

## Inhalt

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

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

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

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

	Seite
Bild F.1 – Schematische Näherung für die Einteilung.....	96
Bild F.2 – Schematische Näherung für die Einteilung mit ständigem Freisetzungsgrad .....	97
Bild F.3 – Schematische Näherung für die Einteilung für den primären Freisetzungsgrad .....	98
Bild F.4 – Schematische Näherung für die Einteilung für den sekundären Freisetzungsgrad.....	99
<b>Tabellen</b>	
Tabelle A.1 – Datenblatt für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche – Teil I: Liste der brennbaren Stoffe und Kennwerte .....	30
Tabelle A.2 – Datenblatt für die Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche – Teil II: Liste der Freisetzungsquellen .....	31
Tabelle B.1 – Vorgeschlagene Öffnungsquerschnitt für sekundäre Freisetzungsgrade.....	37
Tabelle B.2 – Auswirkung explosionsgefährdeter Bereiche auf Öffnungen als mögliche Freisetzungsquellen .....	46
Tabelle C.1 – Anhaltswerte für Lüftungsgeschwindigkeiten im Freien .....	51
Tabelle D.1 – Zonen für Freisetzungsgrade und Wirksamkeit der Lüftung.....	64
Tabelle E.1 – Kompressoranlage für Erdgas .....	86
Tabelle E.2 – Datenblatt für die Zoneneinteilung – Teil I: Liste der brennbaren Stoffe und ihrer Eigenschaften.....	89
Tabelle E.3 – Datenblatt für die Zoneneinteilung – Teil II: Liste der Freisetzungsquellen.....	90
Tabelle K.1 – Beispiele für Regelwerke und Normen .....	108