhabung.

5.4.6 Erläuternde Beispiele

Anhang C enthält Beispiele, um die Prinzipien der Zoneneinteilung aufzuzeigen.

Parameter, die die Freisetzungsrates und damit die Ausdehnung der Zone beeinflussen können, sind für die unten angegebenen Fälle gezeigt:

a) Freisetzungsquelle: offene Flüssigkeitsoberfläche

In den meisten Fällen liegt die Temperatur der Flüssigkeit unter dem Siedepunkt, und die Dampffreisetzungsrates hängt hauptsächlich von folgenden Parametern ab:

- Flüssigkeitstemperatur;
- Dampfdruck der Flüssigkeit bei deren Oberflächentemperatur;
- Größe der Verdampfungsfläche;
- Lüftung und Luftbewegung.

b) Freisetzungsquelle: praktisch sofortige Verdampfung einer Flüssigkeit (z. B. von einem Strahl oder beim Versprühen)

Da die ausströmende Flüssigkeit hierbei praktisch augenblicklich verdampft, ist die Dampffreisetzungsrates gleich dem Volumenstrom der Flüssigkeit und hängt von folgenden Parametern ab:

- Flüssigkeitsdruck;
- Geometrie der Freisetzungsquelle.

Verdampft die Flüssigkeit nicht sofort, entsteht eine komplexe Situation, da durch Tröpfchen, Flüssigkeitsstrahlen und Flüssigkeitsansammlungen verschiedene Freisetzungsquellen entstehen können.

c) Freisetzungsquelle: Leckage eines Gasgemisches

Die Gasfreisetzungsrates wird durch folgende Parameter beeinflusst:

- in der gasenthaltenden Einrichtung herrschender Druck;
- Molekülmasse;
- Geometrie der Freisetzungsquelle;
- Konzentration des brennbaren Gases im freigesetzten Gemisch.

Für Beispiele für Freisetzungsquellen siehe [Anhang A](#).

6 Lüftung

6.1 Allgemeines

In die Atmosphäre freigesetzte Gase oder Dämpfe können durch Dispersion oder Diffusion in Luft verdünnt werden, bis deren Konzentration auf Werte unter der unteren Explosionsgrenze gesunken ist. Eine derartige Dispersion wird durch Lüftung, d. h. durch Luftbewegung, gefördert, wodurch die Atmosphäre in einem bestimmten Volumen um die Freisetzungsquelle herum durch Frischluft ersetzt wird. Geeignete Lüftungs-raten können auch das Beharren einer explosionsfähigen Gasatmosphäre verhindern und damit die Art der Zone beeinflussen.

6.2 Hauptarten der Lüftung

Die Lüftung kann durch Luftbewegung infolge von Wind und/oder Temperaturgefällen oder durch technische Mittel wie Lüfter erfolgen. So lassen sich zwei Hauptarten der Lüftung unterscheiden:

- a) natürliche Lüftung;
- b) mit technischen Mitteln herbeigeführte Lüftung, allgemein oder lokal.

6.3 Lüftungsgrad

Der wichtigste Faktor ist, dass der Grad der Lüftung oder die Lüftungsmenge der Art der Freisetzungsquellen und deren Freisetzungsraten angepasst ist. Das ist unabhängig von der Lüftungsart, ob es die Windgeschwindigkeit oder die Anzahl der Luftwechsel je Zeiteinheit ist. So lassen sich optimale Lüftungsbedingungen im explosionsgefährdeten Bereich erreichen, und je höher der Grad der Lüftung in Bezug auf die möglichen Freisetzungsraten ist, desto kleiner wird die Ausdehnung der entstehenden Zonen (explosionsgefährdeten Bereiche) sein, und in manchen Fällen wird sie zu vernachlässigen sein (nicht explosionsgefährdeter Bereich).

Praktische Beispiele als Anleitung zum Lüftungsgrad, der angewendet werden kann, sind im [Anhang B](#) angegeben.

6.4 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. Wie sich die Verfügbarkeit oder Zuverlässigkeit der Lüftung verringert, erhöht sich normalerweise die Art der Zone. Ein Leitfaden zur Beurteilung der Verfügbarkeit ist im [Anhang B](#) enthalten.

ANMERKUNG Werden die Konzepte von Lüftungsgrad und Verfügbarkeitsgrad miteinander kombiniert, ergibt sich eine quantitative Methode zur Bewertung der Art einer Zone (siehe [Anhang B](#)).

7 Dokumentation

7.1 Allgemeines

Es wird empfohlen, die Zoneneinteilung so vorzunehmen, dass die verschiedenen Schritte, die zur endgültigen Zoneneinteilung führen, entsprechend dokumentiert werden.

Alle verwendeten sachdienlichen Informationen sollten dabei aufgeführt werden. Beispiele von derartigen Informationen oder eines angewandten Verfahrens 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 Freisetzungsparameter brennbarer Stoffe, um beurteilen zu können, ob die Lüftung ausreichend ist.

Es sollten die Eigenschaften aufgeführt werden, die die Zoneneinteilung sämtlicher in der Anlage verwendeten Prozessmaterialien betreffen. Diese Eigenschaften können Molekülmasse, Flammpunkt, Siedepunkt, Entzündungstemperatur, Dampfdruck, Dampfdichte, Explosionsgrenzen, Gasgruppe und Temperaturklasse (IEC 60079-20) umfassen. Ein vorgeschlagenes Format für die Auflistung der Materialien ist in [Tabelle C.1](#) angegeben.

Die Ergebnisse der Untersuchung zur Zoneneinteilung sowie sämtliche späteren Abänderungen müssen dokumentiert werden. Ein vorgeschlagenes Format ist in [Tabelle C.2](#) angegeben.

7.2 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 Gasgruppe, Zündtemperatur und/oder die Temperaturklasse hervorgehen.

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

Die Dokumente sollten noch weitere Informationen enthalten, wie:

- a) die Position und 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 C.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)

Beispiele für Freisetzungsquellen und Freisetzungsraten

A.1 Prozessanlage

Die folgenden Beispiele sind nicht als streng verbindlich zu betrachten; sie müssen gegebenenfalls den besonderen Verfahrens- und Anlagenbedingungen angepasst werden. Es ist nötig zu beachten, dass einige Geräte mehrere Freisetzungsgrade aufweisen können.

A.1.1 Quellen mit ständigem Freisetzungsgrad

- a) Die Oberfläche einer brennbaren Flüssigkeit in einem Festdachtank mit ständiger Entlüftung in die Atmosphäre;
- b) die Oberfläche einer brennbaren Flüssigkeit, die ständig oder für längere Dauer der Atmosphäre ausgesetzt ist.

A.1.2 Quellen mit primärem Freisetzungsgrad

- a) Dichtungen von Pumpen, Kompressoren oder Ventilen, wenn bei Normalbetrieb eine Freisetzung von brennbaren Stoffen erwartet wird;
- b) Wasserablassstellen an Behältern mit brennbaren Flüssigkeiten, bei denen während des Ablassens von Wasser im Normalbetrieb brennbare Stoffe in die Atmosphäre entweichen können;
- c) Probenannahmestellen, bei denen im Normalbetrieb eine Freisetzung brennbarer Stoffe in die Atmosphäre erwartet wird;
- d) Entlastungsventile, Entlüftungsöffnungen und andere Öffnungen, bei denen im Normalbetrieb eine Freisetzung brennbarer Stoffe in die Atmosphäre erwartet wird.

A.1.3 Quellen mit sekundärem Freisetzungsgrad

- a) Dichtungen von Pumpen, Kompressoren und Ventilen, bei denen im Normalbetrieb der Geräte keine Freisetzung brennbarer Stoffe erwartet wird;
- b) Flansche, Verbindungen und Rohrarmaturen, bei denen im Normalbetrieb keine Freisetzung brennbarer Stoffe erwartet wird;
- c) Probenannahmestellen, bei denen im Normalbetrieb keine Freisetzung brennbarer Stoffe erwartet wird;
- d) Entlastungsventile, Entlüftungsöffnungen und andere Öffnungen, bei denen im Normalbetrieb keine Freisetzung brennbarer Stoffe in die Atmosphäre erwartet wird.

A.2 Öffnungen

Die folgenden Beispiele sind als nicht streng verbindlich zu betrachten; sie müssen gegebenenfalls den besonderen Situationen angepasst werden.

A.2.1 Öffnungen als mögliche Freisetzungsquellen

Öffnungen zwischen Bereichen sollten als mögliche Freisetzungsquellen angesehen werden. Der Freisetzungsgrad hängt ab von

- der Art der Zone des angrenzenden Bereiches;
- der Häufigkeit und Dauer der Öffnungszeiten;
- der Wirksamkeit von Dichtungen oder Verbindungen; und
- dem Druckunterschied zwischen den betreffenden Bereichen.

A.2.2 Einteilung der Öffnungen

Öffnungen werden in die Klassen A, B, C und D eingestuft, die folgende Merkmale aufweisen:

Typ A – Öffnungen, die nicht die für die Typen B, C oder D festgelegten Merkmale haben

Beispiele:

- offene Durchgänge für Zugangs- oder Versorgungszwecke. Beispiele für Versorgungszwecke sind z. B. Kanäle oder Rohre durch Wände, Decken und Böden;
- Öffnungen, die häufig geöffnet werden;
- ortsfeste Lüftungsauslässe in Räumen, Gebäuden und ähnliche Öffnungen der Typen B, C und D, die häufig oder langfristig geöffnet sind.

Typ B – Öffnungen, die normalerweise geschlossen sind (z. B. automatisches Schließen), nicht häufig geöffnet werden und gut schließen

Typ C – Öffnungen, die normalerweise geschlossen sind (z. B. automatisches Schließen), nicht häufig geöffnet werden und über den gesamten Umfang mit Abdichtmitteln versehen sind (z. B. mit einer Dichtung), oder zwei hintereinander angeordnete Öffnungen des Typs B mit voneinander unabhängigen automatischen Schließvorrichtungen

Typ D – Öffnungen, die normalerweise geschlossen sind entsprechend Typ C, die nur mit Hilfe spezieller Mittel oder in einem Notfall geöffnet werden können

Öffnungen vom Typ D sind wirksam abgedichtet, wie bei Versorgungsdurchlässen (z. B. Kanäle, Rohre), oder sie können eine Kombination aus einer hintereinander angeordneten, an einen explosionsgefährdeten Bereich angrenzenden Öffnung vom Typ C und einer Öffnung vom Typ B sein.

Tabelle A.1 – Auswirkungen von Öffnungen auf den Freisetzungsgrad

Zone stromaufwärts von der Öffnung	Öffnungstyp	Freisetzungsgrad von Öffnungen, die als Freisetzungsquellen betrachtet werden
Zone 0	A	Ständig
	B	(Ständig)/primär
	C	Sekundär
	D	Keine Freisetzung
Zone 1	A	Primär
	B	(Primär)/sekundär
	C	(Sekundär)/keine Freisetzung
	D	Keine Freisetzung
Zone 2	A	Sekundär
	B	(Sekundär)/keine Freisetzung
	C	Keine Freisetzung
	D	Keine Freisetzung
ANMERKUNG Bei den in Klammern angegebenen Freisetzungsgraden ist bei dem Entwurf zu berücksichtigen, wie häufig die Türen geöffnet werden.		