



ARTIDOR

Handbuch Explosionsschutz

für Gas- und Stabumgebungen



Marc Moolenaar
Artidor Explosion Safety B.V.

Handbuch Explosionsschutz für Gas- und Staubumgebungen

Dritte überarbeitete Auflage, Oktober 2023

Copyright © 2023 Marc Moolenaar und Artidor Explosion Safety B.V.

ISBN 978-90-83371-12-2

NUR 959



Artidor Explosion Safety B.V.

Emopad 38

5663 PB Geldrop

Niederlande

<https://artidor.de>

Kein Teil dieser Veröffentlichung darf ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Herausgebers durch Druck, Fotokopie, computergestützte Datenbanken oder auf andere Weise vervielfältigt werden.

Vorwort

In unserer täglichen Praxis erweist sich der Explosionsschutz immer wieder als ein heikles Thema. Für viele ist es ein Thema, mit dem sie nur sporadisch in Berührung kommen, was es schwierig macht, zwischen all den Zonen, Kategorien und Schutzmethoden zu unterscheiden. Die zugrundeliegenden technischen Normen ändern sich aufgrund des technischen Fortschritts ständig. Weiterhin hat die Globalisierung dazu geführt, dass die Kennzeichnung explosionsgeschützter Geräte ein Kompromiss zwischen europäischen und amerikanischen Bezeichnungen geworden ist. Die häufige Aktualisierung technischer Standards macht die Sache nicht einfacher. Glücklicherweise sind die physikalischen Prinzipien, die einer Explosion zugrunde liegen, nach wie vor unverändert. Auch der Ansatz zur Gestaltung einer sicheren Anlage bleibt bestehen.

Dieses Buch enthält einen umfassenden Überblick und Einblick in die vielen Aspekte des Explosionsschutzes und bietet somit eine gute Grundlage für jeden Hersteller, Maschinen- und Anlagenbauer sowie Anwender, der sich in der täglichen Praxis mit Zonen, Kategorien, Schutzmethoden, Kennzeichnungen und Normen beschäftigen muss.

Mein großer Dank gilt Ansgar Riers von der CSA Group. Seine Übersetzung des Buches in die deutsche Sprache löste intensive Fachdiskussionen aus, die den Inhalt des Buches noch klarer und vollständiger machten. Es war eine Freude, mit einem Fachkollegen so angenehm und konstruktiv zusammenzuarbeiten.

Ich hoffe, dass Sie nach der Lektüre genauso begeistert von diesem interessanten Feld der Technik sind wie wir.

Geldrop, Oktober 2023

Marc Moolenaar
Artidor Explosion Safety B.V.

Inhaltsübersicht

Einführung	9
1. Explosionsgefahr	11
1.1. Explosionsfähige Atmosphären	11
1.2. Untere und obere Explosionsgrenze	12
1.3. Flammpunkt.....	15
1.4. Mindestzündenergie.....	15
1.5. Partikelgröße.....	16
1.6. Maximale experimentelle Grenzspaltweite	17
1.7. Entzündungs- und Glimmtemperatur	18
1.8. Molare Masse.....	20
2. Europäische Richtlinien	23
2.1. Gründung der Europäischen Union	23
2.2. ATEX-Richtlinien.....	25
2.3. ATEX 114.....	26
2.4. ATEX 153.....	27
2.5. Normen und Technische Regeln	28
2.6. IECEx	29
3. Bewertung und Vermeidung von Explosionsrisiken	31
3.1. Umfang	32
3.2. Verantwortung des Arbeitgebers	33
3.3. Sind brennbare Stoffe vorhanden?.....	37
3.4. Kann durch Verteilung in der Luft eine Ex Atmosphäre entstehen?.....	37
3.5. Wo können explosionsfähige Atmosphären auftreten?	38
3.6. Wann können gefährliche explosionsfähige Atmosphären entstehen?.....	39
3.7. Wie kann die Bildung einer Ex-Atmosphäre verhindert werden?.....	40
3.8. Wird die Entzündung einer Ex-Atmosphäre ausreichend verhindert?	40
4. Technischer Explosionsschutz	41
4.1. Vermeidung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphären	42
4.2. Vermeidung von Zündquellen	44
4.3. Einschränkung der Auswirkungen (konstruktiver Explosionsschutz)	49
4.4. Anforderungen an Arbeitsmittel.....	52
5. Organisatorische Maßnahmen	55
5.1. Betriebsanweisungen.....	56
5.2. Ausreichend qualifizierte Arbeitskräfte	56
5.3. Ausbildung der Mitarbeiter	57

5.4.	Beaufsichtigung der Mitarbeiter	57
5.5.	Arbeitserlaubnis	58
5.6.	Durchführung von Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten	60
5.7.	Inspektion und Kontrolle.....	61
5.8.	Kennzeichnung von Gefahrenbereichen	61
6.	Explosionsschutzdokument	63
6.1.	Anforderungen der Richtlinie	63
6.2.	Das Format des Explosionsschutzdokuments.....	63
7.	Zündquellen	67
7.1.	Heiße Oberflächen.....	68
7.2.	Flammen und heiße Gase	70
7.3.	Mechanisch erzeugte Funken.....	72
7.4.	Elektrische Betriebsmittel	74
7.5.	Streuströme und kathodischer Korrosionsschutz	75
7.6.	Statische Elektrizität.....	75
7.7.	Blitze und Gewitter.....	77
7.8.	Elektromagnetische Wellen (Funkwellen).....	77
7.9.	Elektromagnetische Wellen (Lichtwellen)	78
7.10.	Ionisierende Strahlung	79
7.11.	Ultraschall	80
7.12.	Adiabatische Kompression und Stoßwellen	80
7.13.	Exotherme chemische Reaktionen	82
8.	Zündschutzarten für elektrische Geräte	83
8.1.	Ex d - Druckfeste Kapselung	84
8.2.	Ex e - Erhöhte Sicherheit	88
8.3.	Ex i - Eigensicherheit.....	90
8.4.	Ex m - Vergusskapselung	92
8.5.	Ex n - Nicht funkende Betriebsmittel.....	94
8.6.	Ex o - Flüssigkeitskapselung	95
8.7.	Ex op – Schutz gegen optische Strahlung	96
8.8.	Ex p - Überdruckkapselung	97
8.9.	Ex q – Sandkapselung.....	99
8.10.	Ex t - Schutz durch Gehäuse für staubige Umgebungen.....	100
9.	Zündschutzarten für nicht-elektrische Geräte.....	101
9.1.	Ex d - Druckfeste Kapselung	102
9.2.	Ex h (c) - Konstruktive Sicherheit	102
9.3.	Ex h (b) - Zündquellenüberwachung	103
9.4.	Ex h (k) - Flüssigkeitskapselung.....	105

10.	Anforderungen an Geräte der Kategorie 1	109
10.1.	In Zone 0 platzierte Geräte	109
10.2.	Geräte die zwischen Zone 0 und Zone 1 bzw. Zone 2 aufgestellt sind	110
10.3.	Trennung von Prozessflüssigkeit und elektrischer Ausrüstung.....	111
11.	Gasdetektion.....	113
11.1.	Einsatz von tragbaren und transportablen Gasmessgeräten.....	114
11.2.	Grundregeln für Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen	114
12.	Kennzeichnung	117
12.1.	Kennzeichnungsanforderungen aus ATEX-Richtlinie und Normen.....	118
12.2.	Übersicht der Ex-Kennzeichnungen, Kategorien und IEC EPL.....	119
12.3.	Nordamerikanische Kennzeichnungen.....	121
13.	Bescheinigungen und Rechtsvorschriften	125
13.1.	Genehmigungsverfahren	125
13.2.	Bedingungen für die Nutzung des ATEX-Zertifikats	126
13.3.	UKCA und Globale Zertifizierungssysteme	130
14.	Begriffe.....	133
15.	Normen und Richtlinien	137
15.1.	Europäische Normen	137
15.2.	Richtlinien und Leitfäden	139
15.3.	Technische Regeln für Betriebssicherheit / Gefahrstoffe	139
15.4.	Sonstiges	141
16.	Adressen und Kontaktdaten	143
17.	Bilder, Abbildungen und Tabellen	145
17.1.	Bilder und Abbildungen	145
17.2.	Tabellen	146

Beim Explosionsschutz steht die Sicherheit an erster Stelle, denn eine Explosion gefährdet das Leben und die Gesundheit der Arbeitnehmer durch die unkontrollierten Auswirkungen von Feuer und Explosionsdruck, durch toxische Produkte aus chemischen Reaktionen und durch den Mangel an Sauerstoff in der Atemluft. Daher müssen am Arbeitsplatz wirksame Maßnahmen ergriffen werden, um Explosionen wirksam zu verhindern.

Dieses Buch ist in Anlehnung an die Bewertungsprozesse für explosionsgeschützte Systeme geschrieben. Es beginnt mit den grundlegenden Erkenntnissen über Explosionsgefahren. Kapitel 1 gibt einen Einblick darüber, was eine Explosion eigentlich ist, unter welchen Bedingungen eine Explosion auftreten kann und welche Gas- oder Staubeigenschaften für die Bestimmung der Risiken wichtig sind.

Kapitel 2 gibt einen kurzen Überblick über die Ursprünge der Europäischen Union und die wichtigsten Entscheidungen, die zu den aktuellen europäischen Explosionsschutzrichtlinien geführt haben. Diese Richtlinien werden kurz erläutert. Die Verwendung harmonisierter Normen, die Technischen Regeln zur Betriebssicherheit und zu Gefahrstoffen (TRBS / TRGS), sowie des IECEx-Zertifizierungssystems werden ebenfalls erörtert.

Kapitel 3 behandelt Anwendungsbereich und Implementierung der Richtlinie 1999/92/EG (ATEX 153) "über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können".

Anhand von sieben Fragen wird beurteilt, ob die Gefahr der Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre besteht, ob die getroffenen Maßnahmen ausreichen, um die Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre zu verhindern, ob der Bereich in Zonen eingeteilt werden muss und ob eine Explosion innerhalb des Bereichs sicher verhindert wird.

Wenn durch die Umgebungsbedingungen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entstehen kann, müssen Maßnahmen zum Explosionsschutz getroffen werden. Kapitel 4 befasst sich mit den technischen Maßnahmen, die zur Verringerung des Explosionsrisikos getroffen werden können. Hier liegt der Schwerpunkt auf der Verhinderung der gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre, gefolgt von der Abgrenzung des Bereichs, der Vermeidung von Zündquellen und der Durchführung konstruktiver Maßnahmen zur Minimierung

der Auswirkungen einer Explosion. Auch die Auswahl geeigneter Arbeitsmittel und Vorrichtungen wird hier besprochen.

Kapitel 5 befasst sich mit den organisatorischen Maßnahmen, die zu ergreifen sind, wenn in einer Arbeitsumgebung die Sicherheit nicht durch technische Maßnahmen gewährleistet werden kann. In der Praxis wird eine sichere Arbeitsumgebung auch durch eine Kombination von technischen und organisatorischen Maßnahmen geschaffen.

Kapitel 6 behandelt das Explosionsschutzdokument, das der Arbeitgeber auf der Grundlage der Richtlinie 1999/92/EG erstellen und pflegen muss. Es wird ein entsprechendes Beispiel erläutert, das die Anforderungen der Richtlinie erfüllt und als Hilfe für die Erstellung verwendet werden kann.

Explosionsgefahren sind nur dann gegeben, wenn neben dem Vorhandensein eines explosionsfähigen Gemisches auch eine Zündquelle vorhanden ist. Kapitel 7 befasst sich mit den dreizehn möglichen Zündquellen, die in EN 1127-1 (Grundlagen und Methodik des Explosionsschutzes) aufgeführt sind.

Elektrische Geräte enthalten oft mehrere Zündquellen. Um sicherzustellen, dass diese nicht zündwirksam werden können, sind besondere Maßnahmen erforderlich. Diese Maßnahmen sind in Form von Zündschutzarten beschrieben. In Kapitel 8 werden die Zündschutzarten für elektrische Geräte und in Kapitel 9 die Zündschutzarten für nichtelektrische (mechanische) Geräte behandelt.

In Kapitel 10 werden kurz die besonderen Anforderungen an Geräte für den Einsatz in Zone 0, sowie an Geräte, die an der Grenze zwischen Zone 0 und Zone 1 bzw. 2 aufgestellt werden, behandelt.

Wenn die Sicherheit von Personen durch gefährliche Gase beeinträchtigt werden kann, müssen Gasmessgeräte verwendet werden. Kapitel 11 befasst sich mit der Auswahl geeigneter Messgeräte, deren Einsatz und den Grundregeln für das Arbeiten in gefährdeten Bereichen.

Kapitel 12 befasst sich mit der Ex-Kennzeichnung, wie sie in Europa angewandt wird, und erläutert ergänzend das nordamerikanische System.

Abschließend erläutert Kapitel wie man eine ATEX- oder IECEx-Bescheinigung erhält und welche Verantwortlichkeiten beim Hersteller und welche beim Benutzer liegen.