

Inhalt

	Seite
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	11
4 Allgemeines	15
4.1 Sicherheitsgrundsätze	15
4.2 Ziele der Zoneneinteilung	16
4.3 Inneres von Prozessanlagen	17
4.4 Explosionsrisikobewertung	17
4.4.1 Zone vernachlässigbarer Ausdehnung	17
4.5 Extreme Funktionsstörungen	17
4.6 Kompetenz des Personals	18
5 Methodik der Zoneneinteilung	18
5.1 Allgemeines	18
5.2 Einteilung mittels die Freisetzungsquellen-Methode	19
5.3 Benutzung von technischen Regelwerken und nationalen Normen	19
5.3.1 Brenngasanlagen	19
5.4 Vereinfachte Methoden	19
5.5 Kombination von Methoden	20
6 Freisetzung brennbarer Materialien	20
6.1 Allgemeines	20
6.2 Freisetzungsquellen	20
6.3 Formen der Freisetzung	22
6.3.1 Allgemeines	22
6.3.2 Gasförmige Freisetzung	22
6.3.3 Verflüssigt unter Druck	23
6.3.4 Verflüssigt durch Tiefkühlung	23
6.3.5 Brennbare Nebel	23
6.3.6 Dämpfe	23
6.3.7 Flüssigkeitsfreisetzungen	24
6.4 Lüftung (oder Luftbewegung) und Verteilung	24
6.5 Hauptarten der Lüftung	25
6.5.1 Allgemeines	25
6.5.2 Natürliche Lüftung	25
6.5.3 Technische Lüftung	26
6.5.4 Grad der Verdünnung	27
7 Art der Zone	28
7.1 Allgemeines	28

	Seite
7.2 Einfluss des Grads der Freisetzungsquelle	28
7.3 Einfluss der Verdünnung	28
7.4 Einfluss der Verfügbarkeit der Lüftung	28
8 Ausdehnung einer Zone	28
9 Dokumentation	29
9.1 Allgemeines	29
9.2 Zeichnungen, Datenblätter und Tabellen	30
Anhang A (informativ) Vorgeschlagenes Dokumentationsformat für explosionsgefährdete Bereiche	31
A.1 Zonen explosionsgefährdete Bereiche – bevorzugte Darstellungsweise	31
A.2 Vorgeschlagene Formen für explosionsgefährdete Bereiche	34
Anhang B (informativ) Beurteilung von Freisetzungsquellen	36
B.1 Symbole	36
B.2 Beispiele für Freisetzungsgrad	36
B.2.1 Allgemeines	36
B.2.2 Quellen mit ständigem Freisetzungsgrad	37
B.2.3 Quellen mit primärem Freisetzungsgrad	37
B.2.4 Quellen mit sekundärem Freisetzungsgrad	37
B.3 Abschätzung des Freisetzungsgrades	37
B.4 Summation von Freisetzungen	38
B.5 Lochgröße und Quellenradius	39
B.6 Formen der Freisetzung	40
B.7 Freisetzungsrate	41
B.7.1 Allgemeines	41
B.7.2 Abschätzung der Freisetzungsrate	42
B.7.2.1 Allgemeines	42
B.7.2.2 Freisetzungsrate von Flüssigkeiten	43
B.7.2.3 Freisetzungsrate von Gas oder Dampf	43
B.7.3 Freisetzungsrate für verdunstende Lachen	45
B.8 Freisetzungen aus Öffnungen in Gebäuden	47
B.8.1 Allgemeines	47
B.8.2 Öffnungen als mögliche Freisetzungsquellen	47
B.8.3 Einteilung der Öffnungen	47
Anhang C (informativ) Anleitung zur Lüftung	49
C.1 Symbole	49
C.2 Allgemeines	50
C.3 Bewertung der Lüftung oder der Verdünnung und ihres Einflusses auf den explosionsgefährdeten Bereich	51
C.3.1 Allgemeines	51
C.3.2 Wirksamkeit der Lüftung	52

	Seite
C.3.3 Kriterien für Verdünnung	52
C.3.4 Abschätzung der Lüftungsgeschwindigkeit	52
C.3.5 Beurteilung des Verdünnungsgrad	53
C.3.6 Verdünnung in einem Raum	55
C.3.6.1 Allgemeines	55
C.3.6.2 Hintergrundkonzentration und Freisetzungen in einem belüfteten Raum	55
C.3.7 Kriterien für die Verfügbarkeit der Lüftung	56
C.3.7.1 Allgemeines	56
C.3.7.2 Kriterien für die natürliche Lüftung	57
C.3.7.3 Kriterien für Technische Lüftung	57
C.4 Beispiele für Lüftungsanordnungen und Bewertungen	57
C.4.1 Einleitung	57
C.4.2 Strahlfreisetzung in einem großen Gebäude	58
C.4.3 Strahlfreisetzung in einem kleinen belüfteten Gebäude	59
C.4.4 Strahlfreisetzung in einem kleinen Gebäude mit technischer Lüftung	59
C.4.5 Freisetzung mit niedriger Geschwindigkeit	60
C.4.6 Flüchtige Emissionen	60
C.4.7 Örtliche Lüftungabsaugung	61
C.5 Natürliche Lüftung in Gebäuden	61
C.5.1 Allgemeines	61
C.5.2 Durch Wind erzeugte Lüftung	62
C.5.3 Durch Auftrieb erzeugte Lüftung	62
C.5.4 Verbindung der durch Wind und Schwerkraft erzeugten natürlichen Lüftung	64
Anhang D (informativ) Abschätzung der explosionsgefährdeten Zonen	66
D.1 Allgemeines	66
D.2 Abschätzung des Zonentyps	66
D.3 Beurteilung der Ausdehnung der explosionsgefährdeten Zone	67
Anhang E (informativ) Beispiele für die Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche	69
E.1 Allgemeines	69
E.2 Beispiele	69
E.3 Beispielhafte Fallstudie für die Zoneneinteilung	83
Anhang F (informativ) Schematische Näherung für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche	95
F.1 Schematische Näherung für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche	95
F.2 Schematische Näherung für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche	95
F.3 Schematische Näherung für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche	97
F.4 Schematische Näherung für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche	98
Anhang G (informativ) Brennbarer Nebel	99
Anhang H (informativ) Wasserstoff	102

	Seite
Anhang I (informativ) Hybride Gemische	104
I.1 Allgemeines	104
I.2 Anwendung der Belüftung	104
I.3 Konzentrationsgrenzen	104
I.4 Chemische Reaktion	104
I.5 Energie- und Temperaturgrenzen	104
I.6 Anforderungen zur Zoneneinteilung	104
Anhang J (informativ) Nützliche Gleichungen zur Unterstützung der Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche	105
J.1 Allgemeines	105
J.2 Verdünnung einer Freisetzung eines brennbaren Stoffs mit Luft	105
J.3 Abschätzung der für die Verdünnung einer Freisetzung eines brennbaren Stoffs erforderlichen Zeit	106
Anhang K (informativ) Technische Regelwerke und nationale Normen	107
K.1 Allgemeines	107
Literaturhinweise	111
Bilder	
Bild A.1 – Bevorzugte Darstellungsweise für Zonen explosionsgefährdeter Bereiche	31
Bild A.2 – Gas/Dampf bei niederem Druck	34
Bild A.3 – Gas/Dampf bei hohem Druck	34
Bild A.4a – Gas oder Dampf (verflüssigt durch Druck oder Starkkühlung)	35
Bild A.4 – Verflüssigtes Gas	35
Bild A.5 – Brennbare Flüssigkeit (nicht siedende verdampfende Lache)	35
Bild B.1 – Formen der Freisetzung	41
Bild B.2 – Volumetrische Verdunstungsgeschwindigkeit von Flüssigkeiten	46
Bild C.1 – Diagramm zur Bestimmung des Verdünnungsgrads	54
Bild C.2 – Selbstdiffusion einer ungehinderten Hochgeschwindigkeitsstrahlfreisetzung	58
Bild C.3 – Belüftung nur mit Luftzufuhr	59
Bild C.4 – Belüftung mit Zufuhr und Absaugung	60
Bild C.5 – Örtliche Absaugung	61
Bild C.6 – Volumetrischer Durchfluss frischer Luft je m ² einer entsprechend wirksamen Öffnungsfläche	64
Bild C.7 – Beispiel für gegensätzliche Treibkräfte für die Lüftung	65
Bild D.1 – Diagramm zur Abschätzung explosionsgefährdeter Abstände	67
Bild E.1 – Verdünnungsgrad (Beispiel 1)	70
Bild E.2 – Explosionsgefährdeter Abstand (Beispiel 1)	71
Bild E.3 – Zoneneinteilung (Beispiel 1)	71
Bild E.4 – Verdünnungsgrad (Beispiel 2)	73
Bild E.5 – Explosionsgefährdeter Abstand (Beispiel 2)	74
Bild E.6 – Verdünnungsgrad (Beispiel 3)	75

	Seite
Bild E.7 – Explosionsgefährdeter Abstand (Beispiel 3)	76
Bild E.8 – Zoneneinteilung (Beispiel 3).....	77
Bild E.9 – Verdünnungsgrad (Beispiel 4).....	78
Bild E.10 – Explosionsgefährdeter Abstand (Beispiel 4).....	79
Bild E.11 – Zoneneinteilung (Beispiel 4).....	80
Bild E.12 – Verdünnungsgrad (Beispiel 5).....	82
Bild E.14 – Explosionsgefährdeter Abstand (Beispiel 5).....	83
Bild E.15 – Eingeschlossener Kompressor für Erdgas.....	85
Bild E.16 – Beispiel für die Zoneneinteilung einer Kompressoranlage zur Verarbeitung von Erdgas (Aufriss)	93
Bild E.17 – Beispiel für die Zoneneinteilung einer Kompressoranlage zur Verarbeitung von Erdgas (Grundriss).....	94
Bild F.1 – Schematische Näherung für die Einteilung	95
Bild F.2 – Schematische Näherung für die Einteilung mit ständigem Freisetzungsgrad.....	96
Bild F.3 – Schematische Näherung für die Einteilung für den primären Freisetzungsgrad.....	98
Bild F.4 – Schematische Näherung für die Einteilung für den sekundären Freisetzungsgrad.....	98
Tabellen	
Tabelle A.1 – Datenblatt für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche – Teil I: Liste der brennbaren Stoffe und Kennwerte	32
Tabelle A.2 – Datenblatt für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche – Teil II: Liste der Freisetzungsquellen	33
Tabelle B.1 – Vorgesichlagene Öffnungsquerschnitte für sekundäre Freisetzungsgrade.....	39
Tabelle B.2 – Auswirkung explosionsgefährdeter Bereiche auf Öffnungen als mögliche Freisetzungsquellen	48
Tabelle C.1 – Anhaltswerte für Lüftungsgeschwindigkeiten im Freien.....	53
Tabelle D.1 – Zonen für Freisetzungsgrade und Wirksamkeit der Lüftung.....	66
Tabelle E.1 – Kompressoranlage für Erdgas.....	85
Tabelle E.2 – Datenblatt für die Zoneneinteilung – Teil I: Liste der brennbaren Stoffe und ihrer Eigenschaften.....	88
Tabelle E.3 – Datenblatt für die Zoneneinteilung – Teil II: Liste der Freisetzungsquellen	89
Tabelle K.1 – Beispiele für Regelwerke und Normen.....	108