

	DIN EN 60079-10 (VDE 0165 Teil 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 Teil 101):1996-09 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 10: Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche (IEC 60079-10:2002); Deutsche Fassung EN 60079-10:2003 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 10: Classification of hazardous areas (IEC 60079-10:2002); German version EN 60079-10:2003 Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 10: Classement des emplacements dangereuses (CEI 60079-10:2002); Version allemande EN 60079-10:2003 Gesamtumfang 61 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2002-12-01 angenommene EN 60079-10 gilt als DIN-Norm ab 2004-08-01.

Daneben darf **DIN EN 60079-10 (VDE 0165 Teil 101):1996-09** noch bis 2005-12-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60079-10 (VDE 0165 Teil 101):2002-10.

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 235 „Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE 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 zum Jahr 2007 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60079-10 (VDE 0165 Teil 101):1996-09** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) 3.1: Präzisierung der Sicherheitsgrundsätze;
- b) 4.1: Erweiterung des Ausbildungsspektrums des einzubindenden Personals und zeitliche Konkretisierung der Vornahme der Zoneneinteilung;
- c) 4.2: Konkretisierung der Zoneneinteilungsprozedur bezüglich geringer brennender Mengen und Präzisierung der Zoneneinteilung für Prozessanlagen, in denen brennbare Stoffe verbrannt werden;
- d) 4.4: Konkretisierung der Anforderungen an die Ausdehnung der Zone;
- e) 4.4.2: Berücksichtigung der Verteilung von Ammoniak;
- f) 4.4.3: Berücksichtigung des Schutzraumes eines Kompressors;
- g) 4.4.5: Konkretisierung der klimatischen Bedingungen und der Topographie;
- h) 4.5: entfallen;
- i) Bilder C.1 und C.2: in der Reihenfolge vertauscht.

Frühere Ausgaben

DIN EN 60079-10 (VDE 0165 Teil 101):1996-09

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 nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-426:1990	IEV Teil 426:1995-09	–
–	IEC 60079-4:1975	–	–
–	IEC 60079-4A:1970	–	–
–	IEC 60079-20:1996	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

IEV Teil 426:1995-09, *IEV – Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 426: Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche; Identisch mit IEC 60050(426):1990.*

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche
Teil 10: Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche
(IEC 60079-10:2002)

Electrical apparatus for explosive gas
atmospheres
Part 10: Classification of hazardous areas
(IEC 60079-10:2002)

Matériel électrique pour atmosphères
explosives gazeuses
Partie 10: Classement des emplacements
dangereux
(CEI 60079-10:2002)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2002-12-01 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, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, Slowenien, der Slowakei, 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: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2003 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60079-10:2003 D



Documents

Document Sharing Hub

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm IEC 60079-10:2002, ausgearbeitet von dem SC 31J „Classification of hazardous areas and installation requirements“ des IEC TC 31 „Electrical apparatus for explosive atmospheres“, wurde dem Einstufigen Annahmeverfahren unterworfen und von CENELEC am 2002-12-01 ohne irgendeine Abänderung als EN 60079-10 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 60079-10:1996.

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): 2003-12-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2005-12-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.
Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen,
In dieser Norm ist Anhang ZA normativ und sind die Anhänge A, B und C informativ.
Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

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

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung	4
1 Allgemeines	4
1.1 Anwendungsbereich	4
1.2 Normative Verweisungen	5
2 Definitionen und Begriffe	5
3 Zoneneinteilung und Sicherheit	8
3.1 Sicherheitsgrundsätze	8
3.2 Ziele der Zoneneinteilung	9
4 Verfahren zur Zoneneinteilung	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Freisetzungsquellen	10
4.3 Art der Zone	11
4.4 Ausdehnung der Zone	11
5 Lüftung	14
5.1 Allgemeines	14
5.2 Hauptarten der Lüftung	14
5.3 Lüftungsgrad	14
5.4 Verfügbarkeit der Lüftung	14
6 Dokumentation	15
6.1 Allgemeines	15
6.2 Zeichnungen, Datenblätter und Tabellen	15
Anhang A (informativ) Beispiele für Freisetzungsquellen	16
Anhang B (informativ) Lüftung	18
Anhang C (informativ) Beispiele für die Zoneneinteilung	34
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	57
Bild C.1 – Vorzugssymbole für explosionsgefährdete Bereiche	55
Bild C.2 – Schematischer Lösungsweg zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche	57
Tabelle A.1 – Auswirkungen von Öffnungen auf den Freisetzungsgrad	17
Tabelle B.1 – Einfluss der Lüftung auf die Art der Zone	25
Tabelle B.2 – Verfahren für die Zusammenfassung von mehreren Freisetzungen innerhalb von V_0	25
Tabelle B.3 – Verfahren für die Zusammenfassung von mehrfachen primären Freisetzungsgraden	26
Tabelle C.1 – Datenblatt zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche – Teil I: Liste brennbarer Substanzen und Kennwerte	53
Tabelle C.2 – Datenblatt zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche – Teil II: Liste der Freisetzungsquellen	54

Einleitung

In Bereichen, in denen brennbare Gase oder Dämpfe in gefährdender Menge oder Konzentration auftreten können, sind Schutzmaßnahmen erforderlich, um das Explosionsrisiko zu verringern. Zweck dieses Teiles der IEC 60079 ist es, die wesentlichen Kriterien für eine Beurteilung der Entzündungsgefahr herauszustellen und Empfehlungen für Konstruktions- und Überwachungsparameter zu geben, mit denen diese Gefahr verringert werden kann.

Diese Norm kann als Grundlage für die richtige Auswahl und Installation von Geräten in explosionsgefährdeten Bereichen verwendet werden.

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60079 betrifft die Einteilung von Bereichen, in denen es zur Gefährdung durch brennbare Gase oder Dämpfe kommen kann. Damit soll ermöglicht werden, die geeigneten elektrischen Betriebsmittel zur Verwendung in diesen Bereichen auszuwählen (siehe Anmerkungen 1 und 4).

Diese Norm gilt für Bereiche, in denen aufgrund des Vorhandenseins brennbarer Gase oder Dämpfe, die als Gemisch mit Luft unter normalen atmosphärischen Bedingungen vorliegen, Entzündungsgefahr droht (siehe Anmerkung 2); 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;
- d) extreme Störungen, die über die in dieser Schrift behandelten anomalen Situationen hinausgehen (siehe Anmerkung 3);
- e) für medizinische Zwecke genutzte Räume;
- f) Bereiche, in denen es durch Vorhandensein von zündfähigem Nebel zur Gefährdung kommen kann und die besondere Beachtung erfordern (siehe Anmerkung 5);
- g) häusliche Räumlichkeiten.

In der vorliegenden Norm werden die Auswirkungen von Folgeschäden nicht berücksichtigt.

Es werden Begriffsdefinitionen und -erklärungen sowie die wichtigsten Prinzipien und Verfahren zur Einteilung gefährdeter Bereiche gegeben.

Detaillierte Empfehlungen zur Bewertung der gefährdeten Bereiche in speziellen Industriebereichen oder Anwendungen können den für diese Industriebereiche oder Anwendungen geltenden Regelwerken entnommen werden.

ANMERKUNG 1 Im Sinne dieser Norm ist ein Bereich ein dreidimensionales Gebiet oder Raum.

ANMERKUNG 2 Atmosphärische Bedingungen schließen Abweichungen von den Sollwerten 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 des brennbaren Stoffes haben.

ANMERKUNG 3 Der Begriff extreme Störung wird hier z. B. für das Bersten eines Prozessbehälters oder einer Rohrleitung verwendet sowie für sonstige, nicht vorhersehbare Ereignisse.

ANMERKUNG 4 In jeder Prozessanlage können, unabhängig von ihrer Größe, noch zahlreiche andere Zündquellen vorhanden sein als die durch elektrische Betriebsmittel bedingten. Um hier Sicherheit zu gewährleisten, müssen geeignete Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Diese Norm kann zur Beurteilung im Hinblick auf andere Zündquellen verwendet werden.

ANMERKUNG 5 Nebel können gleichzeitig als brennbare Dämpfe vorhanden sein oder diese bilden. Sie können die Art der Ausbreitung des brennbaren Stoffes und das Ausmaß der gefährdeten Bereiche beeinflussen. Die strikte Anwendung der Zoneneinteilung für Gase und Dämpfe kann hier ungeeignet sein, weil sich die Brennbarkeitseigenschaften von Nebeln nicht immer vorhersagen lassen. Es ist deshalb schwierig, Art und Ausdehnung der Zonen zu bestimmen, obwohl man in den meisten Fällen recht sichere Ergebnisse erhält. Es sollte jedoch immer besonders auf die Gefahr der Entzündung brennbarer Nebel geachtet werden.

1.2 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):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 426: Electrical apparatus for explosive atmospheres*.

IEC 60079-4:1975, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 4: Method of test for ignition temperature*.

IEC 60079-4A:1970, *First supplement to IEC 60079-4:1966*.

IEC 60079-20:1996, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 20: Data for flammable gases and vapours, relating to the use of electrical apparatus*.

2 Definitionen und Begriffe

Für die Anwendung dieses Teiles der IEC 60079 gelten folgende Definitionen und Begriffe.

ANMERKUNG Wenn eine Definition in diesem Abschnitt und in IEC 60050(426) angegeben wird, dann ist die in diesem Abschnitt angegebene Definition anzuwenden.

2.1

explosionsfähige Atmosphäre

unter atmosphärischen Bedingungen vorliegendes Gemisch von Luft und einer brennbaren Substanz in Form von Gas, Dampf, Nebel oder Staub, in dem sich nach Zündung die Verbrennung im gesamten unverbrauchten Gemisch fortpflanzt

[IEV 426-02-02, modifiziert]

2.2

explosionsfähige Gasatmosphäre

unter atmosphärischen Bedingungen vorliegendes Gemisch von Luft und einer brennbaren Substanz in Form von Gas oder Dampf, in dem sich nach Zündung die Verbrennung im gesamten unverbrauchten Gemisch fortpflanzt

[IEV 426-02-03, modifiziert]

ANMERKUNG 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 Zoneneinteilungszwecke angezeigt, dieses Gemisch als explosionsfähige Gasatmosphäre zu betrachten.

2.3

explosionsgefährdeter Bereich

Bereich, in dem eine explosionsfähige Gasatmosphäre vorliegt oder erwartet werden kann, und zwar in solchen Mengen, dass besondere Maßnahmen hinsichtlich der Bauweise, der Installation und der Verwendung von elektrischen Betriebsmitteln erforderlich sind

[IEV 426-03-01, modifiziert]

2.4

nicht gefährdeter Bereich

Bereich, in dem mit explosionsfähiger Gasatmosphäre in solchen Mengen nicht gerechnet werden muss, dass besondere Maßnahmen bezüglich der Bauweise, der Installation und der Verwendung von elektrischen Betriebsmitteln erforderlich sind

[IEV 426-03-02, modifiziert]

2.5

Zonen

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

2.5.1

Zone 0

Bereich, in dem ständig oder langfristig eine explosionsfähige Atmosphäre aus einem Gemisch von Luft mit brennbaren Substanzen in Form von Gas, Dampf oder Nebel vorhanden ist

[IEV 426-03-03, modifiziert]

2.5.2

Zone 1

Bereich, in dem damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus einem Gemisch von Luft mit brennbaren Substanzen in Form von Gas, Dampf oder Nebel bei normalem Betrieb auftritt

[IEV 426-03-04, modifiziert]

2.5.3

Zone 2

Bereich, in dem nicht damit zu rechnen ist, dass bei normalem Betrieb eine explosionsfähige Atmosphäre aus einem Gemisch von Luft mit brennbaren Substanzen in Form von Gas, Dampf oder Nebel auftritt, und wenn, dann nur selten und auch nur kurzzeitig

[IEV 426-03-05, modifiziert]

ANMERKUNG 1 In dieser Definition bedeutet „auftritt“ die Gesamtdauer, in der eine brennbare Atmosphäre vorhanden ist. Dies schließt üblicherweise die Gesamtdauer der Freisetzung ein, zuzüglich der Dauer, in der sich die brennbare Atmosphäre nach dem Ende der Freisetzung ausbreitet. (Der Begriff „Beharrungszeit“, der in [Anhang B](#) verwendet wird, bezieht sich nur auf einen Teil der Gesamtdauer, in der die brennbare Atmosphäre auftritt.)

ANMERKUNG 2 Hinweise zur Häufigkeit und Dauer des Auftretens können von Anleitungen für spezielle Industriebereiche oder Anwendungen entnommen werden.

2.6

Freisetzungsquelle

Stelle oder Ort, von dem aus brennbare Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten in die Atmosphäre gelangen können, so dass sich eine explosionsfähige Gasatmosphäre bilden könnte

[IEV 426-03-06, modifiziert]

2.7

Freisetzungsgrade

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

- a) kontinuierlicher Freisetzungsgrad;
- b) primärer Freisetzungsgrad;
- c) sekundärer Freisetzungsgrad

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

2.7.1

kontinuierlicher Freisetzungsgrad

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

2.7.2

primärer Freisetzungsgrad

periodisch oder gelegentlich bei Normalbetrieb zu erwartende Freisetzung

2.7.3**sekundärer Freisetungsgrad**

Freisetzung, mit der im Normalbetrieb nicht gerechnet wird und wenn sie auftritt, dann auch nur selten und kurzzeitig

2.8**Freisetzungsrate**

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

2.9**Normalbetrieb**

Normalbetrieb liegt vor, wenn die Einrichtung innerhalb ihrer Auslegungsparameter arbeitet

ANMERKUNG 1 Eine geringfügige Freisetzung brennbaren Stoffes kann zum Normalbetrieb gehören. Als geringfügige 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 katastrophal angesehen.

ANMERKUNG 3 Normalbetrieb schließt An- und Abfahrvorgänge ein.

2.10**Lüftung**

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

2.11**Explosionsgrenzen**

ANMERKUNG In dieser Norm haben die Begriffe „Explosionsgrenze“ und „Entflammbarkeitsgrenze“ die gleiche Bedeutung. In IEC 60079-20 und IEC 61779-1 wird der Begriff „Entflammbarkeitsgrenze“ verwendet, während in allen weiteren Normen der verbreitet akzeptierte Begriff „Explosionsgrenze“ Anwendung findet.

2.11.1**untere Explosionsgrenze (UEG)**

Konzentration von brennbarem Gas oder Dampf in Luft, unterhalb der die Gasatmosphäre nicht explosionsfähig ist

[IEV 426-02-09, modifiziert]

2.11.2**obere Explosionsgrenze (OEG)**

Konzentration von brennbarem Gas oder Dampf in Luft, oberhalb der die Gasatmosphäre nicht explosionsfähig ist

[IEV 426-02-10, modifiziert]

2.12**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 = 1,0)

2.13**brennbarer Stoff (brennbare Substanz)**

Stoff, der brennbares Gas, Dampf oder Nebel erzeugen kann oder selbst brennbar ist

2.14**brennbare Flüssigkeit**

Flüssigkeit, die unter vorhersehbaren Betriebsbedingungen brennbaren Dampf erzeugen kann

2.15

brennbares Gas oder brennbarer Dampf

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

2.16

brennbarer Nebel

Tröpfchen einer brennbaren Flüssigkeit, die fein verteilt in Luft vorliegen, so dass eine explosionsfähige Atmosphäre vorliegt

2.17

Flammpunkt

niedrigste Flüssigkeitstemperatur, bei der eine Flüssigkeit unter bestimmten, genormten Bedingungen Dämpfe in einer solchen Menge freisetzt, dass ein zündfähiges Dampf-/Luftgemisch entstehen kann

[IEV 426-02-14]

2.18

Siedepunkt

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

ANMERKUNG Der „untere Siedepunkt“, der bei Flüssigkeitsgemischen verwendet werden sollte, entspricht dem niedrigsten Siedepunkt der beteiligten Flüssigkeiten, der durch eine Destillation unter genormten Laborbedingungen ohne Fraktionierung ermittelt wird.

2.19

Dampfdruck

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

2.20

Zündtemperatur einer explosionsfähigen Gasatmosphäre

tiefste Temperatur einer erwärmten Oberfläche, bei der unter festgelegten Bedingungen die Entzündung einer brennbaren Substanz in Form eines Gas- oder Dampf-/Luftgemisches auftritt

[IEV 426-02-01, modifiziert]

ANMERKUNG In IEC 60079-4 und IEC 60079-4A ist ein Verfahren zur Bestimmung dieser Temperatur genormt.

2.21

Zonenausdehnung

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

2.22

verflüssigtes brennbares Gas

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

3 Zoneneinteilung und Sicherheit

3.1 Sicherheitsgrundsätze

Anlagen, in denen brennbare Materialien gehandhabt oder gelagert werden, müssen so konstruiert, betrieben und gewartet werden, dass jegliche Freisetzung brennbarer Stoffe und damit 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 Prozessbehältern 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 von derartigen Freisetzungen als auch die Freisetzungsraten minimiert werden.

Diese grundlegenden Betrachtungen sollten im Frühstadium der Planung und Entwicklung einer Prozessanlage untersucht werden und eine Vorrangstellung bei der Durchführung der Zoneneinteilung erhalten.

Bei anderen allgemeinen Wartungsarbeiten als denen des Normalbetriebes kann die Größe der Zone beeinflusst werden, es wird jedoch erwartet, dass dabei ein Arbeitsgenehmigungssystem angewandt wird.

In Situationen, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre vorliegen kann, sind folgende Maßnahmen zu ergreifen:

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

Ist dies nicht möglich, sollten die Schutzmaßnahmen, Prozessanlagen, Systeme und Verfahren so ausgewählt und ausgeführt sein, dass die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens von a) und b) so niedrig wie annehmbar ist. Solche Maßnahmen können einzeln, wenn sie als hoch zuverlässig eingeschätzt werden, oder in Kombination angewendet werden, um ein entsprechendes Sicherheitsniveau zu erreichen.

3.2 Ziele der Zoneneinteilung

Die Zoneneinteilung ist ein Verfahren zur Analyse und Klassifikation der Umgebung, in der explosionsfähige Gasatmosphäre auftreten kann, um auf diese Weise die Auswahl der Geräte zu erleichtern, die in dieser Umgebung sicher betrieben werden können, wobei Explosionsgruppen und Temperaturklassen berücksichtigt werden.

In der Praxis ist es in den meisten Situationen, in denen brennbare Stoffe verwendet werden, schwierig, zu gewährleisten, dass die Bildung explosionsfähiger Gasatmosphäre völlig ausgeschlossen ist. Ebenso schwierig ist es, die Möglichkeit von Zündquellen bei elektrischen Betriebsmitteln völlig auszuschließen. Deshalb muss in Situationen, in denen eine hohe Wahrscheinlichkeit der Entstehung von explosionsfähiger Gasatmosphäre besteht, gewährleistet sein, dass elektrische Betriebsmittel verwendet werden, bei denen die Wahrscheinlichkeit der Bildung einer Zündquelle niedrig ist. Umgekehrt dürfen dort, wo die Möglichkeit des Auftretens explosionsfähiger Gasatmosphäre gering ist, elektrische Betriebsmittel verwendet werden, die weniger strengen Normen genügen.

Nur selten genügt eine einfache Untersuchung der Anlage oder der Anlagenkonstruktion, um entscheiden zu können, welche Anlagenteile welcher der drei Zonen zuzuordnen sind (Zone 0, 1 oder 2). Hier ist ein detaillierteres Vorgehen erforderlich, wobei auch die grundsätzliche Möglichkeit des Auftretens von explosionsfähiger Gasatmosphäre zu untersuchen ist.

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, verfügt man über Ausgangswerte zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens explosionsfähiger Gasatmosphäre in den umgebenden Bereichen. Diese Näherung erfordert somit die eingehende Betrachtung jedes einzelnen Teiles der Prozessanlage, das brennbaren Stoff enthält und deshalb eine Freisetzungsquelle sein könnte.

Insbesondere müssen Bereiche der Zone 0 oder 1 von ihrer Anzahl und ihrem Umfang her durch entsprechende konstruktive Maßnahmen oder geeignete Arbeitsverfahren auf ein Minimum beschränkt werden. Ist die Freisetzung brennbarer Stoffe unvermeidbar, sind die Prozessanlagenteile im Wesentlichen auf solche mit sekundären Freisetzungsgraden zu beschränken oder falls dies nicht möglich ist (d. h. wenn primäre oder kontinuierliche Freisetzungsgrade unvermeidbar sind), muss gewährleistet sein, dass die Freisetzungen auf kleine Mengen und Raten begrenzt sein sollten. Diese Grundsätze sind für die Zoneneinteilung von größter Wichtigkeit. Wenn nötig, sollte die Konstruktion, der Betrieb und räumliche Anordnung der Prozessausrüstungen sicherstellen, dass selbst bei anomalen Betriebsbedingungen nur eine möglichst geringe Menge brennbaren Stoffes in die Atmosphäre gelangen kann, um die Abmessungen des gefährdeten Bereiches so klein wie möglich zu halten.

Wenn eine Anlage in Zonen eingeteilt und die erforderlichen Aufzeichnungen gemacht wurden, ist es wichtig, dass weder die Betriebsmittel noch die Arbeitsverfahren ohne vorherige Erörterung mit den für die Zonen-

einteilung verantwortlichen Personen verändert werden dürfen. Nicht genehmigte Änderungen können die Zoneneinteilung unwirksam machen. Es muss sichergestellt sein, dass alle gewarteten Prozessausrüstungsteile, die die Zoneneinteilung beeinflussen, während und nach Wiedereinbau sorgfältig geprüft werden, um zu gewährleisten, dass die Originalkonstruktion, soweit sie die Sicherheit betrifft, wiederhergestellt ist, bevor der Betrieb wieder aufgenommen wird.

4 Verfahren zur Zoneneinteilung

4.1 Allgemeines

Die Zoneneinteilung sollte von Personen vorgenommen werden, die Kenntnis von den Eigenschaften der brennbaren Stoffe, des Prozesses und der Betriebsmittel haben, gegebenenfalls in Zusammenarbeit mit Sicherheits-, elektro-, maschinentechnischem und sonstigem ingenieurtechnischen Personal.

Die nachfolgenden Abschnitte beschreiben das Verfahren zur Einteilung von Bereichen, in denen sich eine explosionsfähige Gasatmosphäre bilden kann, und geben Informationen über die Ausdehnung der Zonen 0, 1 und 2. In [Bild C.1](#) ist ein Beispiel zur Einteilung gefährdeter Bereiche schematisch dargestellt.

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

4.2 Freisetzungsquellen

Die Grundelemente zur Festlegung der Art der gefährdeten Zone sind die Identifizierung der Freisetzungsquelle und die Bestimmung des Freisetzungsgrades.

Da nur dann eine explosionsfähige Gasatmosphäre vorliegen kann, wenn brennbare Gase oder Dämpfe in der Luft vorhanden sind, muss festgestellt werden, ob irgendeiner dieser brennbaren Stoffe in dem betreffenden Bereich vorkommen kann. Allgemein bedeutet dies, dass solche Gase und Dämpfe (ebenso wie brennbare Flüssigkeiten und Feststoffe, die diese freisetzen können) in Anlagenteilen enthalten sind, die völlig umschlossen sind oder auch nicht. Es muss festgestellt werden, wo innerhalb der Prozessanlage eine brennbare Atmosphäre vorliegen kann, oder wo die Freisetzung brennbarer Stoffe außerhalb der Prozessanlage eine brennbare Atmosphäre 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 keinen brennbaren Stoff enthalten kann, kann es auch eindeutig keinen gefährdeten Bereich um sich erzeugen. Dasselbe gilt, wenn das Teil zwar brennbaren Stoff enthält, diesen jedoch nicht an die Atmosphäre abgeben kann (vollgeschweißte Rohrleitungen gelten z. B. nicht als Freisetzungsquelle).

Wenn feststeht, dass das Teil brennbaren Stoff in die Atmosphäre freisetzen kann, muss zunächst der Freisetzungsgrad gemäß den Definitionen durch Ermittlung der mutmaßlichen Häufigkeit und Dauer der Freisetzung bestimmt werden. Bei der Zoneneinteilung sollte außerdem das Öffnen von Teilen geschlossener Prozesssysteme (z. B. bei Filterwechsel oder Chargenbeschickung) als Freisetzungsquelle berücksichtigt werden. Mit Hilfe dieses Verfahrens wird jede Freisetzung als „kontinuierlich“, „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, bestimmt werden.

Wenn die Gesamtmenge des zur Freisetzung zur Verfügung stehenden brennbaren Materials „gering“ ist, z. B. im Laborgebrauch, kann die Zoneneinteilungsprozedur nicht zweckmäßig sein, auch wenn eine potentielle Gefährdung bestehen kann. In diesen Fällen müssen die speziellen Risiken berücksichtigt werden.

Die Zoneneinteilung für Prozessanlagen, in denen brennbare Stoffe verbrannt werden, z. B. befeuerte Heizkörper, Öfen, Dampferzeuger, Gasturbinen usw., sollte Spülzyklen, Anfahr- und Abfahrbedingungen berücksichtigen.

4.3 Art der Zone

Die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins einer explosionsfähigen Gasatmosphäre und somit die Art der Zone hängen hauptsächlich vom Freisetzungsgrad und der Lüftung ab.

ANMERKUNG 1 Normalerweise bedingt ein kontinuierlicher Freisetzungsgrad die Zone 0, ein primärer Freisetzungsgrad die Zone 1 und ein sekundärer Freisetzungsgrad die 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.

Besonders zu berücksichtigen ist jedoch, wenn sich überlappende Zonen auf brennbare Stoffe mit verschiedenen Betriebsmittelgruppen und/oder Temperaturklassen beziehen. Wenn sich z. B. der Bereich einer Zone 1 IIA T3 mit dem Bereich einer Zone 2 IIC T1 überlappt, dann kann eine Einteilung als Zone 1 IIC T3 zu streng sein, aber die Einteilung als Zone 1 IIA T3 oder Zone 1 IIC T2 würde nicht annehmbar sein. In diesem Fall sollte die Bereichseinteilung als Zone 1 IIA T3 und Zone 2 IIC T1 festgehalten werden.

4.4 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 abschwächt. Für die Beurteilung der Ausbreitungsfläche des Gases oder der Dämpfe vor dem Verdünnen unterhalb ihrer unteren Explosionsgrenze sollte Rat von Sachkennern 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 brennbaren Gases oder Dampfes 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 gefährlichen Atmosphäre zu verhindern;
- c) Spülen der Zone mit einem starken Luftstrom, um so sicherzustellen, dass die Luft aus allen Öffnungen entweicht, in die die gefährlichen Gase oder Dämpfe eindringen könnten.

Die Ausdehnung der Zone wird in erster Linie durch die nachfolgenden chemischen, physikalischen und technischen Parameter bestimmt, bei denen es sich zum Teil um dem brennbaren Stoff innewohnende Eigenschaften handelt; andere sind prozessspezifisch. Der Einfachheit halber geht man bei der Wirkung jedes der unten genannten Parameter davon aus, dass die übrigen Parameter unverändert bleiben.

4.4.1 Freisetzungsrate von Gasen und Dämpfen

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

- a) der Geometrie der Freisetzungsquelle
Hier handelt es sich um 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 Freisetzungsrate 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 hängt von der Freisetzungsrate des brennbaren Dampfes und von der Dispersionsrate ab. Aus einem Leck mit hoher Geschwindigkeit entweichende Gase und Dämpfe bilden einen kegelförmigen Strahl, der Luft mitreißt und sich selbst verdünnt. Die Ausdehnung der explosionsfähigen Gasatmosphäre ist fast unabhängig von der Windgeschwindigkeit. Erfolgt ihre Freisetzung mit langsamer

Geschwindigkeit, oder wird ihre Geschwindigkeit durch Auftreffen auf einen festen Körper gebremst, wird sie vom Wind weitergetragen und ihre Verdünnung und Ausdehnung ist windabhängig.

c) der Konzentration

Die Freisetzungsrates steigt mit der Konzentration brennbaren Dampfes oder Gases im freigesetzten Gemisch.

d) der Flüchtigkeit einer brennbaren Flüssigkeit

Diese hängt in erster Linie vom Dampfdruck und der Verdampfungswärme ab. Ist der Dampfdruck nicht bekannt, können der Siedepunkt und der Flammpunkt zur Beurteilung herangezogen werden.

Eine explosionsfähige Gasatmosphäre kann nicht vorliegen, 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 ein brennbarer Stoff auf eine solche Weise freigesetzt, dass Nebel entsteht (z. B. beim 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. halogenierte Kohlenwasserstoffe) haben keinen Flammpunkt, obwohl sie explosionsfähige Gasatmosphäre erzeugen können. In diesen Fällen sollte die Gleichgewichts-Flüssigkeitstemperatur, 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 freigesetzten Flüssigkeit kann z. B. durch eine heiße Oberfläche oder eine hohe Umgebungstemperatur erhöht werden.

4.4.2 Untere Explosionsgrenze (UEG)

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

Die Erfahrung hat gezeigt, dass freigesetztes Ammoniak mit einer UEG von 15 Vol.-% sich in der freien Luft schnell verteilt, so dass die eventuelle explosionsfähige Gasatmosphäre in der Regel eine zu vernachlässigende Ausdehnung hat.

4.4.3 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. Ein Schutzraum eines Kompressors 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).

4.4.4 Relative Dichte des freigesetzten Gases oder Dampfes

Ist das Gas oder der Dampf deutlich leichter als Luft, steigt es (er) nach oben. Ist es (er) deutlich schwerer, sammelt es (er) sich am Boden. 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 beim Entweichen mit geringer Geschwindigkeit 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 unter Einwirkung des Strahles die

Entfernung vergrößern, über die das Gas-/Luftgemisch oberhalb seiner unteren Explosionsgrenze bleibt, obwohl mitgerissene Luft das Gas oder den Dampf verdünnt.

ANMERKUNG 3 Gase oder Dämpfe, die schwerer sind als Luft, werden mit dem Entweichen bei geringer Geschwindigkeit nach unten 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 vor Ort 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 Bei der Einteilung sind besonders solche Bereiche zu berücksichtigen, die kälteerzeugende brennbare Gase, wie verflüssigtes Erdgas, enthalten. Bei niedrigen Temperaturen können die abgegebenen Dämpfe schwerer als Luft sein und können bei Annähern an die Umgebungstemperatur leichter als Luft sein.

4.4.5 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 In [Anhang B \(Abschnitt B.4\)](#) wird die Windgeschwindigkeit von 0,5 m/s als dafür geeignet gehalten, die Durchflussmengen zu bestimmen, bei der die Lüftung im Freien eine Freisetzung von Brennbarem 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 Bei 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 Verdünnung 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 Verschüttungsort weit entfernten Stelle entzündet werden, wodurch eine Gefahr für einen großen Bereich der Anlage entsteht.

Die Anlage sollte möglichst so geplant werden, dass schneller Abbau der brennbaren Atmosphäre 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 ausgedehnte flache Landseen, die für Pumpenkomplexe oder als Absenkungen für Rohrleitungen genutzt werden, in der Regel keine derart strenge Handhabung.

4.4.6 Erläuternde Beispiele

In den Beispielen von [Anhang C](#) werden verschiedene Wege aufgezeigt, wie die oben genannten Parameter die Gas- oder Dampffreisetzungsrate und damit die Ausdehnung der Zone beeinflussen können.

a) Freisetzungsquelle: Offene Flüssigkeitsoberfläche

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

- Flüssigkeitstemperatur;
- Dampfdruck der Flüssigkeit und ihre Oberflächentemperatur;
- Größe der Verdampfungsfläche;
- Lüftung.

- 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 Dampffreisetzungsrate 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 unterschiedliche Freisetzungsquellen entstehen können.

- c) Freisetzungsquelle: Leckage eines Gasgemisches

Die Gasfreisetzungsrate wird durch folgende Parameter beeinflusst:

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

Beispiele für Freisetzungsquellen sind in [A.2](#) angegeben.

5 Lüftung

5.1 Allgemeines

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

5.2 Hauptarten der Lüftung

Die Lüftung kann durch Luftbewegung aufgrund von Wind und/oder Temperaturgefällen oder durch technische Mittel wie Ventilatoren erfolgen. Man unterscheidet zwei Hauptarten der Lüftung:

- a) natürliche Lüftung;
- b) technische Lüftung, allgemein oder lokal.

5.3 Lüftungsgrad

Der wichtigste Faktor ist, dass die Lüftungsmenge (Grad der Lüftung) der Art der Freisetzungsquellen und deren Freisetzungsraten angepasst ist. Dies ist unabhängig von der Lüftungsart, ob es die Windgeschwindigkeit oder die Anzahl der Luftwechsel pro Zeiteinheit ist. So können optimale Lüftungsbedingungen im explosionsgefährdeten Bereich erreicht werden, 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 sogar zu vernachlässigen sein (nicht explosionsgefährdeter Bereich).

Praktische Beispiele zum Belüftungsgrad sind im [Anhang B](#) angegeben.

5.4 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. Ein Leitfaden zur Beurteilung der Verfügbarkeit ist in [Anhang B](#) enthalten.

ANMERKUNG Kombiniert man die Konzepte des Lüftungsgrades und des Verfügbarkeitsgrades miteinander, erhält man eine quantitative Methode zur Bewertung der Art und der Ausdehnung einer Zone (siehe [Anhang B](#)).

6 Dokumentation

6.1 Allgemeines

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

Alle sachdienlichen, verwendeten Informationen sollten dabei aufgeführt werden. Beispiele für solche Informationen oder eines angewandten Verfahrens sind:

- a) Empfehlungen einschlägiger Regelwerke und Normen;
- b) Dispersionseigenschaften von Gasen und Dämpfen sowie Berechnungen;
- c) eine Untersuchung der Lüftungsmerkmale in Bezug auf die Freisetzungssparameter brennbarer Stoffe, um beurteilen zu können, ob die Lüftung ausreichend ist.

Die Eigenschaften, die die Zoneneinteilung sämtlicher, in der Anlage verwendeten Stoffe betreffen, sollten aufgeführt werden und sollten Flammpunkt, Siedepunkt, Entzündungstemperatur, Dampfdruck, Dampfdichte, Explosionsgrenzen, Gasgruppe und Temperaturklasse enthalten (IEC 60079-20). Ein vorgeschlagenes Format für die Stoffliste 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.

6.2 Zeichnungen, Datenblätter und Tabellen

Die Dokumente zur Zoneneinteilung sollten geeignete Pläne und Aufrisse enthalten, aus denen Art und Ausdehnung der Zonen, die Zündtemperatur und damit die Temperaturklasse sowie die Explosionsgruppe hervorgehen.

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

Die Dokumente sollten noch weitere Informationen enthalten, wie:

- a) Die örtliche Lage und Kennzeichnung der Freisetzungsquellen. Bei großen und komplexen Anlagen oder Prozessbereichen sollten die Freisetzungsquellen spezifiziert oder nummeriert werden, um den Querverweis zwischen den Datenblättern der Zoneneinteilung und den Zeichnungen zu erleichtern.
- b) Die Lage der Öffnungen in Bauwerken (z. B. Türen, Fenster und Lüftungsein- und -auslässe).

Die in [Bild C.1](#) dargestellten Zoneneinteilungssymbole sollten bevorzugt verwendet werden. Auf jeder Zeichnung muss immer ein Symbolschlüssel vorhanden sein. Es können unterschiedliche Symbole notwendig sein, wenn mehrere Betriebsmittelgruppen und/oder Temperaturklassen innerhalb der gleichen Zonenart (z. B. Zone 2 IIC T1 und Zone 2 IIA T3) erforderlich sind.