

Sichere Technik

Entzündbare Flüssigkeiten

Antworten auf häufig gestellte Fragen



T 053
Stand: Februar 2023

Inhaltsverzeichnis dieses Ausdrucks

Titel	4
1 Einleitung	5
2 Vorschriften	5
2.1 Was sind „brennbare Flüssigkeiten“?	5
2.2 Was sind „entzündbare Flüssigkeiten“?	6
2.3 Welche Vorschriften sind beim Lagern, Umfüllen und anderen Tätigkeiten mit entzündbaren, leicht entzündbaren und extrem entzündbaren Flüssigkeiten zu beachten?	6
2.4 Was bedeuten die Begriffe „überwachungsbedürftig“ und „erlaubnispflichtig“?	7
3 Hinweise zur Gefährdungsbeurteilung	7
3.1 Was ist der Flammpunkt? Welche Bedeutung hat er für die Beurteilung der Explosionsgefahr?	8
3.2 Ist der Flammpunkt dem unteren Explosionspunkt (UEP) bzw. der unteren Explosionsgrenze (UEG) gleichzusetzen?	8
3.3 Wo dürfen entzündbare, leicht entzündbare und extrem entzündbare Flüssigkeiten nicht gelagert werden?	8
3.4 Mit welchen Stoffen dürfen entzündbare, leicht entzündbare und extrem entzündbare Flüssigkeiten nicht zusammengelagert werden?	9
3.5 Dürfen in Arbeitsräumen entzündbare, leicht entzündbare und extrem entzündbare Flüssigkeiten gelagert werden?	9
3.6 Was ist der Unterschied zwischen aktiver und passiver Lagerung?	10
3.7 Was ist der Unterschied zwischen Abstand, Schutzstreifen und Zonen?	10
3.8 Was sind Zonen?	11
3.9 Welche Zonen liegen in einem Sicherheitsschrank vor?	11
3.10 Muss ein Lager mit entzündbaren Flüssigkeiten immer mindestens in Zone 2 eingestuft werden?	12
3.11 Wo findet man Hilfen zur Zoneneinteilung?	13
3.12 Welche Zonen ergeben sich z. B. beim Abfüllen in verschließbare Behälter in Räumen? ..	15
3.13 Welche Zonen ergeben sich z. B. in der Umgebung von Probenahme- und Messeinrichtungen in Räumen?	15
3.14 Welche Zonen ergeben sich z. B. beim Lagern in Räumen?	16
3.15 Wie könnte ein Explosionsschutzdokument für ein Lösemittelager in einem Raum, in dem auch umgefüllt wird, aussehen?	17
3.16 Welche Bedeutung hat die Wasserlöslichkeit brennbarer Flüssigkeiten beim Löschen von Bränden?	18
3.17 Welche Substitutionsmöglichkeiten für entzündbare, leicht entzündbare und extrem entzündbare Flüssigkeiten haben sich in der Praxis bewährt?	18
3.18 Wo findet man die sicherheitstechnischen Kenngrößen entzündbarer Flüssigkeiten?	19
3.19 Wie kann man Volumen-% in g/m ³ umrechnen?	19
3.20 Sind Dämpfe entzündbarer Flüssigkeiten schwerer oder leichter als Luft?	19
4 Angebote der BG RCI	20
4.1 Was bietet die BG RCI ihren Mitgliedsunternehmen auf dem Gebiet des Explosionsschutzes an?	20
4.2 Was sind die Explosionsschutz-Regeln (EX-RL, DGUV Regel 113-001)?	21
4.3 Was behandelt das Merkblatt T 033 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“ (DGUV Information 213-060)?	21
4.4 Was sind IVSS-Broschüren? Welche gibt es zum Thema „Explosionsschutz“?	22
4.5 Was behandelt das Merkblatt T 005 „Fassmerkblatt – Umgang mit entleerten gebrauchten Gebinden“?	23
4.6 Was behandelt das Merkblatt T 023 „Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz – Einsatz und Betrieb“ (DGUV Information 213-057)?	23
4.7 Was behandeln die Merkblätter T 049, T 050, T 054 und T 055 „Antworten auf häufig gestellte Fragen“ zu den Themen Explosionsschutz, Explosionsschutz an Maschinen, Brennbare Stäube und Gaswarneinrichtungen und -geräte?	24
4.8 Was behandelt das Merkblatt T 051 „Elektrostatik – Antworten auf häufig gestellte Fragen“? ..	24
4.9 Was enthält die CD-ROM „Explosionen – Gefahren und Schutzmaßnahmen“?	25
4.10 Was zeigt der Film „Keine Abstimmung – große Wirkung“?	25

4.11 Welche Videospots bietet die BG RCI an?	26
4.12 Wo gibt es auf der Homepage der BG RCI spezielle Angebote und Informationen zum Explosionsschutz?	27
5 Expertinnen und Experten der BG RCI	28
5.1 Welche Expertinnen und Experten gibt es zu Fragen des Explosionsschutzes, den Explosionsschutz-Regeln (EX-RL, DGUV Regel 113-001) und zur Zoneneinteilung?	28
5.2 Wer besitzt Spezialkenntnisse auf dem Gebiet der Elektrostatik?	30
5.3 Wer besitzt Spezialkenntnisse auf dem Gebiet entzündbarer Flüssigkeiten?	30
5.4 Wer besitzt Spezialkenntnisse auf dem Gebiet der Explosivstoffe (Sprengstoffe)?	30
5.5 Wer besitzt Spezialkenntnisse auf dem Gebiet der organischen Peroxide?	31
5.6 Wer besitzt Spezialkenntnisse auf dem Gebiet „Exotherme Reaktionen“?	31
5.7 Wer in der Aufsicht und Beratung hält, z. B. im Rahmen von betriebsbezogenen Seminaren, den Experimentalvortrag „Brand- und Explosionsschutz“?	31
6 Qualifizierung	32
7 Weiterführende Literatur	32
7.1 Welche Bücher zum Explosionsschutz können beispielhaft empfohlen werden?	33
7.2 Was wird in dem Buch „Statische Elektrizität Durchschauen – Überwachen – Anwenden“ dargestellt?	33
7.3 Was steht im „Kompendium Explosionsschutz – Sammlung der relevanten Vorschriften zum Explosionsschutz mit Fragen und Antworten für die Praxis“?	34
7.4 Was beinhaltet das „Praxishandbuch Zoneneinteilung – Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen“?	34
7.5 Was steht im Fachbuch „Ansätze zur integrierten Brand- und Explosionssicherheit“?	34
7.6 Was beinhalten die E-Learning-Kurse „Ex-Schutz kompakt“?	35
7.7 Was beinhaltet das „Praxislexikon Statische Elektrizität“?	35
7.8 Was behandelt das „Kompendium zur Gasmesstechnik“?	36
7.9 Was beinhaltet das Tabellenwerk „Sicherheitstechnische Kenngrößen. Band 1: Brennbare Flüssigkeiten und Gase“?	36
7.10 Was steht in dem Tabellenwerk „Sicherheitstechnische Kenngrößen. Band 2: Explosionsbereiche von Gasgemischen“?	36
7.11 Was steht in dem Tabellenwerk „Sicherheitstechnische Kenngrößen brennbarer Gase und Dämpfe“?	36
7.12 Gibt es Trainingsprozesse zum Explosionsschutz mittels „adaptivem personalisierten und mobilen Lernen“?	37
8 Kleines Lexikon	37
8.1 Behälter	37
8.2 Ortsfeste Behälter	37
8.3 Unterirdische Tanks	37
8.4 Ortsbewegliche Behälter	38
8.5 Zerbrechliche Gefäße	38
8.6 Sonstige Gefäße	38
8.7 Atmosphärische Bedingungen	38
8.8 Flammpunkt	38
8.9 Unterer/Oberer Explosionspunkt (UEP/OEP)	39
8.10 Untere Explosionsgrenze (UEG) und obere Explosionsgrenze (OEG)	39
8.11 Dampfdichte	39
8.12 Wasserlöslichkeit	39
8.13 Mindestzündenergie (MZE)	39
8.14 Temperaturklasse	39
8.15 Explosionsgruppe	40
8.16 Sauerstoffgrenzkonzentration	40
8.17 Zündtemperatur	41
8.18 Inertisierung	41
Anhang 1: Literaturverzeichnis	41
Bildnachweis	47
Sonstiges	47

Die vorliegende Schrift konzentriert sich auf wesentliche Punkte einzelner Vorschriften und Regeln. Sie nennt deswegen nicht alle im Einzelfall erforderlichen Maßnahmen. Seit Erscheinen der Schrift können sich darüber hinaus der Stand der Technik und die Rechtsgrundlagen geändert haben.

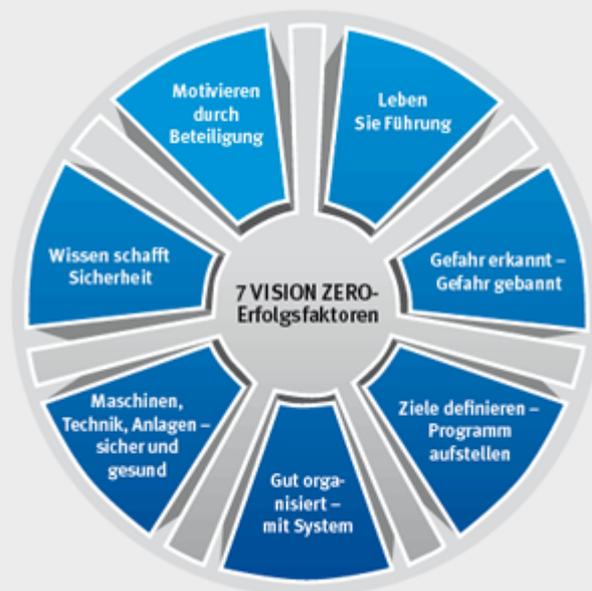
Die Schrift wurde sorgfältig erstellt. Dies befreit nicht von der Pflicht und Verantwortung, die Angaben auf Vollständigkeit, Aktualität und Richtigkeit selbst zu überprüfen.

Das Arbeitsschutzgesetz spricht vom Arbeitgeber, das Sozialgesetzbuch VII und die Unfallverhütungsvorschriften der Unfallversicherungsträger vom Unternehmer. Beide Begriffe sind nicht völlig identisch, weil Unternehmer/innen nicht notwendigerweise Beschäftigte haben. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Thematik ergeben sich daraus keine relevanten Unterschiede, sodass „die Unternehmerin/der Unternehmer“ verwendet wird.

VISION ZERO.

NULL UNFÄLLE – GESUND ARBEITEN!

Die **VISION ZERO** ist die Vision einer Welt ohne Arbeitsunfälle und arbeitsbedingte Erkrankungen. Höchste Priorität hat dabei die Vermeidung tödlicher und schwerer Arbeitsunfälle sowie Berufskrankheiten. Eine umfassende Präventionskultur hat die VISION ZERO zum Ziel.



Nähere Informationen zur VISION ZERO-Präventionsstrategie finden Sie unter www.bgrci.de/praevention/vision-zero.

In dieser Schrift besonders angesprochener Erfolgsfaktor:
„Maschinen, Technik, Anlagen – sicher und gesund“

1 Einleitung

In dieser Schrift werden Antworten auf die am häufigsten gestellten Fragen zu entzündbaren Flüssigkeiten gegeben.

Die Idee für eine solche Fragensammlung entstand, als unsere Expertinnen und Experten bei Betriebsberatungen, telefonischen Anfragen, auf Tagungen und bei Fortbildungsseminaren den Bedarf für konkrete Antworten auf immer wiederkehrende, spezielle Fragen erkannten. Diese Fragen wurden gesammelt und in Arbeitskreisen der BG RCI unter Beteiligung der Industrie beraten. Das Ergebnis ist eine strukturierte Zusammenstellung von Fragen und Antworten, die mit dem vorliegenden Merkblatt allen Interessierten zur Verfügung gestellt wird.

Diese Schrift richtet sich nicht nur an Vorgesetzte, sondern soll auch den Fachkräften für Arbeitssicherheit, Betriebsärztinnen und Betriebsärzten, Sicherheitsbeauftragten, Betriebsrätinnen und Betriebsräten und allen anderen Beschäftigten als Informationsquelle dienen.

Die vorliegende Schrift ist eines von insgesamt 8 Merkblättern der BG RCI mit häufig gestellten Fragen und ihren Antworten rund um den Explosionsschutz. Die anderen sind:

- T 049: Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen
- T 050: Explosionsschutz an Maschinen – Antworten auf häufig gestellte Fragen
- T 051: Elektrostatik – Antworten auf häufig gestellte Fragen
- T 054: Brennbare Stäube – Antworten auf häufig gestellte Fragen
- T 055: Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen
- M 058: Organische Peroxide – Antworten auf häufig gestellte Fragen (DGUV Information 213-096)
- M 063: Lagerung von Gefahrstoffen – Antworten auf häufig gestellte Fragen (DGUV Information 213-085)

2 Vorschriften

2.1 Was sind „brennbare Flüssigkeiten“?

Brennbar sind all diejenigen Flüssigkeiten, die in Form von Flüssigkeit, Dampf oder Gemischen davon, bei Entzündung eine exotherme Reaktion mit Luft eingehen können.

Dazu gehören entsprechend der Definition im Begriffsglossar zu den Regelwerken der Betriebssicherheitsverordnung, der Biostoffverordnung und der Gefahrstoffverordnung¹ der BAuA

1. gemäß CLP-Verordnung entsprechend eingestufte und gekennzeichnete Stoffe und Gemische; dazu zählen Stoffe und Gemische, die mit GHS01 (explodierende Bombe) oder GHS02 (Flamme) gekennzeichnet sind sowie entzündbare Gase, Kat. 2, H221, und
2. andere Flüssigkeiten als die in Nummer 1 genannten mit einem Flammpunkt bis 370 °C; eine geeignete Methode, die bis 370 °C anwendbar ist, ist z. B. die Methode nach Pensky-Martens mit geschlossenem Tiegel (siehe DIN EN ISO 2719)

1 www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/Glossar/Glossar_node.html

Brennbare Flüssigkeiten gehören, wie brennbare Stäube auch, zu den „brennbaren Stoffen“ (siehe Frage 3.5 des Merkblattes T 049).

2.2 Was sind „entzündbare Flüssigkeiten“?

Wann ein Stoff als entzündbar bezeichnet wird, leitet sich aus der CLP-Verordnung ab. Die CLP-Verordnung ist eine EU-Chemikalienverordnung mit der Nummer 1272/2008, die unter anderem die Kennzeichnung von Stoffen regelt. Entzündbare Flüssigkeiten sind demnach Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von maximal 60 °C.

Sie werden entsprechend Tabelle 1 in Abhängigkeit von ihrem Flammpunkt und dem Siedebeginn in Kategorien eingeteilt.

Tabelle 1: Kriterien für entzündbare Flüssigkeiten

Gefahrenhinweis	Kriterien	Gefahrenkategorie
Flüssigkeit und Dampf extrem entzündbar (H224)	Flammpunkt < 23 °C und Siedebeginn ≤ 35 °C	1
Flüssigkeit und Dampf leichtentzündbar (H225)	Flammpunkt < 23 °C und Siedebeginn > 35 °C	2
Flüssigkeit und Dampf entzündbar (H226)	Flammpunkt 23 °C–60 °C	3

Im Sinne der CLP-Verordnung können auch Gasöle, Diesel und leichte Heizöle, die einen Flammpunkt zwischen 55 °C und 75 °C haben, zur Kategorie 3 gehören.

Entzündbare Flüssigkeiten fallen immer auch unter den Begriff „brennbar“. Sie sind also eine Teilmenge der brennbaren Flüssigkeiten. Nur weil eine Flüssigkeit nicht als entzündbar eingestuft ist bedeutet es also nicht, dass sie nicht trotzdem brennbar sein kann. Die fehlende Einstufung schließt folglich die mögliche Bildung eines gefährlichen explosionsfähigen Gemischs, z. B. durch Erhitzen oder Versprühen, nicht aus.

2.3 Welche Vorschriften sind beim Lagern, Umfüllen und anderen Tätigkeiten mit entzündbaren, leicht entzündbaren und extrem entzündbaren Flüssigkeiten zu beachten?

Es sind zu beachten:

- Die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), die in § 6 Abs. 4, 8 und 9, § 11 sowie Anhang I Nr. 1 die für Brand- und Explosionsgefahren geltenden Mindestvorschriften vorgibt.²
- Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 509 und TRGS 510. In der TRGS 509 wird die Lagerung in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter, in der TRGS 510 die Lagerung in ortsbeweglichen Behältern geregelt.

2 Siehe Anhang 1 Nr. (8)

- TRGS 720 bis TRGS 724. Diese Technischen Regeln betreffen die Beurteilung und Vermeidung gefährlicher explosionsfähiger Gemische oder Atmosphäre sowie Schutzmaßnahmen, wenn gefährliche explosionsfähige Gemische oder Atmosphäre auftreten kann.
- Die TRGS 727 und das Merkblatt T 033 der BG RCI zur Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung.
- TRBS 3151 bzw. TRGS 751 zur Vermeidung von Brand-, Explosions- und Druckgefährdungen an Tankstellen und Füllanlagen zur Befüllung von Landfahrzeugen.

2.4 Was bedeuten die Begriffe „überwachungsbedürftig“ und „erlaubnispflichtig“?

„Überwachungsbedürftig“ sind nach BetrSichV § 2 Abs. 13 unter anderem folgende Anlagen:

- Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen,
- Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten,
- Anlagen zur Abfüllung von verdichteten, verflüssigten oder unter Druck gelösten Gasen.

Nach § 18 der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) gibt es einen Erlaubnisvorbehalt für einen Teil der überwachungsbedürftigen Anlagen durch die Behörde.

Beispiele:

- Lageranlagen für entzündbare, leicht entzündbare oder extrem entzündbare Flüssigkeiten mit einem Gesamtrauminhalt von mehr als 10 000 l,
- Füllstellen für entzündbare, leicht entzündbare oder extrem entzündbare Flüssigkeiten mit einer Umschlagkapazität von mehr als 1000 l je Stunde.

Die vorgenannten Anlagen bedürfen einer Erlaubnis, sie werden in der aktuellen BetrSichV auch als „erlaubnispflichtig“ bezeichnet (in der Vorläuferverordnung: „erlaubnisbedürftige Anlagen“).

Beim Lagern oder Umfüllen entzündbarer, leicht entzündbarer und extrem entzündbarer Flüssigkeiten ist ein vom Gefahrenpotenzial abhängiges Maß an Anforderungen und Schutzmaßnahmen einzuhalten.

Dieses wird bestimmt von

- der Menge und der Gefahrenkategorie der entzündbaren Flüssigkeiten,
- den gewählten Lagerbehältern und
- dem Ort und der Art der Tätigkeit, z. B. Transport, Lagerung in Räumen, Füllstelle.

Die Maßnahmen sind in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 509 und 510 festgelegt. Hier werden z. B. Anforderungen an den Bau der Läger, an Ausrüstungsteile für Tanks sowie Füll- und Entleerstellen sowie an den Brand- und Explosionsschutz genannt.

3 Hinweise zur Gefährdungsbeurteilung

3.1 Was ist der Flammpunkt? Welche Bedeutung hat er für die Beurteilung der Explosionsgefahr?

Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur einer Flüssigkeit, bei der sich unter bestimmten genormten Bedingungen aus der Flüssigkeit Dämpfe in solcher Menge entwickeln, dass sie fähig sind, ein entflammables Dampf/Luft-Gemisch zu bilden.³ Liegt der Flammpunkt z. B. bei Lösemittelgemischen ohne halogenierte Komponente mindestens 15 Kelvin (K) über der Verarbeitungs- bzw. Umgebungstemperatur, so ist für diese Gemische nicht mit der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen, wenn ein Verspritzen und Versprühen ausgeschlossen ist. Bei reinen, nicht halogenierten Flüssigkeiten beträgt diese Differenz mindestens 5 K. Bei halogenierten Stoffen oder Gemischen, die halogenierte Komponenten enthalten, können diese Sicherheitsabstände nicht pauschal angewandt werden.

Beispiel: In einer Werkstatt wird ein Lösemittel zum Reinigen von Metallteilen mit einem Flammpunkt von 45 °C eingesetzt. Gereinigt wird mittels Pinsel. Versprühen, Verspritzen und Erwärmen, etwa durch Heizeinrichtungen, sind ausgeschlossen. Selbst in den Sommermonaten werden in der Werkstatt keine Temperaturen über 30 °C gemessen. Damit bleibt die Verarbeitungstemperatur immer mindestens 15 K unter dem Flammpunkt. Somit besteht bei Verwendung dieses Lösemittels unter den gegebenen Bedingungen keine Explosionsgefahr. Werden keine weiteren Stoffe eingesetzt, die in der Lage sind, explosionsfähige Atmosphäre zu bilden, besteht keine Explosionsgefahr.

3.2 Ist der Flammpunkt dem unteren Explosionspunkt (UEP) bzw. der unteren Explosionsgrenze (UEG) gleichzusetzen?

Nein. Der untere Explosionspunkt ist die auf 1,013 bar bezogene Temperatur einer brennbaren Flüssigkeit, bei der die Konzentration (Stoffmengenanteil) des gesättigten Dampfes im Gemisch mit Luft der unteren Explosionsgrenze entspricht.

Der im geschlossenen Tiegel bestimmte Flammpunkt liegt ein wenig (etwa 3 K) höher als die Temperatur, bei der die Konzentration des gesättigten Dampf-/Luft-Gemisches die untere Explosionsgrenze erreicht hat. Die im offenen Tiegel bestimmten Flammpunkte liegen dagegen im Allgemeinen erheblich höher (bis zu 20 K).

Diese Abweichungen sind unter anderem damit zu begründen, dass die Explosionspunkte und über die Dampfdruckkurve auch die Explosionsgrenzen Stoffeigenschaften sind, während der Flammpunkt eine von der Versuchsanordnung (Flammpunktprüfgerät) abhängige Größe ist.

3.3 Wo dürfen entzündbare, leicht entzündbare und extrem entzündbare Flüssigkeiten nicht gelagert werden?

Unzulässig ist die Lagerung entzündbarer, leicht entzündbarer und hochentzündbarer Flüssigkeiten an folgenden Orten (TRGS 510 Abschnitt 4.2 Abs. 5):

- Verkehrswege, z. B. Treppenträume, Flucht- und Rettungswege, Durchgänge, Durchfahrten und enge Höfe,
- Pausen-, Bereitschafts-, Sanitär-, Sanitätsräume oder Tagesunterkünfte.

Zudem dürfen ortsbewegliche Behälter in Arbeitsräumen nur gelagert werden, wenn die Lagerung mit dem Schutz der Beschäftigten vereinbar ist. Die Lagerung hat in besonderen Einrichtungen zu erfolgen, falls dies gemäß Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung erforderlich ist.

3 Nr. 3.53 der DIN EN 13237 – siehe Anhang 1 Nr. (42)

Für ortsfeste Behälter gilt ein zusätzliches Aufstellungsverbot gemäß TRGS 509 Abschnitt 4.2 Abs. 1 an folgenden Stellen:

- enge Höfe,
- auf Dächern von Krankenhäusern, Schulen, Versammlungsstätten, Bürohäusern und ähnlich genutzten Gebäuden sowie deren Dachräume.

3.4 Mit welchen Stoffen dürfen entzündbare, leicht entzündbare und extrem entzündbare Flüssigkeiten nicht zusammengelagert werden?

Entzündbare, leicht entzündbare und extrem entzündbare Flüssigkeiten müssen in Bezug auf die folgenden Stoffe in unterschiedlichen Lagerabschnitten gelagert werden:

- explosive Stoffe
- Gase
- radioaktive Stoffe
- ansteckungsgefährliche Stoffe
- nicht brennbare akut toxische Stoffe
- organische Peroxide und selbstzersetzliche Stoffe
- Ammoniumnitrat und ammoniumnitrathaltige Stoffe
- stark oxidierende Stoffe
- Stoffe, die in Verbindung mit Wasser entzündbare Gase bilden
- Pyrophore oder selbsterhitzungsfähige Stoffe
- entzündbare, feste oder desensibilisierte explosive Stoffe
- sonstige explosionsgefährliche Stoffe

Die Abtrennung zwischen den Lagerabschnitten muss eine Feuerwiderstandsklasse von 90 Minuten aufweisen. Nach Abschnitt 13.4 der TRGS 510 ist unter bestimmten Voraussetzungen eine Zusammenlagerung mit den oben genannten Stoffgruppen erlaubt.

Dies ist der Fall, wenn

1. nicht mehr als 400 kg Gefahrstoffe gelagert werden, davon höchstens 200 kg je Lagerklasse,
2. Gefahrstoffe in Mengen bis zu 200 kg in ein Lager für die Lagerklassen 6.1C, 6.1D, 8A, 8B und 10 bis 13 hinzugelagert werden und
3. keine Gefährdungserhöhung zu befürchten ist.

Siehe auch TRGS 509 „Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter“ Abschnitt 12, TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“ Abschnitt 13, sowie die Merkblätter M 062 „Lagerung von Gefahrstoffen“ und M 063 „Lagerung von Gefahrstoffen – Antworten auf häufig gestellte Fragen“.

3.5 Dürfen in Arbeitsräumen entzündbare, leicht entzündbare und extrem entzündbare Flüssigkeiten gelagert werden?

Allgemein gilt, dass die am Arbeitsplatz vorhandene Menge an Gefahrstoffen auf die für den Fortgang der Tätigkeiten erforderliche Menge begrenzt ist. Dies kann beispielsweise der Tages- oder Schichtbedarf sein.

In Arbeitsräumen sind Gefahrstoffe in besonderen Einrichtungen zu lagern. Die Mindestanforderungen für diese besonderen Einrichtungen sind in der Regel durch die Maßnahmen nach Abschnitt 4.2 TRGS 510 mit abgedeckt. Hierzu zählen:

- Aufbewahrung in ortsbeweglichen Behältern, die so beschaffen, geeignet und verschlossen sein, dass vom Inhalt nichts ungewollt nach außen gelangen kann (z. B. Behälter, die Anforderungen gemäß Gefahrgutrecht erfüllen).
- In unmittelbarer Nähe von Lagerbehältern mit entzündbaren Gefahrstoffen dürfen sich keine wirksamen Zündquellen befinden.
- Bei der Lagerung von entzündbaren Flüssigkeiten, Kat. 1, 2 und 3, H224, H225, H226 außerhalb von Lagern ist das Fassungsvermögen der einzelnen Behälter wie folgt zu begrenzen:
 1. 2,5 l für zerbrechliche Behälter,
 2. 10 l für nicht zerbrechliche Behälter und
 3. 20 l für nach Gefahrgutrecht zulässige Behälter.Die Lagerung entzündbarer Flüssigkeiten in Sicherheitsschränken nach Anhang 1 TRGS 510 wird empfohlen.

Ab folgenden Mengenschwellen gelten die weiterführenden Anforderungen der Abschnitte 6, 7 und 12 der TRGS 510:

- 20 kg insgesamt für extrem und leicht entzündbare Flüssigkeiten, davon maximal 10 kg für extrem entzündbare Flüssigkeiten,
- 100 kg für entzündbare Flüssigkeiten.

Siehe auch die Merkblätter M 062 „Lagerung von Gefahrstoffen“ und M 063 „Lagerung von Gefahrstoffen – Antworten auf häufig gestellte Fragen“.

3.6 Was ist der Unterschied zwischen aktiver und passiver Lagerung?

Aktives Lagern im Sinne der TRGS 509 ist das Aufbewahren entzündbarer Flüssigkeiten mit Flammpunkt ≤ 55 °C in ortsbeweglichen Behältern, die am Ort der Lagerung über eine fest angeschlossene Rohrleitungs- oder Schlauchleitungsverbindung über einen Zeitraum von mehr als 24 Stunden entweder befüllt oder entleert werden und sowohl vor als auch nach der Befüllung bzw. Entleerung transportiert werden.

Unter dem Begriff passive Lagerung versteht man die Lagerung in gefahrgutrechtlich zulässigen Transportbehälter, die dicht verschlossen sind und während des Aufbewahrens im Lager weder befüllt noch entleert noch zu sonstigen Zwecken geöffnet werden.

3.7 Was ist der Unterschied zwischen Abstand, Schutzstreifen und Zonen?

Zum Schutz vor gegenseitiger Brandeinwirkung ist zwischen oberirdischen Behältern im Freien und Anlagen oder Gebäuden der erforderliche Abstand einzuhalten. Der Mindestabstand liegt für oberirdische Behälter zur Lagerung entzündbarer, leicht entzündbarer und extrem entzündbarer Flüssigkeiten je nach Gesamtlagermenge zwischen 3 und 10 Metern.

Schutzstreifen sind Bereiche, die das Lager gegen jegliche Gefahren der Zündung durch Zündquellen von außen sichern sollen. Es handelt sich dabei um die Abstandsflächen zwischen Anlagen und Gebäuden auf der einen Seite und diesen am nächsten stehenden Tanks, ortsbeweglichen Behältern, z. B. Fässer, sowie Auffangräumen auf der anderen Seite. So dürfen im Schutzstreifen z. B. keine Stoffe gelagert werden, die zur Entstehung und Ausbreitung eines Brandes führen. Die Breite und weitere Anforderungen an den Schutzstreifen sind der TRGS 509 Abschnitt 9.2 bzw. der TRGS 510 Abschnitt 12.4.2 zu entnehmen.

Explosionsgefährdete Bereiche können nach der Häufigkeit des Auftretens und der Dauer des Vorhandenseins einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre in Zonen eingeteilt werden. Aus der Zoneneinteilung sind Anforderungen an die Zündquellenvermeidung in Abhängigkeit von der Häufigkeit des Auftretens und der Dauer des Vorhandenseins einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre abzuleiten.

3.8 Was sind Zonen?

Explosionsgefährdete Bereiche können entsprechend der Gefahrstoffverordnung Anhang 1 Nr. 1.7 unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung in Zonen eingeteilt werden.

Zonen charakterisieren explosionsgefährdete Bereiche in Abhängigkeit von der Häufigkeit und Dauer des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre. Für Bereiche, die durch brennbare bzw. entzündbare Gase, Dämpfe oder Nebel explosionsgefährdet sind, gelten gemäß Gefahrstoffverordnung Anhang 1 Nr. 1.7 folgende Zonen:

- Zone 0** ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.
- Zone 1** ist ein Bereich, in dem sich im Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.
- Zone 2** ist ein Bereich, in dem im Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht auftritt, und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit.

Bemerkungen:

- Der Begriff „häufig“ ist im Sinne von „zeitlich überwiegend“ zu verwenden.
- Zur Definition des Begriffs „Normalbetrieb“ siehe Frage 3.21 des Merkblattes T 049.
- In der Schrift FBRCl-015 „Erläuterungen zur Zoneneinteilung“ wird die Expertenmeinung des Sachgebiets Explosionsschutz wiedergegeben, welche Kriterien heranzuziehen sind, wenn es darum geht, ob
 - eine Zone 0 oder eine Zone 1,
 - eine Zone 20 oder eine Zone 21
 - eine Zone 1 oder eine Zone 2
 - eine Zone 21 oder eine Zone 22festzulegen ist.
- Schichten, Ablagerungen und Aufhäufungen von brennbarem Staub sind wie jede andere Ursache, die zur Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre führen kann, zu berücksichtigen.

Diese Zonendefinitionen sind auf der Basis der Richtlinie 1999/92/EG⁴ in allen EU-Mitgliedstaaten gleich.

3.9 Welche Zonen liegen in einem Sicherheitsschrank vor?

Es ist zwischen Sicherheitsschränken mit und ohne technische Lüftung zu unterscheiden.

4 Siehe Anhang 1 Nr. (4)

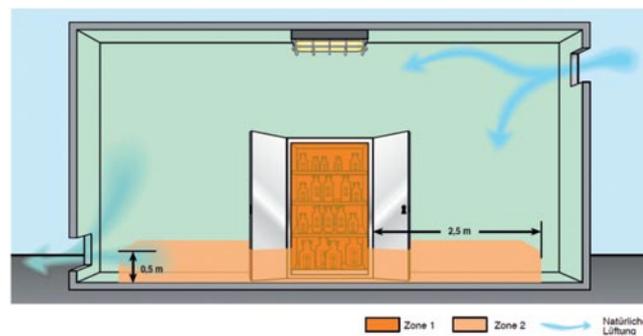
Das Innere eines Sicherheitsschranks mit technischer Lüftung ist zonenfrei, wenn die Behälter dicht verschlossen sind, eine regelmäßige Kontrolle auf Dichtheit stattfindet, das Öffnen der Behälter ausgeschlossen ist (kein Abfüllen oder Umfüllen und keine Probenahme) und die Behälter außen nicht durch entzündbare Flüssigkeiten benetzt sind. Sind diese Bedingungen nicht alle erfüllt, so ist im Inneren des Sicherheitsschranks eine Zone 2 festzulegen. Im Arbeitsraum ist um technisch belüftete Sicherheitsschränke herum keine Zone festgelegt, sofern nicht durch andere Emissionsquellen im Raum gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann. Das Innere der Abluftleitung ist in die gleiche Zone einzustufen wie das Innere des Sicherheitsschranks.

Bei einem Sicherheitsschrank ohne technische Lüftung entspricht das Innere einem explosionsgefährdeten Bereich der Zone 2, wenn die in Satz 1 des vorausgehenden Absatzes genannten Bedingungen erfüllt sind. Sind nicht alle Bedingungen erfüllt, entspricht dies einer Zone 1.

Der Bereich um Sicherheitsschränke ohne technische Lüftung ist keine Zone, wenn im Inneren Zone 2 vorliegt. Ist das Innere des Sicherheitsschranks jedoch in Zone 1 eingestuft, so ist der Umkreis von mindestens 2,5 m um den Sicherheitsschrank herum bis zu einer Höhe von mindestens 0,5 m über dem Fußboden explosionsgefährdeter Bereich der Zone 2 (siehe Abbildung 1).

In technisch belüfteten Arbeitsräumen mit einem mindestens fünffachen Luftwechsel pro Stunde kann der explosionsgefährdete Bereich der Zone 2 auf 1 m vor dem Sicherheitsschrank und 0,5 m seitlich vom Sicherheitsschrank sowie auf eine Höhe von 0,3 m über dem Fußboden verringert werden.

Abbildung 1: Zoneneinteilung beim Betreiben eines nicht belüfteten Sicherheitsschranks



3.10 Muss ein Lager mit entzündbaren Flüssigkeiten immer mindestens in Zone 2 eingestuft werden?

Liegt für alle gelagerten Stoffe der Flammpunkt sicher über der Lagertemperatur, kann sich keine explosionsfähige Atmosphäre bilden und es handelt sich nicht um einen explosionsgefährdeten Bereich. Dies ist der Fall, wenn

- reine Flüssigkeiten, die einen Flammpunkt über 35 °C haben, oder
- Gemische, die einen Flammpunkt über 45 °C haben,

gelagert werden, Versprühen oder Vernebeln ausgeschlossen ist und die Flüssigkeiten bei der Lagerung nicht auf Temperaturen über 30 °C erwärmt werden können.

Hinsichtlich des Explosionsschutzes ist auch keine Lüftung des Lagerraumes erforderlich.

Explosionsgefährdete Bereiche müssen ebenfalls nicht ausgewiesen werden, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Behälter sind dicht verschlossen und das Öffnen im Lager ist ausgeschlossen (passive Lagerung, siehe Frage 3.6),

- das Lager wird regelmäßig begangen und die Behälter werden regelmäßig auf Dichtheit kontrolliert,
- die Lagerhöhe ist kleiner als die nach den gefahrgutrechtlichen Vorschriften vorgegebene Fallhöhe und
- die Beschädigung der Behälter durch Transporteinrichtungen ist weitgehend ausgeschlossen durch Einsatz besonderer Transporteinrichtungen, z. B. Verwendung von Fassgreifern statt Gabelstaplerzinken.

Ist eine Bedingung nicht erfüllt, handelt es sich bei dem Lager um einen explosionsgefährdeten Bereich, der in eine Zone eingestuft werden sollte. Hinweise, welche Zone in welcher Ausdehnung dann sinnvoll ist, finden sich in Frage 3.14 in dieser Schrift sowie in den Explosionsschutz-Regeln (EX-RL, DGUV Regel 113-001) in der Beispielsammlung zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen Nr. 2.11.1.

3.11 Wo findet man Hilfen zur Zoneneinteilung?

Neben der Sammlung von Beispielen zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen in der Anlage 4 der Explosionsschutz-Regeln (EX-RL, DGUV Regel 113-001) gibt es vielfältige Schriften mit Beispielen zur Zoneneinteilung. Mit dem Sachgebiet „Explosionsschutz“ im Fachbereich „Rohstoffe und chemische Industrie“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) wurden beispielsweise die in Tabelle 2 zusammengestellten Regeln, Merkblätter oder Informationen abgestimmt (siehe auch Anlage 4 Punkt 5 DGUV Regel 113-001).

Tabelle 2: Mit dem Sachgebiet „Explosionsschutz“ im Fachbereich „Rohstoffe und chemische Industrie“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) abgestimmte Schriften mit Beispielen zur Zoneneinteilung

Titel	Nummer
Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern	TRGS 507
Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter	TRGS 509
Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern	TRGS 510
Vermeidung von Brand-, Explosions- und Druckgefährdungen an Tankstellen und Füllanlagen zur Befüllung von Landfahrzeugen	TRGS 751/TRBS 3151
Lösemittel	Merkblatt M 017 (DGUV Information 213-072) der BG RCI
Fassmerkblatt – Umgang mit entleerten gebrauchten Gebinden	Merkblatt T 005 der BG RCI
Schleifen, Bürsten und Polieren von Aluminium – Vermeiden von Staubbränden und Staubexplosionen	DGUV Regel 109-001
Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen (deutsche Version)	DGUV Information 209-026
Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen (englische Version)	DGUV Information 209-027
Lackerräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe; Bauliche Einrichtungen, Brand- und Explosionsschutz, Betrieb	DGUV Information 209-046
Elektrostatistisches Beschichten	DGUV Information 209-052
Sicherheitstechnische Hinweise über das Verwenden von Aluminiumpulver, -pellets und -pasten bei der Herstellung von Porenbeton	DGUV Information 213-003
Reinigen von Werkstücken mit Reinigungsflüssigkeiten	DGUV Information 209-088
Einsatz von Flurförderzeugen – Batterieladegeräte für Flurförderzeuge	BGHW Spezial SP 02
Technische Regel Flüssiggas	TRF 2021
Praxisleitfaden zur Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes für Brennereien und Spirituosenbetriebe	FSA-Schriftenreihe Nr. F05-0501/05-08
Praxisleitfaden zur Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes für Betriebe der Getreideverarbeitung, Getreidelagerung und des Handels	FSA-Schriftenreihe Nr. F05-0501/01-06

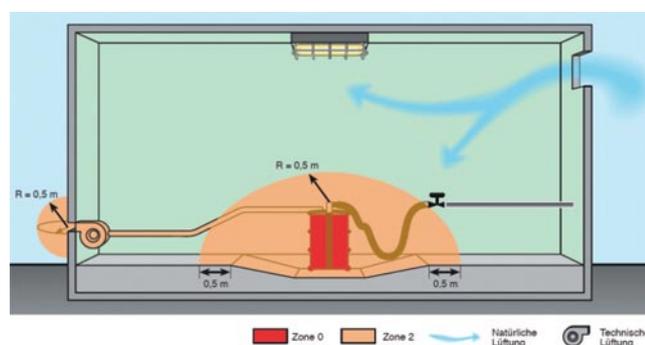
Flüssiggasanlagen, Flüssiggasflaschen – Beispiele zur Zoneneinteilung	Hinweise der BGN, vorschriften.bgn-branchenwissen.de/daten/bgn/fachartikel/fluessiggasanlagen/titel.htm
Leitfaden zur Vermeidung von Staubexplosionen bei der Gewinnung und Verarbeitung von Zucker	BG RCI www.exinfo.de , Seiten ID #NQK8

3.12 Welche Zonen ergeben sich z. B. beim Abfüllen in verschließbare Behälter in Räumen?

Dieses Beispiel (siehe Abbildung 2) findet man in der Beispielsammlung der Explosionsschutz-Regeln (EX-RL, DGUV Regel 113-001) unter Punkt 2.3.2.1 c1.1) in Verbindung mit Punkt 2.9 a3) mit folgenden Rahmenbedingungen:

- Der Flammpunkt liegt nicht ausreichend über der Verarbeitungstemperatur (siehe auch Frage 3.1 dieser Schrift).
- Das Volumen des einzelnen Gebindes liegt zwischen 5 l und 1 m³.
- Abfüllung mit einer Förderrate von nicht mehr als 200 l pro Stunde.
- Wirksame Objektabsaugung an der Befüllöffnung, die eine Gemischfreisetzung in die angrenzende Umgebung während des gesamten Füllvorgangs (einschließlich Öffnen und Verschließen der Behälter und Abdampfen benetzter Füllrohre) ausschließt.
- Leckagemengen werden aufgefangen und sofort beseitigt.
- Absaugung unmittelbar an der Auffangwanne.

Abbildung 2: Beispiel für die Zoneneinteilung beim Abfüllen in verschließbare Behälter in Räumen



3.13 Welche Zonen ergeben sich z. B. in der Umgebung von Probenahme- und Messeinrichtungen in Räumen?

Dieses Beispiel findet man in der (Beispielsammlung der Explosionsschutz-Regeln (EX-RL, DGUV Regel 113-001 unter Punkt 2.6 b2)) mit folgenden Rahmenbedingungen:

- Die offene Probenahme erfolgt unter Kontrolle.
- Austritt nur kleiner Mengen ist möglich.

- Eine Objektabsaugung ist vorhanden.
- Der Flammpunkt liegt nicht ausreichend über der Verarbeitungstemperatur. Innerhalb des Behälters, der Rohrleitung oder der Apparatur muss folglich vom zeitlich überwiegenden Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre ausgegangen werden ($\hat{=}$ Zone 0).

Im Behälter ist Zone 0. Im Nahbereich der Probenahmestelle ist Zone 2.

3.14 Welche Zonen ergeben sich z. B. beim Lagern in Räumen?

Das Beispiel 1 (siehe Abbildung 3) findet man in der Beispielsammlung der Explosionsschutz-Regeln (EX-RL, DGUV Regel 113-001) unter Punkt 2.11.1 b5) mit folgenden Rahmenbedingungen:

- Das Raumvolumen ist größer 100 m^3 .
- Der Flammpunkt liegt nicht ausreichend über der Lagertemperatur (siehe auch Frage 3.1 dieser Schrift).
- Die zulässige Lagerhöhe ist größer als die nach gefahrgutrechtlichen Vorschriften vergebene Fallhöhe.
- Die Behälter sind jedoch dicht verschlossen.

Abbildung 3: Beispiel 1 für die Zoneneinteilung beim Lagern in Räumen größer 100 m^3 .

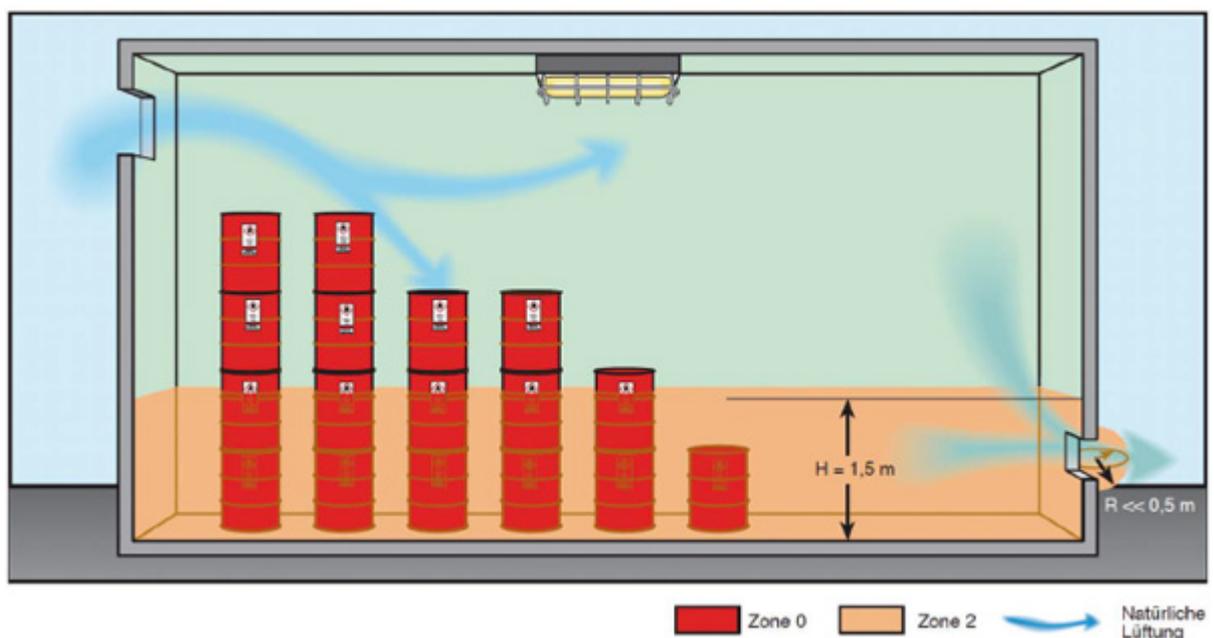
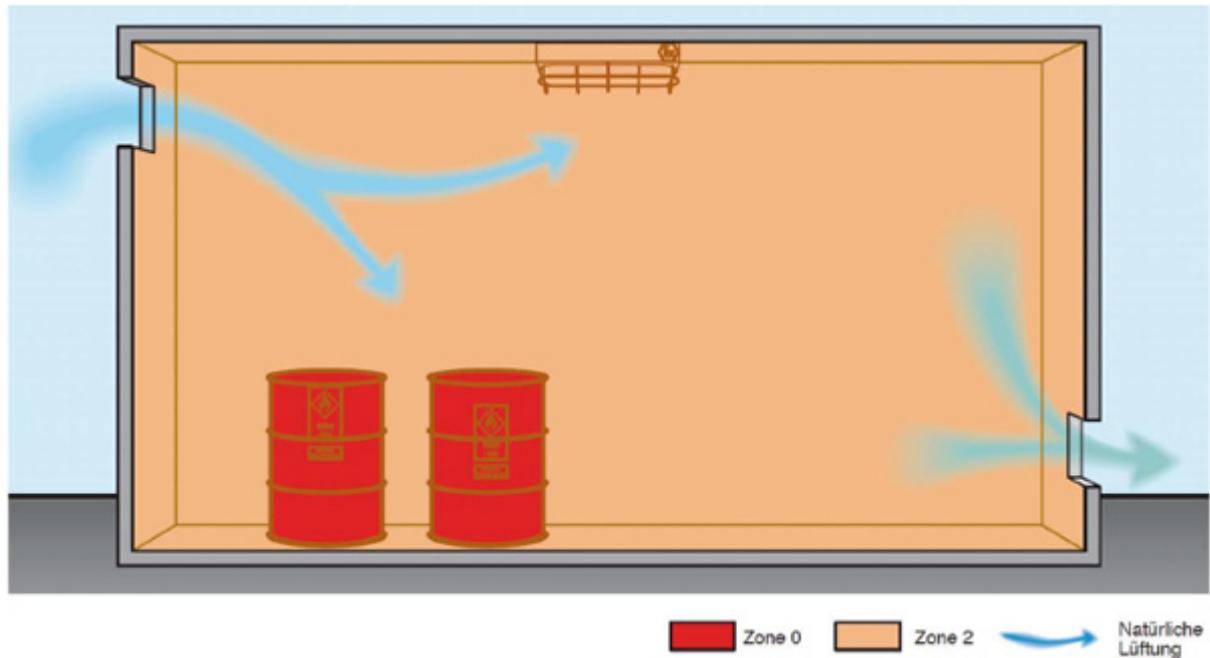


Abbildung 4: Beispiel 2 für die Zoneneinteilung beim Lagern in Räumen kleiner 100 m³.



Das Beispiel 2 (siehe Abbildung 4) findet man in der (EX-RL – Beispielsammlung unter Punkt 2.11.1 b5)) mit folgenden Rahmenbedingungen:

- Das Raumvolumen ist kleiner 100 m³.
- Der Flammpunkt liegt nicht ausreichend über der Lagertemperatur (siehe auch Frage 3.1 dieser Schrift).
- Das Öffnen der Behälter kann nicht sicher ausgeschlossen werden.
- Die Behälter sind jedoch dicht verschlossen.

3.15 Wie könnte ein Explosionsschutzdokument für ein Lösemittelager in einem Raum, in dem auch umgefüllt wird, aussehen?

In der DGUV Information 213-106 „Explosionsschutzdokument“ ist ein allgemein gültiges Muster für den Aufbau des Explosionsschutzdokuments enthalten:

1. Angaben des Betriebes/Betriebsteils/Arbeitsbereichs
2. Verantwortlicher für den Betrieb/Betriebsteil/Arbeitsbereich, Erstellungsdatum und Anhänge sowie mitgeltende Dokumente
3. Kurzbeschreibung der baulichen und geografischen Gegebenheiten
4. Verfahrensbeschreibung
5. Stoffdaten
6. Beurteilung des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Gemische
7. Explosionsschutzmaßnahmen (Explosionsschutzkonzept)

Beispiele für ein solches Explosionsschutzdokument befinden sich auf www.exinfo.de, Seiten-ID #2BK8.

3.16 Welche Bedeutung hat die Wasserlöslichkeit brennbarer Flüssigkeiten beim Löschen von Bränden?

Brände wasserlöslicher, brennbarer Flüssigkeiten lassen sich mit Wasser löschen. Neben dem Hauptlöscheffekt des Wassers, dem Kühleffekt, wirkt hier auch der Verdünnungseffekt. So wird z. B. Alkohol bis zur Nichtentflammbarkeit verdünnt.

Brände nicht wasserlöslicher brennbarer Flüssigkeiten können nur sehr eingeschränkt mit Wasser bekämpft werden, wobei spezielle Lösungsverfahren erforderlich sind (z. B. Hochdruckwassernebel-Verfahren, Düsenlöschverfahren).

3.17 Welche Substitutionsmöglichkeiten für entzündbare, leicht entzündbare und extrem entzündbare Flüssigkeiten haben sich in der Praxis bewährt?

In Lacken auf Wasserbasis sind organische Lösemittel teilweise oder vollständig durch Wasser ersetzt. In dem Forschungsbericht W-57 der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB)⁵ zum Thema „Vermeiden der Entzündung von Sprühnebeln handelsüblicher wasserverdünnter Lacke (Wasserlacke) beim Verarbeiten mit elektrostatischen Sprühanlagen und -einrichtungen“ wurden 120 Wasserlacke und in einem späteren Vorhaben PV 37001 weitere 41 Lacke untersucht.

Zur Methodik gehören

- chemisch-physikalische Analysen gebräuchlicher Wasserlacke,
- Zündversuche an versprühten Wasserlacken mit offener Flamme oder Lichtbogen (zur Ermittlung der Entzündbarkeit) und
- Zündversuche mit Kondensator-Entladungsfunken (zur Ermittlung der Mindestzündenergie).

Im Ergebnis wurden die Wasserlacke in die drei Klassen „unbrennbar“, „nicht selbstständig brennbar“ und „selbstständig brennbar“ eingeteilt. Für einen kleinen Teil der Lacke wurde festgestellt, dass diese brennbar sind. Es wurden ein Diagramm und eine Formel aufgestellt für die Abhängigkeit der Brennbarkeit von Lösemittelart und Lackzusammensetzung, die eine gezielte Formulierung ermöglichen.

Wasserlacke sind nicht brennbar, wenn:

$$(\text{Wasser} [\%]) > \left(\frac{63}{37} \cdot (\text{Organisches Lösemittel} [\%]) + \frac{49}{51} \cdot (\text{Organischer Feststoff} [\%]) \right)$$

UV-Lacke enthalten keine entzündbaren Lösemittel, sondern sogenannte Reaktivverdünner. Es handelt sich dabei um Flüssigkeiten, die einerseits die Verarbeitung des Lackes z. B. durch Drucken oder Spritzen ermöglichen und andererseits bei der Einwirkung von UV-Licht in Verbindung mit Fotoinitiatoren vernetzen und auf diese Weise die Härtung des Lackes bewirken. Sie besitzen Flammpunkte über 100 °C. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass UV-Lacknebel unter bestimmten Umständen zündbar sind.⁶ Die Spritzwolke sollte danach als Zone 2 eingestuft werden.

5 Siehe Anhang 1 Nr. (67)

6 Siehe Anhang 1 Nr.(65)

3.18 Wo findet man die sicherheitstechnischen Kenngrößen entzündbarer Flüssigkeiten?

Eine wichtige Sammlung ist der von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) herausgegebene Band „Sicherheitstechnische Kenngrößen Band 1: Brennbare Flüssigkeiten und Gase“ von E. Brandes und W. Möller⁷.

Ein weiteres Standardwerk ist die Sammlung „Sicherheitstechnische Kenngrößen brennbarer Gase und Dämpfe“ von Nabert/Schön/Redeker⁸

Die numerische Datenbank Chemsafe enthält bewertete sicherheitstechnische Kenngrößen entzündbarer Flüssigkeiten, Gase und Stäube. Sie ist ein Gemeinschaftsprojekt der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB), der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) und der Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V. (DECHEMA). Die PTB bietet nach Registrierung unter www.chemsafe.ptb.de einen kostenlosen Online-Zugang zur kompletten CHEMSAFE Datenbank.

3.19 Wie kann man Volumen-% in g/m³ umrechnen?

Bei Gasen und Dämpfen ist die Angabe der Konzentration in g/m³ weniger gebräuchlich als die in den Tabellenwerken angewendeten Volumen-%. Sollte trotzdem eine Umrechnung notwendig werden, so kann sie nach folgender Gleichung erfolgen:

$$Ex [g/m^3] = \frac{Ex [Vol.-%] \cdot 10 \cdot M}{24,05}$$

$Ex [g/m^3]$ = Explosionsgrenze in $[g/m^3]$

$Ex [Vol.-%]$ = Explosionsgrenze in Vol.-%

M = Molmasse in g/mol

24,05 = Molvolumen bei 20 °C in l/mol

3.20 Sind Dämpfe entzündbarer Flüssigkeiten schwerer oder leichter als Luft?

Dämpfe entzündbarer Flüssigkeiten sind immer schwerer als Luft! Relativ kleine Dichteverhältnisse (Dichte (Dampf)/Dichte (Luft); bei gleicher Dichte = 1) haben z. B.

- Hydrazindämpfe = 1,05
- Methanoldämpfe = 1,10
- Acetonitrildämpfe = 1,42
- Acetaldehyddämpfe = 1,52

7 Siehe Anhang 1 Nr. (56)

8 Siehe Anhang 1 Nr. (66)

Die Tatsache, dass Dämpfe entzündbarer Flüssigkeiten immer schwerer als Luft sind, ist bei der Beurteilung der Brand- und Explosionsgefährdung stets zu beachten. So können sich die Dämpfe brennbarer Dämpfe in Bodennähe anreichern, was bei der Auslegung der Lüftung zu berücksichtigen ist.

4 Angebote der BG RCI

4.1 Was bietet die BG RCI ihren Mitgliedsunternehmen auf dem Gebiet des Explosionsschutzes an?

Die BG RCI hält umfangreiche Angebote speziell für ihre Mitgliedsunternehmen bereit:

- Federführende Bearbeitung und Aktualisierung der folgenden Medien (siehe auch Fragen 4.2 bis 4.12 dieser Schrift) und Beratungen zu den angesprochenen Themen:
 - Explosionsschutz-Regeln (EX-RL, DGUV Regel 113-001)
 - Elektrostatik (T 033)
 - IVSS-Broschüren „Explosionsschutz“
 - Merkblätter, wie z. B.
 - T 005 „Fassmerkblatt“
 - T 023 „Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz – Einsatz und Betrieb“
 - T 049 „Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen“
 - T 050 „Explosionsschutz an Maschinen – Antworten auf häufig gestellte Fragen“
 - T 051 „Elektrostatik – Antworten auf häufig gestellte Fragen“
 - T 054 „Brennbare Stäube – Antworten auf häufig gestellte Fragen“
 - T 055 „Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen“
 - KB 028-1 „Brand- und Explosionsgefahren – Schutzmaßnahmen für sichere Tätigkeiten mit brennbaren Stoffen“
 - KB 028-2 „Rechtlicher Wegweiser im Explosionsschutz“
 - Filme und CD-ROMs
 - Videospots
- Spezielle Angebote/Informationen auf der Homepage der BG RCI (siehe auch Frage 4.12 dieser Schrift)
- Beratungsangebote durch Expertinnen und Experten (siehe auch Abschnitt 5 dieser Schrift)
- Experimentalvortrag im Rahmen von betriebsbezogenen Seminaren (siehe auch Abschnitt 5 dieser Schrift)
- Seminare zum Thema Explosions- und Brandschutz (siehe auch Abschnitt 6 dieser Schrift)
- Explosionsschutzportal www.exinfo.de

4.2 Was sind die Explosionsschutz-Regeln (EX-RL, DGUV Regel 113-001)⁹?

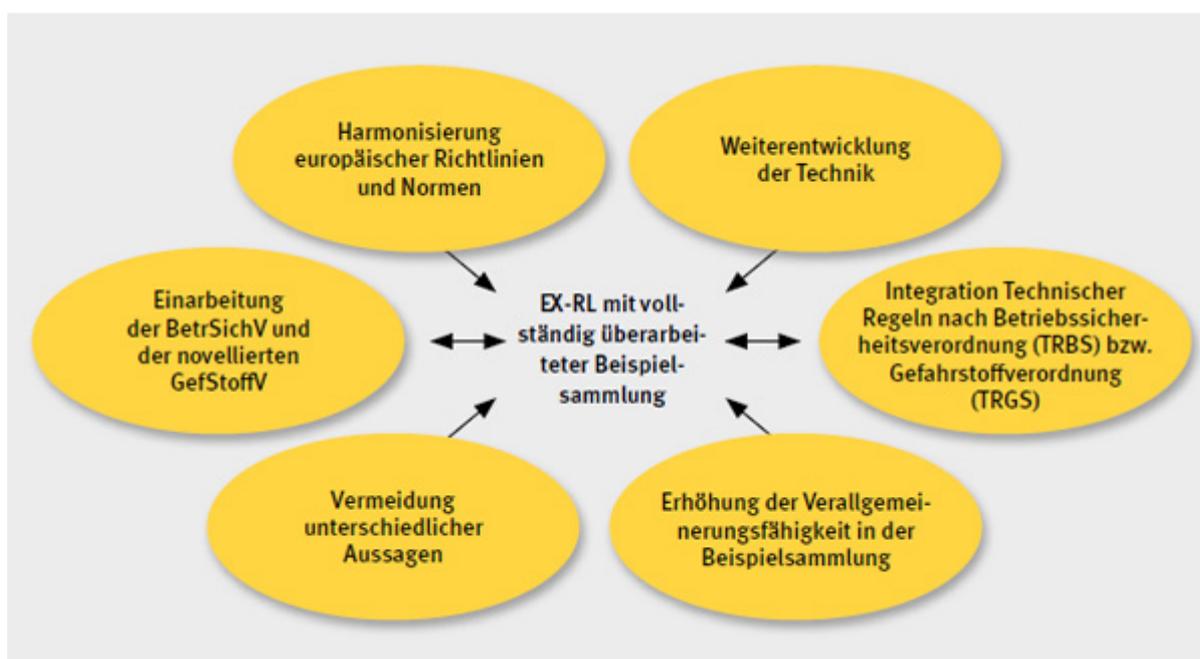
Die Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) haben den Untertitel „Sammlung Technischer Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen“ und enthalten:

- einschlägige Technische Regeln zur Betriebssicherheitsverordnung und zur Gefahrstoffverordnung
- die entsprechenden Verordnungen (GefStoffV, BetrSichV)
- die DGUV Information 213-106 „Explosionsschutzdokument“ zu folgenden Themen:
 - Explosionsschutzdokument
 - organisatorische Maßnahmen
- eine Beispielsammlung zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen
- eine Liste funktionsgeprüfter Gaswarngeräte (siehe auch Frage 4.12 dieser Schrift)

Sie werden vom Fachbereich „Rohstoffe und chemische Industrie“, Sachgebiet „Explosionsschutz“, bearbeitet und von der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung herausgegeben.

Aufgrund der Entwicklungen einerseits im Bereich der Richtlinien und Normen und andererseits im Bereich der Technik werden die EX-RL einschließlich der Beispielsammlung ständig überarbeitet und erweitert.

Abbildung 5: Einflussfaktoren auf die Überarbeitung und Aktualisierung der Explosionsschutz-Regeln



4.3 Was behandelt das Merkblatt T 033 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“ (DGUV Information 213-060)?¹⁰

Unter Federführung des ehemaligen Fachausschusses Chemie, Arbeitskreis „Elektrostatik“, wurde die damalige Berufsgenossenschaftliche Regel „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer

9 Siehe Anhang 1 Nr. (18)

10 Siehe Anhang 1 Nr. (25)

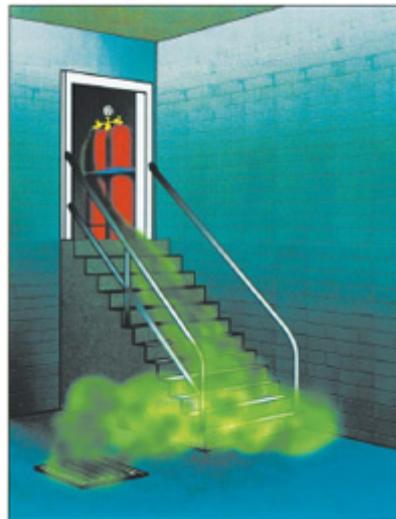
Aufladungen“ (BGR 132) in die TRBS 2153, jetzt TRGS 727, überführt und parallel wortgleich als Merkblatt T 033 (DGUV Information 213-060) herausgegeben. T 033 eignet sich in hervorragender Weise für die Beurteilung und die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen in explosionsgefährdeten Bereichen. Die textlichen Ausführungen werden durch Beispiele ergänzt.

4.4 Was sind IVSS-Broschüren? Welche gibt es zum Thema „Explosionsschutz“?

Die Vorstände der Sektionen „Chemie“ bzw. „Maschinen- und Systemsicherheit“ der Internationalen Vereinigung für Soziale Sicherheit (IVSS) haben eine gemeinsame Arbeitsgruppe „Explosionsschutz“ eingesetzt, um den internationalen Erfahrungsaustausch unter Fachleuten zu fördern und für bestimmte Probleme gemeinsam Lösungen zu erarbeiten. Sie wollen auf diesem Weg einen Beitrag zu einem hohen und unter Industrieländern vergleichbaren Stand der Technik auf dem Gebiet des Explosionsschutzes leisten und ihr Wissen auch den industriell noch weniger entwickelten Ländern weitergeben.

Die IVSS-Broschüren¹¹ sollen z. B. Betriebsleiterinnen, Betriebsleitern und Fachkräften für Arbeitssicherheit die Möglichkeit geben, ohne spezielle Kenntnisse auf dem Gebiet des Explosionsschutzes im eigenen Betrieb zu beurteilen, ob Explosionsgefahren bestehen können. Zur Lösung der Frage, ob Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich und möglich sind, sind die Broschüren in der Regel nicht gedacht – hierfür ist das Wissen der Expertinnen und Experten erforderlich. Mit ihren aussagefähigen Bildern bieten die Broschüren jedoch eine wertvolle Grundlage für Unterweisungen der Beschäftigten auf dem Gebiet des Explosionsschutzes. Die folgenden Broschüren zum Thema „Explosionsschutz“ sind verfügbar:

Abbildung 6: Ausbreitungsverhalten am Beispiel von Flüssiggas



- „Staubexplosionen – Schutz vor Explosionen durch brennbare Stäube“ (ISSA-32)
- „Gasexplosionen – Schutz vor Explosionen durch brennbare Gase, Dämpfe oder Nebel im Gemisch mit Luft“ (ISSA-34) (siehe Abb. 6 aus dieser Broschüre)
- „Statische Elektrizität – Zündgefahren und Schutzmaßnahmen“ (ISSA-35)
- „Praxishilfen zur Erstellung des Explosionsschutzdokumentes“ (ISSA-36)
- „Staubexplosionsschutz an Maschinen und Apparaten – Grundlagen“ (ISSA-37)
- Beispielsammlung „Staubexplosionsschutz an Maschinen und Apparaten“ – Teil 1: Mühlen, Brecher, Mischer, Abscheider, Siebmaschinen (ISSA-38)

11 Siehe Anhang 1 46–55

- Beispielsammlung „Staubexplosionsschutz an Maschinen und Apparaten“ – Teil 2: Stetigförderer, Übergabestellen und Empfangsbehälter (ISSA-39)
- „Vermeiden wirksamer Zündquellen in explosionsgefährdeten Bereichen“ (ISSA-40)
- Staubexplosionsereignisse: Analysen von Staubexplosionen in Industrie und Gewerbe Ursachen, Lehren und Maßnahmen (ISSA-43)
- Dust Explosion Incidents: Their Causes, Effects and Prevention“ (ISSA-43e)

4.5 Was behandelt das Merkblatt T 005 „Fassmerkblatt – Umgang mit entleerten gebrauchten Gebinden“¹²?

Das Fassmerkblatt T 005 enthält Informationen zum Umgang mit entleerten gebrauchten Gebinden unter besonderer Berücksichtigung von Feuerarbeiten.

Die Inhalte des Merkblatts:

- Gefährdungsmöglichkeiten: Gemische von Luft und Dämpfen, Wasserstoffbildung, Wärmeeinwirkung
- Schutzmaßnahmen: Allgemeine Maßnahmen, Lagerung, Öffnen von Spundverschlüssen, Ausleuchten, Reinigung, Dichtheitsprüfung, Schweißtechnische Arbeiten



4.6 Was behandelt das Merkblatt T 023 „Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz – Einsatz und Betrieb“ (DGUV Information 213-057)¹³?

Das Merkblatt T 023 „Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz – Einsatz und Betrieb“ (DGUV Information 213-057) gibt Anleitungen für

- Auslegung,
- Erstinbetriebnahme,
- Einsatz,
- Wartung und
- Instandsetzung

¹² Siehe Anhang 1 Nr. (23)

¹³ Siehe Anhang 1 Nr. (24). Ein kostenloser Download des Merkblatts ist unter downloadcenter.bgrci.de möglich.

von elektrisch betriebenen Geräten der Gruppe II, die vorgesehen sind für den Einsatz in industriellen und gewerblichen Sicherheitsanwendungen zur Detektion und Messung von brennbaren Gasen und Dämpfen oder Sauerstoff.



Dieses Merkblatt ist eine Zusammenstellung praktischer Erfahrungen, die den Anwenderinnen und Anwendern als Hilfestellung dienen soll. Weitergehende Hinweise finden sich in der Norm DIN EN 60079-29-2 (VDE 0400-2) und dem Merkblatt T 055 „Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen“.

4.7 Was behandeln die Merkblätter T 049, T 050, T 054 und T 055 „Antworten auf häufig gestellte Fragen“ zu den Themen Explosionsschutz, Explosionsschutz an Maschinen, Brennbare Stäube und Gaswarneinrichtungen und -geräte?¹⁴

In den Merkblättern T 049, T 050, T 054 und T 055 werden Antworten auf die am häufigsten gestellten Fragen zum Explosionsschutz gegeben. Die Fragen sind unter anderem in die folgenden Themenbereiche gegliedert:

- Vorschriften
- Umsetzung der Explosionsschutz-Regeln
- Gefährdungsbeurteilung/Explosionsschutzdokument
- Angebote der BG RCI
- Expertinnen und Experten
- Qualifizierung
- Weiterführende Literatur

Die Antworten auf die Fragen wurden in Fachkreisen beraten.

4.8 Was behandelt das Merkblatt T 051 „Elektrostatik – Antworten auf häufig gestellte Fragen“¹⁵?

Im Merkblatt T 051 „Elektrostatik – Antworten auf häufig gestellte Fragen“ werden Antworten auf die am häufigsten gestellten Fragen zur Elektrostatik gegeben. Die Fragen sind in die folgenden Themenbereiche gegliedert:

¹⁴ Siehe Anhang 1 Nr. (26), (27), (29) und (30)

- Begriffsbestimmungen
- Elektrostatische Aufladung beim Umgang mit Gegenständen und Einrichtungen
- Elektrostatische Aufladung bei Tätigkeiten mit Flüssigkeiten
- Elektrostatische Aufladung bei Tätigkeiten mit gasförmigen Stoffen
- Elektrostatische Aufladung beim Umgang mit Schüttgütern
- Elektrostatische Aufladung von Personen und persönlichen Schutzausrüstungen (PSA)
- Erdung und Potenzialausgleich
- Angebote der BG RCI
- Expertinnen und Experten
- Weiterführende Literatur

Die Antworten der Fragen wurden in Fachkreisen beraten.

Bitte beachten Sie: Ergänzungen und Änderungen zu den Fachfragen werden vorab im Explosionsschutzportal der BG RCI (www.exinfo.de) eingestellt.

4.9 Was enthält die CD-ROM „Explosionen – Gefahren und Schutzmaßnahmen“¹⁶?

Dieses Lernprogramm demonstriert anhand eindrucksvoller Experimente, wie es zu Explosionen kommen kann. Es vermittelt wichtige Kenntnisse über die Eigenschaften entzündbarer Stoffe sowie die chemischen und physikalischen Vorgänge, die zu Explosionen führen. Das Programm basiert auf einem Experimentalvortrag, den der Bereich Chemie der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt seit Jahren mit großem Erfolg einsetzt.

Die einzelnen Demonstrationen gliedern sich in folgende Teile:

- Beschreibung des Versuchs (Aufbau),
- Vorführen des Experiments (Experiment),
- Analyse des Experiments (Analyse).

Im analytischen Teil werden Experimente im Zeitraffer oder in Zeitlupe gezeigt, damit die Anwenderinnen und Anwender auch die sehr langsamen bzw. schnellen Abläufe genau mitverfolgen können. Zudem besteht die Möglichkeit der Einzelbildschaltung.

Bitte beachten Sie, dass die rechtlichen Bezüge nicht mehr aktuell sind. Da die physikalisch-chemischen Zusammenhänge unverändert gültig sind, bieten wir das Produkt trotzdem noch weiter an.

4.10 Was zeigt der Film „Keine Abstimmung – große Wirkung“¹⁷?

Um einen sicheren Anlagenbetrieb zu gewährleisten, bedarf es im organisatorischen Bereich neben der Festlegung von Verantwortlichen, Kompetenzen und Handlungsanweisungen auch der Festlegung der Wege für Koordination und Kommunikation zwischen allen verantwortlichen Stellen.

15 Siehe Anhang 1 Nr. (28) und www.bgrci.de/exinfode/ex-schutz-wissen/antworten-auf-haeufig-gestellte-fragen/elektrostatik

16 Siehe Anhang 1 Nr. (69)

17 Siehe Anhang 1 Nr. (70). Das Video steht auch als Stream und als kostenloser Download unter [www.bgrci.de/exinfode/ videodownload/](http://www.bgrci.de/exinfode/videodownload/) zur Verfügung.

Im Film wird dieser Problembereich aufgegriffen und – ausgehend von einem realen Ereignis – dargestellt, wie Mängel im Betriebsmanagement zu einem schwerwiegenden Unfall führen können: In einer Chemieanlage wurden bei laufendem Betrieb zahlreiche Modernisierungs- und Erweiterungsprojekte mit Fremdfirmenbeteiligung durchgeführt, unter anderem waren Schweißarbeiten an einem Lagertank für Formalin notwendig. Die Schweißarbeiten wurden wie geplant begonnen, kurz danach explodierte jedoch der Tank. Bei diesem Unfall wurden zwei Beschäftigte der Fremdfirma getötet, mehrere andere Personen zum Teil schwer verletzt.

Dauer: 12 Minuten

4.11 Welche Videospots bietet die BG RCI an?

Die von den Fachexpertinnen und -experten Explosionsschutz der BG RCI erstellten Videospots behandeln wesentliche Schwerpunkte des modernen Explosionsschutzes.

Sie richten sich an

- Führungskräfte,
- Betriebs- bzw. Personalrätinnen und Betriebs- bzw. Personalräte
- Fachkräfte für Arbeitssicherheit,
- Ausbilderinnen und Ausbilder,
- Planerinnen/Planer, Herstellerinnen/Hersteller und Betreiberinnen/Betreiber von explosionsgefährdeten Anlagen,
- Beschäftigte von Aufsichtsbehörden und Prüfstellen und
- Vertreterinnen und Vertreter der Unfall- und Sachversicherungsträger

Für den Explosionsschutz bei entzündbaren Flüssigkeiten sind insbesondere folgende Videos relevant:

Umfüllen brennbarer Flüssigkeiten

Das Umfüllen entzündbarer Flüssigkeiten wird in Produktionsbetrieben in vielerlei Hinsicht durchgeführt. An diversen Beispielen – vom Pipettieren im Labor bis zum Befüllen eines Tankschiffs – werden exemplarisch ausgewählte Maßnahmen des Explosionsschutzes dargestellt.

Dauer: 8 Minuten

Explosionsschutz an Maschinen

Am Beispiel einer Siebmaschine aus der pharmazeutischen Industrie werden verschiedene Konzepte des Explosionsschutzes dargestellt: Überdrucküberwachung, erhöhte Sicherheit und Vergusskapselung. Darüber hinaus erläutert das Video die Kennzeichnung explosionsgeschützter Betriebsmittel.

Dauer: 4 Minuten

Elektrostatik 1: Entladungsarten

Der Film zeigt die Entstehung elektrischer Aufladungen und die Zündwirksamkeit der wichtigsten Entladungsarten. Gegenmaßnahmen, mit denen gefährlichen Aufladungen begegnet werden kann, werden vorgestellt.

Dauer: 7 Minuten

Elektrostatik 2: Gegenstände geringer Dicke und Folien

Gegenstände geringer Dicke und Folien wirken oft wie Kondensatoren: Sie speichern größere Mengen elektrischer Energie als dicke Gegenstände gleicher Größe. Der Film geht auf die Besonderheiten dünner Gegenstände und Folien ein und beschreibt die sogenannte Gleitstielbüschelentladung.

Dauer: 5 Minuten

Elektrostatik 3: Flüssigkeiten

Beim Arbeiten mit entzündbaren Flüssigkeiten entstehen oft unvermeidbar Brandlasten oder explosionsfähige Atmosphäre. Der Film beschreibt elektrostatische Zündquellen bei Tätigkeiten mit entzündbaren Flüssigkeiten und zeigt Maßnahmen für sicheres Verhalten auf.

Dauer: 5 Minuten

Elektrostatik 4: Schüttgut

Schüttgut besitzt eine höhere Mindestzündenergie als die meisten Dämpfe von Flüssigkeiten. Andererseits entstehen beim Handhaben von Schüttgut oft hohe Aufladungen, die zu zündwirksamen Entladungen führen können. Der Film zeigt Maßnahmen für sicheres Arbeiten mit Schüttgut und für die richtige Auswahl von flexiblen Schüttgutcontainern (FIBC, „flexible intermediate bulk container“, „Big-Bags“).

Dauer: 6 Minuten

3D-Training: Umfüllen von brennbaren Flüssigkeiten

Mit dem 3-D Training & Simulationsmodul können Sie die richtige Vorgehensweise beim Umfüllen entzündbarer Flüssigkeiten wählen und mögliche Gefahrenquellen identifizieren.

Konstruktiver Explosionsschutz

Auf der DVD, die als Gemeinschaftsproduktion zwischen der FireEX Consultant GmbH und der ehemaligen Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie produziert wurde, ist der aktuelle technische Stand des konstruktiven Explosionsschutzes an praktischen Beispielen aufgezeigt.

Im Einzelnen sind das z. B.:

- Explosionsfeste Bauweise (Druckfeste Bauweise, Druckstoßfeste Bauweise)
- Druckentlastung (Berstscheiben, Ex-Klappe, Entlastung)
- Explosionsunterdrückung
- Explosionstechnische Entkopplung (Flammendurchschlagsichere Einrichtungen für Gase/Dämpfe/Nebel, Entkopplungseinrichtungen für Stäube, Löschmittelsperre, Schnellschlussschieber, -klappe, Explosionsschutzventil, Zellenradschleuse, Entlastungsschlot)
- Funkendetektion

Durch Animation, Prinzipskizzen und schematische Darstellungen werden die Funktionsprinzipien der einzelnen technischen Lösungen anschaulich dargestellt. In einem beigefügten Sonderabschnitt sind Produktinformationen und technische Unterlagen einiger Industrieausrüster zum Thema enthalten.

Dauer: ca. 15 Minuten

Die vollständige DVD „Konstruktiver Explosionsschutz“ kann kostenpflichtig unter folgender Anschrift bezogen werden:

FireEx Consultant GmbH, Rotenwies 2, CH-9056 Gais

www.fireex.ch

Alle Videospots sowie eine kurze Zusammenfassung zur DVD „Konstruktiver Explosionsschutz“ können auf der Homepage der BG RCI unter www.exinfo.de kostenlos heruntergeladen bzw. gestreamt werden.

4.12 Wo gibt es auf der Homepage der BG RCI spezielle Angebote und Informationen zum Explosionsschutz?

Im Explosionsschutzportal der BG RCI unter www.exinfo.de findet man folgende Menüpunkte:

- Newsletter „Exinfo“
- Dokumente
- Ex-Schutz-Wissen
- IVSS
- Veranstaltungen
- Videodownload
- Wichtige Links
- Kontakt

Neben dem aktuellen Newsletter können auch frühere Ausgaben nachgesehen werden.

Des Weiteren finden sich unter Dokumenten wichtige Links zum aktuellen europäischen wie deutschen Regelwerk.

Die umfangreiche Liste funktionsgeprüfter Gaswarngeräte (Anlage 3 der EX-RL) ist ebenfalls unter dem Pfad – Dokumente Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) eingestellt.

Im Menüpunkt Ex-Schutz-Wissen werden unter anderem Antworten auf häufig gestellte Fragen gegeben und über die aktuelle Forschung berichtet.

5 Expertinnen und Experten der BG RCI

5.1 Welche Expertinnen und Experten gibt es zu Fragen des Explosionsschutzes, den Explosionsschutz-Regeln (EX-RL, DGUV Regel 113-001) und zur Zoneneinteilung?

Bei der BG RCI stehen folgende Ansprechpersonen zur Verfügung:

Dipl.-Ing. Thomas Clemens	BG RCI Borsteler Chaussee 51 22453 Hamburg	Tel.: 06221 5108-24421 E-Mail: thomas.clemens@bgrci.de
Dipl.-Ing. Bodo Dupré	BG RCI Essenheimer Straße 157 55128 Mainz	Tel.: 06221 5108-23404 E-Mail: bodo.dupre@bgrci.de
Dipl. Ing. Frank Franke	BG RCI Amthorstraße 12 07545 Gera	Tel.: 06221 5108-22816 E-Mail: frank.franke@bgrci.de
Dr. Immo Genge	BG RCI Innsbrucker Straße 26–27 10825 Berlin	Tel.: 06221 5108-24250 E-Mail: immo.genge@bgrci.de
Dr. Maximilian Hanke-Roos	BG RCI Kurfürsten-Anlage 62 69115 Heidelberg	Tel.: 06221 5108-28354 E-Mail: maximilian.hanke-roos@bgrci.de
Dr. Oswald Losert Leiter des Sachgebiets „Explosionsschutz“ im Fachbereich „Rohstoffe und chemische Industrie“ der DGUV	BG RCI Kurfürsten-Anlage 62 69115 Heidelberg	Tel.: 06221 5108-28350 E-Mail: oswald.losert@bgrci.de
Dipl.-Ing. Thomas Maus	BG RCI Kurfürsten-Anlage 62 69115 Heidelberg	Tel.: 06221 5108-24650 E-Mail: thomas.maus@bgrci.de
Dr. Josef Mitterpleininger	BG RCI Südwestpark 2 + 4 90449 Nürnberg	Tel.: 06221 5108-24882 E-Mail: josef.mitterpleininger@bgrci.de
Dipl.-Ing. Björn Poga	BG RCI Kurfürsten-Anlage 62 69115 Heidelberg	Tel.: 06221 5108-28353 E-Mail: bjoern.poga@bgrci.de
Dr. Jörg Przygodda	BG RCI Amthorstraße 12 07545 Gera	Tel.: 06221 5108-24350 E-Mail: oerg.przygodda@bgrci.de
Dr. Tobias Schröder	BG RCI Waldring 97 44789 Bochum	Tel.: 06221 5108-24551 E-Mail: tobias.schroeder@bgrci.de
Dipl.-Ing. Dirk Zimmermann	BG RCI Lortzingstraße 2 55127 Mainz	Tel.: 06221 5108-26810 E-Mail: dirk.zimmermann@bgrci.de

Dr. Oswald Losert als Leiter des Referats „Explosionsschutz“ in der Präventionsabteilung „Gefahrstoffe und biologische Arbeitsstoffe“ in Heidelberg steht bei Abwesenheit der genannten Ansprechpersonen und in Spezialfällen unter Telefon 06221 5108-28350 oder E-Mail oswald.losert@bgrci.de zur Verfügung.

5.2 Wer besitzt Spezialkenntnisse auf dem Gebiet der Elektrostatik?

Ansprechpartner für Fragen auf dem Gebiet der Elektrostatik sind die folgenden Personen:

Dr. Oswald Losert	BG RCI Kurfürsten-Anlage 62 69115 Heidelberg	Tel.: 06221 5108-28350 E-Mail: oswald.losert@bgrci.de
Dr. Carsten Blum	TÜV Nord InfraChem GmbH & Co. KG Paul-Baumann-Straße 1 45772 Marl	Tel.: 0160 888-5709 E-Mail: cblum@tuev-nord.de

5.3 Wer besitzt Spezialkenntnisse auf dem Gebiet entzündbarer Flüssigkeiten?

Ansprechpartner für Fragen aus dem Gebiet „Entzündbare Flüssigkeiten“ sind:

Dr. Arnas Lucassen	Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) Bundesallee 100 38116 Braunschweig	Tel.: 0531 592-3720 E-Mail: arnas.lucassen@ptb.de
Dipl.-Ing. Björn Poga	BG RCI Kurfürsten-Anlage 62 69115 Heidelberg	Tel.: 06221 5108-28353 E-Mail: bjoern.poga@bgrci.de

5.4 Wer besitzt Spezialkenntnisse auf dem Gebiet der Explosivstoffe (Sprengstoffe)?

Folgende Ansprechpartner in der BG RCI sind auf das Gebiet „Explosivstoffe (Sprengstoffe)“ spezialisiert:

Dr. Burkhard Eulering Leiter des Sachgebiets „Explosionsgefährliche Stoffe“ im Fachbereich Rohstoffe und chemische Industrie der DGUV	BG RCI Waldring 97 44789 Bochum	Tel.: 06221 5108-24545 E-Mail: burkhard.eulering@bgrci.de
Dr. Immo Genge	BG RCI Innsbrucker Straße 26–27 10825 Berlin	Tel.: 06221 5108-24250 E-Mail: immo.genge@bgrci.de
Ulrike Hoffmann	BG RCI Südwestpark 2 + 4 90449 Nürnberg	Tel.: 06221 5108-24835 E-Mail: ulrike.hoffmann@bgrci.de

5.5 Wer besitzt Spezialkenntnisse auf dem Gebiet der organischen Peroxide?

Ansprechpartner ist der jeweilige Obmann des Arbeitskreises „Organische Peroxide“ im Sachgebiet „Explosionsgefährliche Stoffe“ des Fachbereichs Rohstoffe und chemische Industrie:

Dr. Norbert Graf	BG RCI Südwestpark 2 + 4 90449 Nürnberg	Tel.: 06221 5108-24330 E-Mail: norbert.graf@bgrci.de
------------------	-----------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------

5.6 Wer besitzt Spezialkenntnisse auf dem Gebiet „Exotherme Reaktionen“?

Ansprechpartner und federführender Bearbeiter der Merkblattreihe „Anlagensicherheit“ (R-Reihe) ist:

Dr. Joachim Sommer	BG RCI Kurfürsten-Anlage 62 69115 Heidelberg	Tel.: 06221 5108-28213 E-Mail: joachim.sommer@bgrci.de
--------------------	----------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------

5.7 Wer in der Aufsicht und Beratung hält, z. B. im Rahmen von betriebsbezogenen Seminaren, den Experimentalvortrag „Brand- und Explosionsschutz“?

In der nachfolgenden Tabelle wird eine Übersicht über die Personen gegeben, die den Experimentalvortrag „Brand- und Explosionsschutz“ durchführen¹⁸:

¹⁸ Anforderung des Vortrags über die für den Betrieb zuständige Aufsichtsperson

Dipl.-Ing. Thomas Clemens	BG RCI Borsteler Chaussee 51 22453 Hamburg	Tel.: 06221 5108-24421 E-Mail: thomas.clemens@bgrci.de
Anne-Kathrin Fiedler	BG RCI Kurfürsten-Anlage 62 69115 Heidelberg	Tel.: 06221 5108-27610 E-Mail: anne-kathrin.fiedler@bgrci.de
Dr. Sonja Findeisen-Tandel	BG RCI Amthorstraße 12 07545 Gera	Tel.: 06221 5108-24320 E-Mail: sonja.findeisen-tandel@bgrci.de
Dr. Peter Illner	BG RCI Südwestpark 2 + 4 90449 Nürnberg	Tel.: 06221 5108-24825 E-Mail: peter.illner@bgrci.de
Dipl.-Ing. Thomas Maus	BG RCI Kurfürsten-Anlage 62 69115 Heidelberg	Tel.: 06221 5108-24650 E-Mail: thomas.maus@bgrci.de
Gerhard Niehus	BG RCI Borsteler Chaussee 51 22453 Hamburg	Tel.: 06221 5108-25730 E-Mail: gerhard.niehus@bgrci.de
Dr. Jörg Przygodda	BG RCI Amthorstraße 12 07545 Gera	Tel.: 06221 5108-24350 E-Mail: joerg.przygodda@bgrci.de
Dirk Tatge	BG RCI Borsteler Chaussee 51 22453 Hamburg	Tel.: 06221 5108-24424 E-Mail: dirk.tatge@bgrci.de
Svenja Weigel	BG RCI Dörrenbergweg 38 35321 Laubach	Tel.: 06221 5108-27515 E-Mail: svenja.weigel@bgrci.de

6 Qualifizierung

Die BG RCI bietet Basis- und Aufbau Seminare für die verschiedenen Zielgruppen an. Eine aktuelle Übersicht über Zielgruppen, Inhalte und Termine erhalten Sie im Internet unter seminare.bgrci.de/shop/explosionsschutz.

7 Weiterführende Literatur

7.1 Welche Bücher zum Explosionsschutz können beispielhaft empfohlen werden?

Als Grundlagenwerke für Theorie und Praxis des Explosionsschutzes können beispielhaft empfohlen werden:

- Lüttgens, u. a.: Statische Elektrizität Durchschauen – Überwachen – Anwenden. 2019 (siehe Frage 7.2 dieser Schrift)
- Croissant, André: Elektroinstallationen im Ex-Bereich. Hüthig, 2018
- Dyrba, Berthold: Kompendium Explosionsschutz – Sammlung der relevanten Vorschriften zum Explosionsschutz mit Fragen und Antworten für die Praxis. 2024 (siehe Frage 7.3 dieser Schrift)
- Dyrba, Berthold: Praxishandbuch Zoneneinteilung – Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen. 2019 (siehe Frage 7.4 dieser Schrift)
- Lottermann, Johannes Wilhelm: Ansätze zur integrierten Brand- und Explosionssicherheit: Entwicklung, Validierung und normative Verankerung einer bilateralen, kohärenten Beurteilungssystematik am Beispiel staubführender Anlagen. 2012 (siehe Frage 7.5 dieser Schrift)
- Dyrba, Berthold: E-Learning-Kurse „Ex-Schutz kompakt“. (siehe Frage 7.6 dieser Schrift)
- Lüttgens, Günther: Praxislexikon Statische Elektrizität. 2022 (siehe Frage 7.7 dieser Schrift)
- Maurischat, Hans-Peter: Kompendium zur Gasmesstechnik – Eine Zusammenstellung praktischer Erfahrungen beim Einsatz von Gaswarngeräten für brennbare und toxische Gase und Dämpfe. 2015 (siehe Frage 7.8 dieser Schrift)
- Brandes, Elisabeth und Möller, Wolfgang: Sicherheitstechnische Kenngrößen. Band 1: Brennbare Flüssigkeiten und Gase. 2008 (siehe Frage 7.9 dieser Schrift)
- Molnár, Maria, Schendler, Thomas und Schröder, Volkmar: Sicherheitstechnische Kenngrößen. Band 2: Explosionsbereiche von Gasgemischen. 2008 (siehe Frage 7.10 dieser Schrift)
- Nabert/Schön/Redeker: „Sicherheitstechnische Kenngrößen brennbarer Gase und Dämpfe“ (siehe Frage 7.11 dieser Schrift)
- Dyrba, Patrick: Qualifizierung durch adaptive, personalisierte und mobile Lernsysteme (siehe Frage 7.12 dieser Schrift)

7.2 Was wird in dem Buch „Statische Elektrizität Durchschauen – Überwachen – Anwenden“ dargestellt?

Dieses Buch vermittelt fundierte Grundlagen zu Verständnis und Kontrolle statischer Elektrizität. Es informiert den Leser und die Leserin über Brand- und Explosionsgefahren. Aus Aufladungen resultierende Entladungserscheinungen werden in dem Buch veranschaulicht. Eingegangen wird auf folgende Schwerpunkte:

- Grundwissen zu Brand und Explosion, Gefahreinschätzung
- Entstehung elektrostatischer Aufladungen
- Messtechnik
- Elektrostatische Gasentladungen und von ihnen ausgehende Gefahren
- Beseitigung störender Aufladungen
- Beschreibung von Demonstrationsexperimenten
- Fallstudien zu elektrostatisch bedingten Unfällen – Untersuchungsstrategien

- Gezielter Einsatz von Aufladungen
- Normung im Fachgebiet Elektrostatik (national, europäisch und international)
- Mathematischer Werkzeugkasten

Bezugsquelle: ISBN 978-3-527-41372-0

7.3 Was steht im „Kompendium Explosionsschutz – Sammlung der relevanten Vorschriften zum Explosionsschutz mit Fragen und Antworten für die Praxis“?

Das Vorschriften- und Regelwerk in Deutschland ist gegenwärtig im Umbruch. Auch das Spezialgebiet „Explosionsschutz“ ist davon betroffen.

Bei den Anwenderinnen und Anwendern der Explosionsschutz-Regelungen treten vielfältige Unsicherheiten auf, die sich in den hier bearbeiteten Fragestellungen wiederfinden.

Das Kompendium besteht aus zwei Teilen. Im dreibändigen Teil A findet man auf über 1.100 Fragen zum Explosionsschutz die entsprechenden Antworten. Teil B ist ein Anhang, der die wichtigsten Regelungen zum Explosionsschutz enthält. Hervorzuheben sind die nunmehr umfangreichen Inhalte auf der CD-ROM. Neben den Fragen und Antworten sind über 80 Vorschriften und Normen, acht Film- beziehungsweise Videoausschnitte, vier Power-Point-Präsentationen und weitere wertvolle Informationen zum Explosionsschutz enthalten. Das Werk wird durch Ergänzungslieferungen (ca. vier Mal jährlich) aktuell gehalten und ausgebaut.

Bezugsquelle: Carl Heymanns Verlag GmbH, Köln, ISBN 978-3-452-25836-6

7.4 Was beinhaltet das „Praxishandbuch Zoneneinteilung – Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen“?

Das vorliegende Praxishandbuch zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen

- baut Unsicherheiten bei der Beurteilung von Dauer und Häufigkeit einer gefährlichen, explosionsfähigen Atmosphäre ab,
- schafft eine verlässliche Grundlage für die Zoneneinteilung,
- greift Problemstellungen aus der Praxis auf und zeigt Lösungsvorschläge auf,
- stellt bisher nur in tabellarischer Form vorhandene Beispiele aus den Explosionsschutz-Regeln grafisch erstmals in 3-D-Animation dar,
- verweist auf die wichtigsten Quellen zum Thema und
- stellt den Erkenntnisstand auf diesem Gebiet zusammenfassend dar.

Bezugsquelle: Carl Heymanns Verlag GmbH, Köln, ISBN 978-3-452-30294-6

7.5 Was steht im Fachbuch „Ansätze zur integrierten Brand- und Explosionssicherheit“?

Die an der Bergischen Universität Wuppertal durchgeführte Forschungsarbeit von Johannes Wilhelm Lottermann beschreibt eine neue Systematik zur integrierten Beurteilung der Brand- und Explosionssicherheit.

Die Anwenderinnen und Anwender werden dabei am Beispiel staubführender Anlagen durch einen iterativen Beurteilungsprozess geleitet, um die Entwicklung ganzheitlicher, in sich widerspruchsfreier Brand- und Explosionsschutzkonzepte zu ermöglichen.

Bezugsquelle: Pro BUSINESS digital printing Deutschland GmbH, Berlin, ISBN 978-3-86386-313-5

7.6 Was beinhalten die E-Learning-Kurse „Ex-Schutz kompakt“?

Diese E-Learning-Kurse sind als webbasierte Version in Deutsch und Englisch erhältlich: Lernzeit je Modul ca. 45 Minuten.

Deutsche Ausgabe:

- I Grundlagen des Explosionsschutzes
- II Vorbeugender Explosionsschutz
- III Geräte zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen
- IV Instandhaltung und Prüfung

Englische Ausgabe:

- I Basics of explosion protection
- II Preventive explosion protection
- III Equipment for use in hazardous areas
- IV Repair and testing

(Anfragen/Bestellungen zu „Ex-Schutz kompakt“ schicken Sie bitte direkt an das Technische Lektorat: michaela.plein@wolterskluwer.com)

7.7 Was beinhaltet das „Praxislexikon Statische Elektrizität“?

Das Lexikon erklärt alle Begriffe aus dem Bereich der Statischen Elektrizität, stellt die Beurteilungskriterien und die messtechnischen Möglichkeiten zusammen, zeigt im Formelanhang die relevanten Beziehungen statischer Elektrizität, befasst sich mit den elektrostatischen Aufladungen als Ursache von Bränden und Explosionen, führt durch den von Anglizismen dominierten sprachlichen Dschungel elektrostatischer Störungen in der Mikroelektronik, listet die aktuellen Normen auf, die einen Bezug zur elektrostatischen Aufladung haben und erläutert elektrostatische Verfahren, Geräte und Systeme.

Bezugsquelle: expert Verlag GmbH, Renningen, ISBN 978-3-8169-3506-3

7.8 Was behandelt das „Kompendium zur Gasesstechnik“?

Dieses Buch richtet sich an alle Interessierte, die etwas mehr über die Messung entzündbarer oder giftiger Gase und Dämpfe im betrieblichen Explosions- und Arbeitsschutz wissen möchten oder wissen müssen. Es verbindet theoretisches Grundwissen über Gaswarneinrichtungen und Gaswarngeräte mit den praktischen Erfahrungen aus der langjährigen Tätigkeit des Autors.

Bezugsquelle: Eigenverlag, siehe www.maurischat.eu

7.9 Was beinhaltet das Tabellenwerk „Sicherheitstechnische Kenngrößen. Band 1: Brennbare Flüssigkeiten und Gase“?

Diese zweite, erweiterte Auflage des Tabellenwerkes besteht wieder aus zwei Bänden. Die in den Tabellen wiedergegebenen Kenngrößen entsprechen dem aktuellen Stand (Update 2007) der Datenbank Chemsafe. Im Band 1 sind von E. Brandes und W. Möller sicherheitstechnische Kenngrößen für „brennbare Flüssigkeiten und Gase“ (Safety Characteristic Data, Volume 1: Flammable Liquids and Gases) für die Anwenderinnen und Anwender zusammenfassend dargestellt.

Bezugsquelle: Wirtschaftsverlag NW – Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven, ISBN 978-3-86509-811-5

7.10 Was steht in dem Tabellenwerk „Sicherheitstechnische Kenngrößen. Band 2: Explosionsbereiche von Gasgemischen“?

Von M. Molnár, Th. Schendler und V. Schröder wurde der Band 2 „Sicherheitstechnische Kenngrößen: Explosionsbereiche von Gasgemischen“ (Safety Characteristic Data, Volume 2: Explosion Regions of Gas Mixtures) erarbeitet. In diesem werden die Eigenschaften von Gemischen aus Brenngas, Oxidationsmittel und Inertgas dargestellt.

Bezugsquelle: Wirtschaftsverlag NW – Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven, ISBN 978-3-86509-856-6

7.11 Was steht in dem Tabellenwerk „Sicherheitstechnische Kenngrößen brennbarer Gase und Dämpfe“?

Die Sammlung von Nabert/Schön/Redeker ist ein Standardwerk, das jetzt in der 4. erweiterten Auflage vorliegt. Die Haupttabelle „C1.3 Sicherheitstechnische Kenngrößen reiner Stoffe“ enthält fast 3.000 Stoffe. Es sind verlässlich bewertete sicherheitstechnische Kenngrößen, die gemessen oder wissenschaftlich fundiert rechnerisch abgeschätzt wurden. Für die abgeschätzten Kenngrößen (gekennzeichnet mit „e“ = estimated) wird angegeben, dass sie in ihrer sicherheitstechnischen Aussage mit einer Abweichung von $\pm 10\%$ genutzt werden können. Sicherheitstechnische Kenngrößen von Stoffen aus dieser 4. erweiterten Auflage sind weitgehend identisch mit denen der Datenbank CHEMSAFE.

Bezugsquelle: Dt. Eichverlag, info@deutscher-eichverlag.de; ISBN 978-3-8064-9956-8

7.12 Gibt es Trainingsprozesse zum Explosionsschutz mittels „adaptivem personalisierten und mobilen Lernen“?

Adaptive, personalisierte Lernsysteme ermitteln automatisch den aktuellen tatsächlichen Wissensstand des Lernenden. Dies erfolgt während der Absolvierung eines Kurses kontinuierlich, anhand von Daten, bestehend aus den Selbsteinschätzungen der Lernenden und Fremdeinschätzungen des Programms (z. B. durch Wissenstests). Lernende erhalten somit ihr individuelles Qualifizierungsangebot und müssen daher nicht mehr alle Themen bearbeiten. Dies steigert die Motivation und reduziert den zeitlichen Aufwand.

Lernfelder:

- Grundlagen des Explosionsschutzes
- Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen
- Instandhaltung und Prüfung im Explosionsschutz
- Kennzeichnung von Geräten zum Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen
- Prüfung und zur Prüfung befähigte Person
- Prüfung und Kontrolle von Gaswarneinrichtungen und -geräten

Zur Qualifizierung für Instandhalter und Servicetechniker, die in explosionsgefährdeten Bereichen arbeiten, und für zur Prüfung befähigte Personen wird ein ca. 4- bis 6-stündiger Kurs (kostenpflichtig) angeboten.

Weitere Informationen siehe exinfos.de/services/adaptives-lernen

8 Kleines Lexikon

8.1 Behälter

sind ortsfeste Tanks und ortsbewegliche Behälter, wobei diese zum Transport und zur Lagerung dienen können.

8.2 Ortsfeste Behälter

Ortsfest sind alle Behälter, die für ein stationäres Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen genutzt werden. Hierzu gehören u. a. Tanks, Silos und Bunker (siehe TRGS 509¹⁹).

8.3 Unterirdische Tanks

sind ortsfeste Tanks, die vollständig oder teilweise im Erdreich eingebettet sind.

19 Siehe Anhang 1 Nr. (10)

8.4 Ortsbewegliche Behälter

Ortsbewegliche Behälter sind dazu bestimmt, dass in ihnen Gefahrstoffe transportiert und gelagert werden. Zu den ortsbeweglichen Behältern gehören sowohl die gefahrgutrechtlich zugelassenen Transportbehälter wie

1. Verpackungen (z. B. Fässer, Kanister, Flaschen, Säcke),
2. Großpackmittel (z. B. IBC, Big Bags bzw. FIBC),
3. Großverpackungen,
4. Tankcontainer/ortsbewegliche Tanks,
5. Eisenbahnkesselwagen, Tankfahrzeuge

als auch Transportbehälter für den ausschließlich innerbetrieblichen Transport (siehe TRGS 509¹⁹).

8.5 Zerbrechliche Gefäße

sind solche aus Glas, Porzellan, Steinzeug oder dergleichen.

8.6 Sonstige Gefäße

sind in Abgrenzung zu den zerbrechlichen Gefäßen solche aus metallischen Werkstoffen, Kunststoffen oder anderen Werkstoffen, die nach den gefahrgutrechtlichen Vorschriften bauartgeprüft, zugelassen und gekennzeichnet sind.

8.7 Atmosphärische Bedingungen

Atmosphärische Bedingungen im Sinne des Explosionsschutzes sind wie folgt definiert:

Gesamtdruck: 0,8 bis 1,1 bar

Temperatur: -20 °C bis +60 °C

Luftsauerstoff mit einem natürlichen Volumenanteil von ca. 21 % als Oxidationsmittel

8.8 Flammpunkt

Der Flammpunkt ist die 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.

Der Flammpunkt ist eine zentrale Kenngröße zur Beurteilung der Brand- und Explosionsgefahr von Flüssigkeiten (siehe auch Frage 3.1).

19 Siehe Anhang 1 Nr. (10)

8.9 Unterer/Oberer Explosionspunkt (UEP/OEP)

Es gibt bei brennbaren Flüssigkeiten einen unteren und einen oberen Explosionspunkt.

Der untere Explosionspunkt ist die Temperatur der Flüssigkeit, bei der der Anteil des Dampfes über der Flüssigkeitsoberfläche am Dampf-Luft-Gemisch gleich der unteren Explosionsgrenze ist. Der obere Explosionspunkt ist entsprechend die Temperatur der Flüssigkeit, bei der das Dampf/Luft-Gemisch über der Flüssigkeitsoberfläche die Zusammensetzung der oberen Explosionsgrenze hat.

8.10 Untere Explosionsgrenze (UEG) und obere Explosionsgrenze (OEG)

Die untere und obere Explosionsgrenze begrenzen den Bereich explosionsfähiger Gemische aus brennbarem Stoff und Luft. Sie werden in Volumenprozent oder in g/m³ des brennbaren Stoffes bezogen auf das Gemisch mit Luft angegeben (siehe auch Frage 3.19). Die Explosionsgrenzen sind nicht mehr Teil dieses Explosionsbereiches.

8.11 Dampfdichte

ist eine Verhältniszahl. Sie gibt die Dichte des Dampfes (oder Gases) bezogen auf Luft des gleichen Zustandes an (Luft = 1) (siehe auch Frage 3.20).

8.12 Wasserlöslichkeit

gibt an, ob sich Stoffe in jedem beliebigen Verhältnis in Wasser lösen. Bei Flüssigkeiten spricht man auch von Wassermischbarkeit (siehe auch Frage 3.16).

8.13 Mindestzündenergie (MZE)

ist die unter festgelegten Versuchsbedingungen ermittelte kleinste, in einem Kondensator gespeicherte elektrische Energie, die bei Entladung ausreicht, das zündwilligste Gemisch einer explosionsfähigen Atmosphäre zu entzünden.

8.14 Temperaturklasse

Temperaturbereiche, die entweder für die

- Einteilung von Geräten, Schutzsystemen für explosionsfähige Atmosphären entsprechend ihrer maximalen Oberflächentemperatur oder
- Einteilung der brennbaren Gase und Dämpfe entsprechend ihrer Zündtemperatur

verwendet werden:

Temperaturklasse	maximale Temperatur	Stoffbeispiele
T1	450 °C	Kohlenmonoxid, Methan, Propan, Wasserstoff
T2	300 °C	Acetylen, Cyclohexan, Ethylen
T3	200 °C	Diesel, Benzin, Schwefelwasserstoff
T4	135 °C	Acetaldehyd, Diethylether (keine weiteren Stoffe)
T5	100 °C	keine Stoffe
T6	85 °C	ausschließlich Schwefelkohlenstoff

8.15 Explosionsgruppe

Brände von Dampf-Luft- oder Gas-Luft-Gemischen können an ihrer Fortpflanzung durch Spalte gehindert werden, wenn diese genügend schmal sind. Für die Einstufung von entzündbaren Flüssigkeiten bzw. entzündbaren Gasen in Explosionsgruppen wird die Flammenfortpflanzung durch die Normspalte getestet. Die Einstufung in Abhängigkeit der größten Breite des Normspaltes (Grenzspaltweite), durch den der Brand sich noch fortpflanzt, geht aus folgender Tabelle hervor:

Grenzspaltweite MESG	Explosionsgruppe
> 0,9 mm	II A
0,5 mm ≤ MESG ≤ 0,9 mm	II B
< 0,5 mm	II C

8.16 Sauerstoffgrenzkonzentration

Die Sauerstoffgrenzkonzentration ist die maximale Sauerstoffkonzentration in einem Gemisch eines entzündbaren Stoffes mit Luft und inertem Gas, in dem eine Explosion nicht auftritt. Die Sauerstoffgrenzkonzentration hängt von dem entzündbaren Stoff und dem Inertgas ab.

8.17 Zündtemperatur

Die Zündtemperatur ist die niedrigste Temperatur einer heißen Oberfläche, bei der unter festgelegten Prüfbedingungen die Entzündung eines entzündbaren Gases oder Dampfs in einem Gemisch mit Luft erfolgt.

8.18 Inertisierung

Bei der Inertisierung wird atmosphärischer Sauerstoff in einer Anlage durch ein nicht reaktives, nicht entzündbares Gas ersetzt, um eine Flammenausbreitung in der Atmosphäre der Anlage zu verhindern.

Anhang 1: Literaturverzeichnis

Verbindliche Rechtsnormen sind Gesetze, Verordnungen und der Normtext von Unfallverhütungsvorschriften. Abweichungen sind nur mit einer Genehmigung der zuständigen Behörde bzw. des zuständigen Unfallversicherungsträgers (z. B. Berufsgenossenschaft) erlaubt. Voraussetzung für die Erteilung einer Ausnahmegenehmigung ist, dass die Ersatzmaßnahme ein mindestens ebenso hohes Sicherheitsniveau gewährleistet.

Von Technischen Regeln zu Verordnungen, Durchführungsanweisungen von Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften) und DGUV Regeln kann abgewichen werden, wenn in der Gefährdungsbeurteilung dokumentiert ist, dass die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

Keine verbindlichen Rechtsnormen sind DGUV Informationen, Merkblätter, DIN-/VDE-Normen. Sie gelten als wichtige Bewertungsmaßstäbe und Regeln der Technik, von denen abgewichen werden kann, wenn die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wird.

Fundstellen im Internet

Die Schriften der BG RCI sowie ein umfangreicher Teil des staatlichen Vorschriften- und Regelwerkes und dem der gesetzlichen Unfallversicherungsträger (rund 1 700 Titel) sind im Kompendium Arbeitsschutz der BG RCI verfügbar. Die Nutzung des Kompendiums im Internet ist kostenpflichtig. Ein kostenfreier, zeitlich begrenzter Probezugang wird angeboten.

Weitere Informationen unter www.kompendium-as.de.

Detailinformationen zu Schriften und Medien der BG RCI sowie Bestellung siehe medienshop.bgrci.de

Zahlreiche Merkblätter, Anhänge und Vordrucke aus Merkblättern und DGUV Regeln sowie ergänzende Arbeitshilfen stehen im Downloadcenter Prävention unter downloadcenter.bgrci.de kostenfrei zur Verfügung.

Unfallverhütungsvorschriften, DGUV Regeln, DGUV Grundsätze und viele DGUV Informationen sind auf der Homepage der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) unter publikationen.dguv.de zu finden.

1. Veröffentlichungen der Europäischen Union im Amtsblatt der Europäischen Union

Bezugsquelle: Bundesanzeiger-Verlag, Postfach 10 05 34, 50445 Köln
Freier Download unter <http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm>

- (1) Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (CLP-Verordnung)
- (2) Richtlinie 2014/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26.02.2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (Neufassung) (für Geräte und Schutzsysteme, die ab dem 20.04.2016 in Verkehr gebracht werden)
- (3) Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (für Geräte und Schutzsysteme, die bis zum 19.04.2016 in Verkehr gebracht werden)
- (4) Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können

2. Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

Bezugsquellen: Buchhandel oder Freier Download unter www.gesetze-im-internet.de (Gesetze und Verordnungen) bzw. www.baua.de (Technische Regeln)

- (5) Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Explosionsschutzprodukteverordnung – 11. ProdSV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 6. Januar 2016, zuletzt geändert durch Artikel 25 des Gesetzes vom 27. Juli 2021
- (6) Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) mit Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS), insbesondere
- (7) TRBS 3151/TRGS 751: Vermeidung von Brand-, Explosions- und Druckgefährdungen an Tankstellen und Gasfüllanlagen zur Befüllung von Landfahrzeugen (inhaltsgleich mit TRGS 751)
- (8) Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere
- (9) TRF 2021: Technische Regel Flüssiggas
- (10) TRGS 509: Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter
- (11) TRGS 510: Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern
- (12) TRGS 720: Gefährliche explosionsfähige Gemische – Allgemeines
- (13) TRGS 721: Gefährliche explosionsfähige Gemische – Beurteilung der Explosionsgefährdung
- (14) TRGS 722: Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Gemische

- (15) TRGS 723: Gefährliche explosionsfähige Gemische – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische
- (16) TRGS 724: Gefährliche explosionsfähige Gemische – Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken
- (17) TRGS 727: Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen (wortgleich mit Merkblatt T 033 (DGUV Information 213-060))

3. Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften), DGUV Regeln, DGUV Grundsätze, DGUV Informationen, Merkblätter und sonstige Schriften der Unfallversicherungsträger

Bezugsquelle: Carl Heymanns Verlag, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln,
www.arbeitssicherheit.de
Freier Download der Inhalte unter www.exinfo.de

- (18) DGUV Regel 113-001: Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) – Sammlung technischer Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung zur Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen

Bezugsquellen: Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, medienshop.bgrci.de oder Jedermann-Verlag GmbH, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg, www.jedermann.de, verkauf@jedermann.de
Mitgliedsbetriebe der BG RCI können die folgenden Schriften (bis zur nächsten Bezugsquellenangabe) bei der BG RCI in einer der Betriebsgröße angemessenen Anzahl kostenlos beziehen.

- (19) Merkblatt A 001: Schriften und Medien für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit
- (20) Merkblatt M 017: Lösemittel (DGUV Information 213-072)
- (21) Merkblatt M 043: Kaltreiniger
- (22) Merkblatt M 058: Organische Peroxide – Antworten auf häufig gestellte Fragen (DGUV Information 213-096)
- (23) Merkblatt T 005: Fassmerkblatt – Umgang mit entleerten gebrauchten Gebinden
- (24) Merkblatt T 023: Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz – Einsatz und Betrieb (DGUV Information 213-057)
- (25) Merkblatt T 033: Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen (DGUV Information 213-060)
- (26) Merkblatt T 049: Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen
- (27) Merkblatt T 050: Explosionsschutz an Maschinen – Antworten auf häufig gestellte Fragen
- (28) Merkblatt T 051: Elektrostatik – Antworten auf häufig gestellte Fragen

- (29) Merkblatt T 054: Brennbare Stäube – Antworten auf häufig gestellte Fragen
- (30) Merkblatt T 055: Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen
- (31) KB 028-1 „Brand- und Explosionsgefahren – Schutzmaßnahmen für sichere Tätigkeiten mit brennbaren Stoffen“
- (32) KB 028-2 „Rechtlicher Wegweiser im Explosionsschutz“

Bezugsquelle: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V., Glinkastraße 40, 10117 Berlin,
www.dguv.de

Freier Download unter publikationen.dguv.de

- (33) DGUV Regel 109-001: Schleifen, Bürsten und Polieren von Aluminium – Vermeiden von Staubbränden und Staubexplosionen
- (34) DGUV Information 209-026: Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen (deutsche Version)
- (35) DGUV Information 209-027: Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen (englische Version)
- (36) DGUV Information 209-046: Lackierräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe; Bauliche Einrichtungen, Brand- und Explosionsschutz, Betrieb
- (37) DGUV Information 209-052: Elektrostatisches Beschichten
- (38) DGUV Information 213-003: Sicherheitstechnische Hinweise über das Verwenden von Aluminiumpulver, -pellets und -pasten bei der Herstellung von Porenbeton
- (39) DGUV Information 213-106: Explosionsschutzdokument

Bezugsquelle: Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik, M 5, 7, 68161 Mannheim, www.bghw.de

- (40) BGHW Spezial SP 02: Einsatz von Flurförderzeugen – Batterieladeanlagen für Flurförderzeuge

4. Normen

Bezugsquelle: Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, www.din.de/beuth

- (41) DIN EN 1755: Sicherheit von Flurförderzeugen – Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen – Verwendung in Bereichen mit brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben
- (42) DIN EN 13237: Explosionsgefährdete Bereiche – Begriffe für Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen
- (43) DIN EN 60079-0 (VDE 0170-1): Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 0: Betriebsmittel – Allgemeine Anforderungen

- (44) DIN EN 60079-29-2 (VDE 0400-2): Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 29-2: Gasmessgeräte – Auswahl, Installation, Einsatz und Wartung von Geräten für die Messung von brennbaren Gasen und Sauerstoff
- (45) DIN EN ISO 2719: Bestimmung des Flammpunktes – Verfahren nach Pensky-Martens mit geschlossenem Tiegel

5. Andere Schriften

Bezugsquelle: IVSS-Sektion Chemie, c/o Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Kurfürsten-Anlage 62, 69115 Heidelberg, www.issa.int/prevention-chemistry und Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, medienshop.bgrci.de

- (46) ISSA-32: Staubexplosionen – Schutz vor Explosionen durch brennbare Stäube
- (47) ISSA-34: Gasexplosionen – Schutz vor Explosionen durch brennbare Gase, Dämpfe oder Nebel im Gemisch mit Luft
- (48) ISSA-35: Statische Elektrizität – Zündgefahren und Schutzmaßnahmen
- (49) ISSA-36: Praxishilfen zur Erstellung des Explosionsschutzdokumentes
- (50) ISSA-37: Staubexplosionsschutz an Maschinen und Apparaten – Grundlagen
- (51) ISSA-38: Beispielsammlung „Staubexplosionsschutz an Maschinen und Apparaten“ – Teil 1: Mühlen, Brecher, Mischer, Abscheider, Siebmaschinen
- (52) ISSA-39: Beispielsammlung „Staubexplosionsschutz an Maschinen und Apparaten“ – Teil 2: Stetigförderer, Übergabestellen und Empfangsbehälter
- (53) ISSA-40: Vermeiden wirksamer Zündquellen in explosionsgefährdeten Bereichen
- (54) ISSA-43: Staubexplosionsereignisse: Analysen von Staubexplosionen in Industrie und Gewerbe Ursachen, Lehren und Maßnahmen
- (55) ISSA-43e: Dust Explosion Incidents: Their Causes, Effects and Prevention

Bezugsquelle: Buchhandel oder Herausgeber

- (56) Brandes, E. und Möller, W.: Sicherheitstechnische Kenngrößen. Band 1: Brennbare Flüssigkeiten und Gase. 2. Auflage 2008. Wirtschaftsverlag NW – Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven. ISBN 978-3-86509-811-5
- (57) Dyrba, B.: Kompendium Explosionsschutz – Sammlung der relevanten Vorschriften zum Explosionsschutz mit Fragen und Antworten für die Praxis. 2022. Carl Heymanns Verlag GmbH, Köln. ISBN 978-3-452-30294-6
- (58) Dyrba, B.: Praxishandbuch Zoneneinteilung – Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen. 3. Auflage 2019. Carl Heymanns Verlag GmbH, Köln. ISBN 978-3-452-27394-9

- (59) Croissant, André: Elektroinstallationen im Ex-Bereich. Hüthig, 2018
- (60) Lottermann, J. W.: Ansätze zur integrierten Brand- und Explosionssicherheit: Entwicklung, Validierung und normative Verankerung einer bilateralen, kohärenten Beurteilungssystematik am Beispiel staubführender Anlagen. 2012. Pro Business digital printing Deutschland GmbH, Berlin. ISBN 978-3-86386-313-5
- (61) Lüttgens, u. a.: Statische Elektrizität – Durchschauen – Überwachen – Anwenden. 2019. 1. Auflage 2019. Wiley-VCH, Berlin. ISBN 978-3-527-41372-0
- (62) Lüttgens/Schubert/ Lüttgens: Praxislexikon „Statische Elektrizität“. 1. Auflage 2022. Expert Verlag GmbH, Renningen. ISBN 978-3-8169-3506-3
- (63) Maurischat, Hans Peter: Kompendium zur Gasmesstechnik – Eine Zusammenstellung praktischer Erfahrungen beim Einsatz von Gaswarngeräten für brennbare und toxische Gase und Dämpfe. 2015. Eigenverlag. www.maurischat.eu. Link auf das Kompendium: www.maurischat.eu/Gaswarngerate/Kompendium/kompendium.html
- (64) Molnárné, M., Schendler, Th. und Schröder, V.: Sicherheitstechnische Kenngrößen. Band 2: Explosionsbereiche von Gasgemischen. 2. Auflage 2008. Wirtschaftsverlag NW – Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven. ISBN 978-3-86509-856-6
- (65) Möckel, D. und Beyer, M.: Explosionsfähigkeit organisch lösemittelfreier UV-Lacke in feinversprühtem Zustand. Technische Sicherheit 1-2 (2014), S. 30–32
- (66) Nabert, K., Schön, G. und Redeker, T.: Sicherheitstechnische Kenngrößen brennbarer Gase und Dämpfe/Safety Characteristics of Flammable Gases and Vapours. 4. erweiterte Auflage 2021. Deutscher Eichverlag, Braunschweig. ISBN 978-3-8064-9956-8
- (67) Pidoll, U. v. und Krämer, H.: Vermeiden der Entzündung von Sprühnebeln handelsüblicher wasserverdünnbarer Lacke (Wasserlacke) beim Verarbeiten mit elektrostatischen Sprühanlagen und -einrichtungen. Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin – PTB-Bericht W-57. 1994. Wirtschaftsverlag NW – Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven. ISBN 3-89429-456-6

6. Medien

Bezugsquellen: Jedermann-Verlag, Postfach 10 31 40, 69021 Heidelberg, www.jedermann.de und Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, medienshop.bgrci.de

- (68) Kompendium Arbeitsschutz als Online-Datenbank (kostenpflichtig): Vorschriften und Regelwerk, Symbolbibliothek, Programm zur Durchführung und Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung (GefDok Pro-Demoversion, GefDok KMU und GefDok light). Information und kostenloser, zeitlich begrenzter Testzugang unter www.kompendium-as.de
- (69) CD 008: Lernprogramm „Explosionen – Gefahren und Schutzmaßnahmen“
- (70) DVD 335: Keine Abstimmung – große Wirkung

Bezugsquelle: Carl Heymanns Verlag GmbH, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln, www.arbeitssicherheit.de

Dyrba, B.: Fortbildungsmaterialien „Explosionsschutz“:

(71) Ex-Schutz kompakt
(Bestellung bei michaela.plein@wolterskluwer.de)

(72) Adaptives personalisiertes und mobiles Lernen
(Bestellung bei patrick.dyrba@exinfos.de)

7. Datenbanken im Internet

(73) Datenbank CHEMSAFE mit bewerteten sicherheitstechnischen Kenngrößen für den Brand- und Explosionsschutz von brennbaren bzw. entzündbaren Gasen, Flüssigkeiten und Stäuben. Sie umfasst derzeit über 3000 Reinstoffe und Gemische. Die Datenbank ist ein Gemeinschaftsprojekt der Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V. (DECHEMA e. V.), der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) und der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM). Die PTB bietet nach Registrierung unter www.chemsafe.ptb.de einen kostenlosen Online Zugang zur kompletten CHEMSAFE Datenbank.

(74) Gefahrstoffinformationssystem Chemikalien GisChem unter www.gischem.de der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI) und der Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM) mit verschiedenen Modulen, z. B. „GisChem-Interaktiv“ zur Erstellung eigener Betriebsanweisungen, „Gefahrstoffverzeichnis“ oder „Gemischrechner“ zur Einstufung von Gemischen nach der CLP-Verordnung. GisChem unterstützt insbesondere kleine und mittlere Unternehmen beim sicheren Umgang mit Gefahrstoffen und beim Gefahrstoffmanagement.

Bildnachweis

Die Abbildungen wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Abbildungen 1–4:

Dyrba Explosionsschutz Bildung und Beratung
Sankt-Rochus-Allee 25
76669 Bad Schönborn

Aus: Praxishandbuch Zoneneinteilung – Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen

Abbildung 6:

IVSS-Sektion Chemie
c/o Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie
Kurfürsten-Anlage 62
69115 Heidelberg

Aus: Gasexplosionen – Schutz vor Explosionen durch brennbare Gase, Dämpfe oder Nebel im Gemisch mit Luft (ISSA-Broschüre 34)

Ausgabe 2/2023 (Überarbeitung der Ausgabe 4/2015)

© Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Heidelberg Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit ausdrücklicher Genehmigung.

Diese Schrift können Sie über den Medienshop unter medienshop.bgrci.de beziehen.

Haben Sie zu dieser Schrift Fragen, Anregungen, Kritik?

Dann nehmen Sie bitte mit uns Kontakt auf.

- Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie
Prävention, Grundsatzfragen und Information, Medien
Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg

- E-Mail: medien@bgrci.de
- Kontaktformular: www.bgrci.de/kontakt-schriften