

213-106

DGUV Information 213-106



**Explosionsschutz-
dokument**

kommmitmensch ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter www.kommmitmensch.de

Impressum

Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Explosionsschutz des Fachbereichs
Rohstoffe und chemische Industrie der DGUV

Ausgabe: Juni 2021

DGUV Information 213-106
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger
oder unter www.dguv.de/publikationen Webcode: p213106

Explosionsschutzdokument

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
Vorwort	5	6	Liste veröffentlichter Anleitungen zur Erstellung von Explosionsschutzdokumenten 33
1 Anwendungsbereich	6	7	Glossar/Begriffsbestimmungen 34
2 Einführung	7		Anhang 1
3 Was wird im staatlichen Regelwerk gefordert?	8		Orientierende Fragenliste zur Beurteilung der Explosionsgefährdungen 40
4 Unter welchen Bedingungen besteht Gefährdung durch explosionsfähige Gemische?	9		Anhang 2
4.1 Was ist ein brennbarer Stoff?	9		Zündquellen mit Beispielen 43
4.2 Was ist ein Oxidationsmittel?	10		Anhang 3
4.3 Explosionsfähiges Gemisch	10		Literaturverzeichnis 44
4.3.1 Was ist ein explosionsfähiges Gemisch?	10		Abbildungsverzeichnis 50
4.3.2 Unter welchen Bedingungen kann sich ein explosionsfähiges Gemisch bilden?	10		
4.4 Gefährliches explosionsfähiges Gemisch	12		
4.4.1 Was ist ein gefährliches explosionsfähiges Gemisch?	12		
4.4.2 Unter welchen Bedingungen ist ein explosionsfähiges Gemisch bzw. eine explosionsfähige Atmosphäre gefährlich?	12		
4.5 Was ist eine Zündquelle?	13		
5 Erstellung des Explosionsschutzdokumentes ...	14		
5.1 Allgemeines	14		
5.2 Explosionsschutzdokument bei standardisierten Maßnahmen zur Vermeidung von gefährlichen explosionsfähigen Gemischen	15		
5.3 Aufbau des Explosionsschutzdokumentes	16		
5.4 Inhalt des Explosionsschutzdokumentes	16		
5.4.1 Angabe des Betriebes/Betriebsteils/Arbeitsbereichs	16		
5.4.2 Verantwortliche Person für den Betrieb/Betriebsteil/Arbeitsbereich, Erstellungsdatum und Anhänge sowie mitgeltende Dokumente	16		
5.4.3 Kurzbeschreibung der baulichen und geografischen Gegebenheiten	17		
5.4.4 Verfahrensbeschreibung – für den Explosionsschutz wichtige Verfahrensparameter	17		
5.4.5 Stoffdaten	17		
5.4.6 Gefährdungsbeurteilung	18		
5.5 Aktualisierung und Überprüfung des Explosionsschutzdokumentes	32		

Vorwort

Die vorliegende DGUV Information basiert auf den Inhalten der ehemaligen Abschnitte E 6 „Explosionsschutzdokument“ und E 7 „Organisatorische Maßnahmen“ der Explosionsschutz-Regeln (EX-RL, DGUV Regel 113-001), die sich seit ca. 15 Jahren bewährt haben. Die Abschnitte E 6 und E 7 werden mit der Veröffentlichung dieser

DGUV Information zurückgezogen. Alle anderen Abschnitte der ehemaligen EX-RL sind bereits in Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) überführt worden. Von staatlicher Seite ist eine Überführung der ehemaligen Abschnitte E 6 und E 7 in Technische Regeln nicht vorgesehen.

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 im Sachgebiet „Explosionsschutz“ des Fachbereichs „Rohstoffe und chemische Industrie“ der DGUV sorgfältig erstellt. Dies befreit nicht von der Pflicht und Verantwortung, die Angaben auf Vollständigkeit, Aktualität und Richtigkeit selbst zu überprüfen.

Das Ablaufschema in Abbildung 5 dieser DGUV Information ist gegenüber Abbildung 1 "Bewertung der Explosionsgefährdung und Festlegung von Schutzmaßnahmen unter atmosphärischen Bedingungen" der TRGS 720 "Gefährliche explosionsfähige Gemische - Allgemeines" (Ausgabe Juli 2020) vereinfacht. Bei der gewählten Darstellung sind aber alle wesentlichen Punkte aufgeführt, die für das Erkennen von Explosionsgefährdungen und die Festlegung von Schutzmaßnahmen bei atmosphärischen Bedingungen sowie die Ermittlung von Prüfverpflichtungen nach Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV erforderlich sind. So soll dem Leser das Verständnis der Vorgehensweise erleichtert werden.

Für die Vorgehensweise zur Beurteilung und Vermeidung von Explosionsgefährdungen bei Vorliegen explosionsfähiger Gemische unter nichtatmosphärischen Bedingungen ist Abbildung 2 aus TRGS 720 heranzuziehen.

Das Arbeitsschutzgesetz spricht vom Arbeitgeber, das Sozialgesetzbuch VII und die Unfallverhütungsvorschriften der Unfallversicherungsträger vom Unternehmer. Beide Begriffe sind nicht völlig identisch, weil Unternehmer bzw. Unternehmerinnen nicht notwendigerweise Beschäftigte haben. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Thematik ergeben sich daraus keine relevanten Unterschiede, sodass diese Begriffe synonym verwendet werden.

Copyright Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V.

Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit ausdrücklicher Genehmigung.

1 Anwendungsbereich

Ein Explosionsschutzdokument nach § 6 Abs. 9 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) wird gefordert, wenn ohne Anwendung von Schutzmaßnahmen gefährliche explosionsfähige Gemische entstehen oder vorhanden sein können. Diese DGUV Information ist als Hilfe gedacht für die Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes auf Basis einer durchgeführten Gefährdungsbeurteilung und der in diesem Rahmen abgeleiteten Schutzmaßnahmen. Die Notwendigkeit eines Explosionsschutzdokumentes wird in Abschnitt 5.1 dieser DGUV Information näher beschrieben.

Unter dem Begriff „Explosion“ wird in dieser DGUV Information folgender Vorgang verstanden: Ein Gemisch aus einem fein verteilten, brennbaren Stoff mit Luft oder einem anderen gasförmigen Oxidationsmittel wird durch eine Zündquelle entzündet, sodass eine plötzliche, schnell ablaufende Verbrennung ausgelöst wird. Die Verbrennung breitet sich auf das gesamte Gemisch aus und es kommt zu einer starken Erhöhung des Druckes, der Temperatur oder von beidem.

Explosivstoffe (Sprengstoffe) und chemisch instabile Gase (§ 2 Abs. 11 GefStoffV) werden in dieser DGUV Information nicht behandelt. Beiden Stoffgruppen ist gemeinsam, dass sie sich auch ohne die Anwesenheit von Luft oder eines anderen Oxidationsmittels explosionsartig zersetzen können.

Diese DGUV Information berücksichtigt nicht die aus dem Bergrecht resultierenden Rechtsnormen, wie z. B. das Bundesberggesetz (BBergG), die Allgemeine Bundesbergverordnung (ABBergV) sowie die Bergverordnung der Länder.

Zielgruppen dieser DGUV Information sind

- Unternehmerinnen und Unternehmer,
- verantwortliche Beschäftigte,
- Fachkräfte für Arbeitssicherheit und
- Betriebs- und Personalräte

von Betrieben, in denen explosionsfähige Gemische auftreten können, z. B. durch die Verwendung brennbarer Stoffe bei Tätigkeiten bzw. Verfahren oder aber durch die Entstehung von brennbaren Stoffen im Verlauf von Tätigkeiten oder Verfahren.

2 Einführung

Die mit einer Explosion verbundenen hohen Temperaturen und Drücke stellen eine unmittelbare Lebens- oder Gesundheitsgefahr für Menschen in der Nähe oder am Ort der Explosion dar. Hinzu können weggeschleuderte Teile kommen, die durch das Bersten von Anlagenteilen oder Fenstern entstehen. Eine Flucht ist wegen der Plötzlichkeit des Ereignisses nicht möglich.

Folge einer Explosion können auch wirtschaftliche Schäden sein, die nicht nur durch die Zerstörung von Anlagen, sondern auch durch die Lieferunfähigkeit und in der Konsequenz den Verlust von Kundinnen und Kunden, verursacht werden. Nicht selten wurden deshalb in der Vergangenheit Unternehmen infolge einer Explosion zur Aufgabe ihrer Betriebstätigkeit gezwungen. Explosionen mit Personenschaden oder Schaden am Gut Dritter können außerdem strafrechtliche Folgen haben und wirken sich in spektakuläreren Fällen auf das Ansehen des Betriebes in der Öffentlichkeit aus.

Wirksamer Explosionsschutz liegt einerseits im öffentlichen Interesse und ist deshalb rechtlich detailliert geregelt. Er liegt andererseits auch und vor allem im vitalen Eigeninteresse des Betriebs.

Die Inhalte des Explosionsschutzdokumentes sind Teil der umfassenden Gefährdungsbeurteilung nach § 5 Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) und der damit verbundenen Gefährdungsbeurteilung nach § 6 Gefahrstoffverordnung, die von der Unternehmensleitung verpflichtend durchzuführen sind. Das Explosionsschutzdokument enthält das Ergebnis der Beurteilung der Gefährdungen durch explosionsfähige Gemische und die Darlegung des Explosionsschutzkonzeptes (zur Begriffserläuterung „Explosionsschutzkonzept“ siehe Abschnitt 7 dieser Schrift).

Zur Unterstützung bei der Erstellung des Explosionsschutzdokumentes enthält diese DGUV Information die folgenden Elemente:

- Hinweis auf rechtliche Vorgaben,
- Erläuterung der Voraussetzungen für eine Explosion,
- Erläuterung der Begriffe,
- Vorschlag einer Gliederung des Explosionsschutzdokumentes,
- Nennung der notwendigen Inhalte eines Explosionsschutzdokumentes, insbesondere der Gefährdungsbeurteilung und des Explosionsschutzkonzeptes,
- Beispiele für Explosionsschutzdokumente in Schriftform oder im Internet.

Die in dieser DGUV Information gegebenen Hinweise zur Gefährdungsbeurteilung und zu Schutzmaßnahmen dienen dem Verständnis, welche Inhalte im Explosionsschutzdokument erforderlich sein können. Für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung und die Ableitung von Schutzmaßnahmen stehen das staatliche Regelwerk und das umfangreiche Informationsangebot der Träger der gesetzlichen Unfallversicherung und anderer Institutionen zur Verfügung (siehe Anhang 3 dieser Schrift).

Sowohl die Beurteilung von Gefährdungen durch explosionsfähige Gemische, als auch die Festlegung von geeigneten Schutzmaßnahmen muss von fachkundigen Personen (§ 2 Abs. 16 und § 6 Abs. 11 GefStoffV, zur Begriffserläuterung „Fachkundige Person“ siehe auch Abschnitt 7 dieser Schrift) vorgenommen werden. Sind solche Personen im Betrieb nicht vorhanden, muss externe, fachkundige Unterstützung hinzugezogen werden, Ansprechpersonen sind hier die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung, die zuständigen staatlichen Ämter, sowie privatwirtschaftliche Beratungsinstitutionen.

Für die Unternehmensleitung ergeben sich durch die Erstellung des Explosionsschutzdokumentes folgende Zusatznutzen:

Durch die mit der Erstellung des Explosionsschutzdokumentes verbundene Pflicht, alle Tätigkeiten und Prozessschritte auf Explosionsgefährdungen zu überprüfen, und, wenn nötig, geeignete Schutzmaßnahmen festzulegen, werden

- Einschätzungen objektiviert,
- Informationslücken geschlossen und
- Unterlagen vervollständigt.

Das Explosionsschutzdokument hilft zusätzlich bei

- der Anpassung von Schutzmaßnahmen bei Änderungen,
- der Organisation und Konzeption von Prüfungen,
- der Anfertigung von Betriebsanweisungen und
- der Unterweisung der Beschäftigten.

3 Was wird im staatlichen Regelwerk gefordert?

Maßnahmen des betrieblichen Explosionsschutzes sind vor allem in der Gefahrstoffverordnung aber auch in anderen Regelwerken, wie z. B. der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), genannt.

Die Forderung nach einem Explosionsschutzdokument findet sich in § 6 Abs. 9 der Gefahrstoffverordnung. Hiernach stellt das Explosionsschutzdokument eine gesonderte Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung für Gefährdungen durch gefährliche explosionsfähige Gemische dar. Sofern ein Explosionsschutzdokument erstellt werden muss, hat die Unternehmensleitung die Pflicht hierzu unabhängig von der Zahl der Beschäftigten. Sie muss diese Pflicht vor Aufnahme von Tätigkeiten erfüllen, bei denen gefährliche explosionsfähige Gemische vorhanden sein oder entstehen können. Genauere Angaben zur Dokumentation finden sich in Abschnitt 5 dieser Schrift.

Das Explosionsschutzdokument muss regelmäßig auf Aktualität überprüft und anlassbezogen überarbeitet werden (siehe Abschnitt 5.5 dieser Schrift).

Die Anforderungen an den Inhalt des Explosionsschutzdokumentes werden in § 6 Abs. 9 Gefahrstoffverordnung wie folgt präzisiert:

Aus dem Explosionsschutzdokument muss insbesondere hervorgehen,

1. dass die Explosionsgefährdungen ermittelt und einer Bewertung unterzogen worden sind (siehe auch Abschnitt 5.4.6 dieser Schrift),
2. dass angemessene Vorkehrungen getroffen werden, um die Ziele des Explosionsschutzes zu erreichen (Darlegung eines Explosionsschutzkonzeptes) (siehe Abschnitt 5.4.6.2 dieser Schrift),
3. ob und welche Bereiche in Zonen eingeteilt wurden¹ (siehe Abschnitt 5.4.6.2.2 dieser Schrift),
4. für welche Bereiche Explosionsschutzmaßnahmen getroffen wurden² (siehe Abschnitt 5.4.6.1.3 dieser Schrift),
5. wie die Vorgaben zur Zusammenarbeit verschiedener Firmen³ umgesetzt werden (siehe Abschnitt 5.4.6.2.5 dieser Schrift) und
6. welche Überprüfungen⁴ und welche Prüfungen zum Explosionsschutz⁵ durchzuführen sind (siehe Abschnitt 5.4.6.2.5 dieser Schrift).

Anmerkung zu 6.: Die Verpflichtung zu Prüfungen von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen nach Betriebssicherheitsverordnung ergibt sich aus § 15 und § 16 Betriebssicherheitsverordnung.

1 entsprechend Anhang I Nr. 1.7 GefStoffV
2 nach § 11 und Anhang I Nr. 1 GefStoffV
3 nach § 15 GefStoffV
4 nach § 7 Abs. 7 GefStoffV
5 nach Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV

4 Unter welchen Bedingungen besteht Gefährdung durch explosionsfähige Gemische?

Damit sich eine Explosion ereignen kann, müssen folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt sein (symbolisch durch den „Explosionstetraeder“ in Abbildung 1 dargestellt):

- Vorhandensein brennbarer Stoffe. Sie können als Gase, Nebel, aus Flüssigkeiten entstandene Dämpfe oder Stäube vorliegen.
- Vorhandensein eines Oxidationsmittels (zur Begriffserläuterung „Oxidationsmittel“ siehe Abschnitt 7 dieser Schrift), z. B. Sauerstoff in Luft.
- Gemischbildung durch feine Verteilung der brennbaren Stoffe im Oxidationsmittel innerhalb eines durch die Explosionsgrenzen (zur Begriffserläuterung „Explosionsgrenzen“ siehe Abschnitt 7 dieser Schrift) definierten Konzentrationsbereiches.
- Wirksamkeit einer Zündquelle (siehe Abschnitt 4.5 dieser Schrift; zur Begriffserläuterung „Wirksame Zündquelle“ siehe Abschnitt 7 dieser Schrift), z. B. in Form von Funken, Flammen, elektrostatischen Entladungen oder heißen Oberflächen.

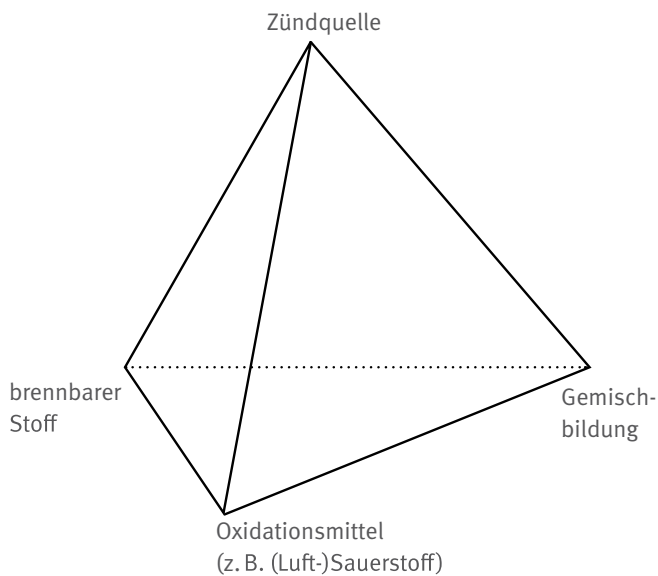


Abb. 1 Explosionstetraeder

Ist eine der Bedingungen nicht erfüllt, kann es nicht zu einer Explosion kommen. Bei fehlender Gemischbildung kann jedoch ein Brand entstehen. Ziel eines wirksamen Explosionsschutzes ist es, im Rahmen eines Explosionsschutzkonzeptes in erster Linie das Auftreten von Gemischen aus Brennstoff und Oxidationsmittel zu vermeiden.

Gelingt das nicht, muss das zeitgleiche Auftreten einer für das Gemisch wirksamen Zündquelle vermieden werden. Wenn auch das nicht hinreichend sicher möglich ist, sind die Voraussetzungen dafür zu schaffen, dass die Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß begrenzt werden.

Die Begriffe an den Ecken des Explosionstetraeders werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

4.1 Was ist ein brennbarer Stoff?

Brennbare Stoffe können in Gegenwart von Luftsauerstoff oder anderer Oxidationsmittel entzündet werden. Für den Explosionsschutz sind dabei solche Stoffe relevant, die als Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube vorliegen. Ob Stoffe brennbar sind, geht unter anderem aus der Klassifizierung nach CLP-Verordnung – z. B. wenn dort Gase oder Flüssigkeiten als „entzündbar“ eingestuft sind –, aus dem Sicherheitsdatenblatt oder der Kennzeichnung des Stoff(gebind)es hervor. Letztere enthält bei brennbaren Stoffen häufig das Piktogramm der Flamme (GHS02). Die Beschreibung der Gefahr (H-Sätze, z. B. H224, H225 und H226) enthält das Wort „entzündbar“, z. B. „Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar“.

Bei brennbaren Stäuben ist hingegen zu beachten, dass diese nur in bestimmten Fällen als entzündbar gekennzeichnet sind.

Brennbare Stoffe können auch im Verlauf von Verfahren und Prozessen oder der Verarbeitung von Materialien entstehen. Beispiele hierfür sind:

- Entwicklung von Wasserstoff beim Laden von (bestimmten) Batterien für Arbeitsmaschinen (z. B. Flurförderzeuge, Hubarbeitsbühnen),
- Zerspanungsreste bei der Bearbeitung von Werkstücken aus z. B. Aluminium, Kunststoffen oder Holz.



Abb. 2 Gefahrenpiktogramm GHS02 „Flamme“

Im Folgenden werden mit dem Begriff „brennbare Stoffe“ Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube bezeichnet, die im Gemisch mit Luft oder einem anderen Oxidationsmittel entzündet werden können.

4.2 Was ist ein Oxidationsmittel?

Das häufigste Oxidationsmittel ist Sauerstoff. Es gibt aber auch andere, z. B. Chlor. Unter atmosphärischen Bedingungen ist der Sauerstoff in Luft mit einem Anteil von ca. 21% das Oxidationsmittel.

Anmerkung: Der Sauerstoffgehalt hat einen beträchtlichen Einfluss auf die Verbrennungsgeschwindigkeit. Im Vergleich zur Verbrennungsgeschwindigkeit in Luft treten eine Verdoppelung bei einem Sauerstoffanteil von 25 % und eine Verachtfachung bei einem Sauerstoffanteil von 35 % ein. Umgekehrt sinken die Verbrennungsgeschwindigkeit und die Heftigkeit einer Explosion, wenn der Sauerstoffgehalt verringert wird.

4.3 Explosionsfähiges Gemisch

4.3.1 Was ist ein explosionsfähiges Gemisch?

In § 2 Abs. 10 Gefahrstoffverordnung findet man folgende Definition:

Ein **explosionsfähiges Gemisch** ist ein Gemisch aus brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder aufgewirbelten Stäuben und Luft oder einem anderen Oxidationsmittel, das nach Wirksamwerden einer Zündquelle in einer sich selbsttätig fortpflanzenden Flammenausbreitung reagiert, so dass im Allgemeinen ein sprunghafter Temperatur- und Druckanstieg hervorgerufen wird.

Anmerkung: Der Begriff „explosionsfähiges Gemisch“ ist von dem in der Gefahrstoffverordnung und in der CLP-Verordnung verwendeten Begriff „Gemisch“ zu unterscheiden. „Gemisch“ ohne das Eigenschaftswort „explosionsfähiges“ bedeutet allgemein eine Mischung verschiedener Stoffe.

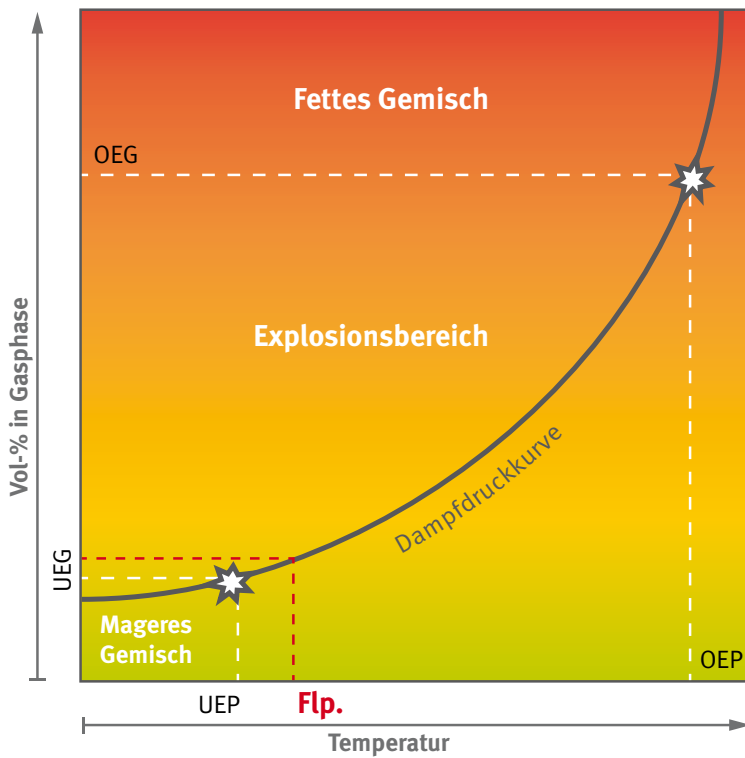
4.3.2 Unter welchen Bedingungen kann sich ein explosionsfähiges Gemisch bilden?

Zunächst ist eine hinreichend feine Verteilung des brennbaren Stoffes im Oxidationsmittel notwendig. Dies erfolgt:

- bei Gasen durch Verteilung im Oxidationsmittel (z. B. Luft) infolge von selbsttätiger Diffusion oder Konvektion.
- bei Flüssigkeiten durch Verdampfen, Verspritzen, Versprühen oder Vernebeln. Die Verdampfung kann durch Erhöhen der Temperatur der Flüssigkeit gefördert werden. Eine andere Möglichkeit zur Förderung der Verdampfung ist das Aufsaugen in porösem Material. Hierbei kommt es zu einer Vergrößerung der Grenzfläche zwischen der brennbaren Flüssigkeit und dem Oxidationsmittel. Man spricht dann vom Dochteffekt.
- bei Stäuben durch Aufwirbeln.

Eine Entzündung ist möglich, wenn die Konzentration des Brennstoffes im Oxidationsmittel innerhalb der Explosionsgrenzen (zur Begriffserläuterung „Explosionsgrenzen“ siehe Abschnitt 7 dieser Schrift), also oberhalb der unteren Explosionsgrenze (UEG) und unterhalb der oberen Explosionsgrenze (OEG), liegt (siehe dazu Abbildung 3). Unterhalb der UEG ist zu wenig Brennstoff vorhanden, d. h. das Gemisch ist zu mager, oberhalb der OEG ist zu viel Brennstoff vorhanden, d. h. das Gemisch ist zu fett. Für brennbare Stäube wird das Kriterium OEG nur in seltenen Fällen angewandt, da bei hohen Staubkonzentrationen durch Inhomogenitäten infolge von Ablagerungen zündfähige Gemische vorliegen können (siehe auch Abbildung 4).⁶ Die Explosionsgrenzen sind stoffspezifisch und hängen von den Umgebungsbedingungen ab.

⁶ Siehe auch DGUV Information 213-065 „Sicherheitstechnische Kenngrößen – Ermitteln und bewerten“ (Merkblatt R 003 der BG RCI) – siehe Anhang 3 Nr. 3



Der **Untere Explosionspunkt (UEP)** ist eine **physikalische Größe**, der **Flammpunkt (Flp.)** ist eine **technische Größe** (d. h. abhängig vom genormten Bestimmungsverfahren).

Abschätzung:

- Reine, nicht halogenierte Flüssigkeiten:
UEP \approx Flp. $- 5$ K
- Lösemittel-Gemische ohne halogenierte Komponente:
UEP \approx Flp. $- 15$ K
- Sind halogenierte Komponenten enthalten, kann kein Abschätzverfahren empfohlen werden.

Abb. 3 Zusammenhang Dampfdruck und Explosionsgrenzen bei Gasen und Dämpfen



Abb. 4

Bei Stäuben wird nur die untere Explosionsgrenze bestimmt, keine obere Explosionsgrenze

Anmerkung 1: Der untere Explosionspunkt ist eine physikalische Größe und beschreibt die Gleichgewichtstemperatur der brennbaren Flüssigkeit, bei der die UEG erreicht wird.

Anmerkung 2: Der Flammpunkt einer Flüssigkeit hängt mit der UEG in folgender Weise zusammen: Wenn eine Flüssigkeit die Temperatur ihres Flammpunktes erreicht, hat sich über der Flüssigkeit so viel Dampf gebildet, dass die UEG überschritten ist. Eine Entzündung ist unter bestimmten Bedingungen auch unterhalb des Flammpunktes möglich (zur Begriffserläuterung „Flammpunktkriterium“ siehe Abschnitt 7 dieser Schrift).

4.4 Gefährliches explosionsfähiges Gemisch

4.4.1 Was ist ein gefährliches explosionsfähiges Gemisch?

Die Definition in § 2 Abs. 12 Gefahrstoffverordnung lautet:

Ein **gefährliches explosionsfähiges Gemisch** ist ein explosionsfähiges Gemisch, das in solcher Menge auftritt, dass besondere Schutzmaßnahmen für die Aufrechterhaltung der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten oder anderer Personen erforderlich werden.

Ein Spezialfall des gefährlichen explosionsfähigen Gemisches ist die gefährliche explosionsfähige Atmosphäre, die gemäß § 2 Abs. 13 Gefahrstoffverordnung wie folgt definiert ist:

Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ist ein gefährliches explosionsfähiges Gemisch mit Luft als Oxidationsmittel unter atmosphärischen Bedingungen (Umgebungstemperatur von -20 °C bis $+60\text{ °C}$ und Druck von $0,8\text{ bar}$ bis $1,1\text{ bar}$).

Gefährliche explosionsfähige Gemische können auch unter nicht atmosphärischen Bedingungen und bei Vorhandensein anderer Oxidationsmittel als Luft existieren. Nicht atmosphärische Bedingungen liegen vor, wenn die Umgebungstemperatur und/oder der Umgebungsdruck von den atmosphärischen Bedingungen nach oben oder unten abweichen.

Explosionsfähige Gemische unter nicht atmosphärischen Bedingungen treten vorwiegend in geschlossenen Apparaturen auf.

Im überwiegenden Teil der Literatur zum Explosionsschutz, z. B. den Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) und für Gefahrstoffe (TRGS), werden derzeit Explosionsschutz-Maßnahmen für gefährliche explosionsfähige Atmosphäre beschrieben.

In dieser DGUV Information wird eine Hilfestellung zur Erstellung des Explosionsschutzdokuments für atmosphärische und so weit als möglich auch für nicht atmosphärische Bedingungen gegeben.

4.4.2 Unter welchen Bedingungen ist ein explosionsfähiges Gemisch bzw. eine explosionsfähige Atmosphäre gefährlich?

Ein explosionsfähiges Gemisch ist gefährlich, wenn Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten durch die Auswirkung einer Explosion gefährdet sind.

Explosionsfähige Atmosphäre ist nach Meinung der Fachwelt in Räumen mit einem Volumen von 100 m^3 und mehr immer dann gefährlich, wenn das Gemisch aus brennbarem Stoff und Luft ein zusammenhängendes Volumen von mindestens 10 Litern einnimmt.

Bei Räumen mit weniger als 100 m^3 Raumvolumen wird explosionsfähige Atmosphäre ab einem Anteil von $1/10.000$ des Raumvolumens als gefährlich angesehen. Beispielsweise ist bei einem Raumvolumen von 80 m^3 bereits ein zusammenhängendes Volumen von 8 Litern explosionsfähiger Atmosphäre gefährlich.

Für gefährliche explosionsfähige Gemische gibt es solche Abschätzungen derzeit nicht.

Auch kleinere Volumina explosionsfähiger Atmosphäre können gefährlich sein, wenn sie in unmittelbarer Nähe von Menschen auftreten können oder sich in z. B. geschlossenen Behältern befinden, die durch die Druckerhöhung bei der Explosion unter Bildung von Wurfstücken zerstört werden. Dies gilt auch für explosionsfähige Gemische.

Anmerkung zur Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre:

Bei Flüssigkeiten ist der brennbare Stoff der entstehende Dampf. Bei der Ermittlung des Gemischvolumens wird deshalb ausschließlich das Volumen des Dampfes berücksichtigt. Um abzuschätzen, wie groß das Dampfvolumen ist, das aus einer bestimmten Menge Flüssigkeit entstehen kann, muss man berücksichtigen, dass beim Verdampfen eine Vervielfachung des Volumens bezogen auf das Flüssigkeitsvolumen erfolgt. So entstehen z. B. aus 1 ml flüssigem Benzin rund 200 ml Dampf. Durch das Zumischen von ausreichend Luft zur Erzeugung einer explosionsfähigen Atmosphäre an der unteren Explosionsgrenze wird eine weitere Volumenvergrößerung um das 12,5- bis 170-fache bewirkt. Daraus folgt, dass aus 1 ml Benzin 2,4 bis 31 l explosionsfähige Atmosphäre entstehen kann. Folgendes Praxisbeispiel soll diesen Sachverhalt weiter verdeutlichen: Es reicht schon aus, wenn ein Teelöffel Benzin (ca. 5 g bzw. ca. 6 ml) in einem 200 l Fass verdampft, damit das gesamte Fass mit explosionsfähiger Atmosphäre gefüllt ist.

4.5 Was ist eine Zündquelle?

Die Literatur beschreibt 13 verschiedene Arten von Zündquellen. In Anhang 2 dieser Schrift sind diese Zündquellenarten mit Beispielen aufgelistet. Genauer zu den einzelnen Zündquellen kann man in der TRGS 723 und in der DIN EN 1127-1:2019-10 nachlesen.

Nicht jede Zündquelle ist für ein vorhandenes explosionsfähiges Gemisch wirksam. Die Wirksamkeit hängt z. B. davon ab, ob die Temperatur oder die Energie der Zündquelle für die Entzündung eines vorliegenden explosionsfähigen Gemisches ausreicht.

Man unterscheidet bei Zündquellen solche, die

- während des Normalbetriebes auftreten,
- durch zu erwartende Störungen bedingt sind,
- bei seltenen Störungen auftreten.

(siehe hierzu auch Abschnitt 5.4.6.2.3 dieser Schrift)

Eine wirksame Zündquelle ist demnach eine Zündquelle, die unter Berücksichtigung ihres Vorkommens in dem zu betrachtenden explosionsfähigen Gemisch durch Übertragung von Energie eine Entzündung auslösen kann.

5 Erstellung des Explosionsschutzdokumentes

5.1 Allgemeines

Ein Explosionsschutzdokument muss erstellt werden, wenn die Ermittlung nach § 6 Abs. 4 Gefahrstoffverordnung ergibt, dass Gefährdungen für Beschäftigte und Dritte durch gefährliche explosionsfähige Gemische auftreten oder entstehen können. Dies ist bei atmosphärischen Bedingungen beispielsweise der Fall, wenn in staatlichen Technischen Regeln, in der Beispielsammlung zu der DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“ oder in anderen einschlägigen Schriften für den vorliegenden Fall Zonen (zum Begriff „Zone“ siehe Abschnitte 5.4.6.2.2 und 7 dieser Schrift) zugewiesen werden.

Das Explosionsschutzdokument ist grundsätzlich für alle Betriebszustände und Tätigkeiten zu erstellen. Dabei sind auch Betriebszustände zu berücksichtigen, bei denen es in der Vergangenheit betriebs- bzw. branchenspezifisch zu Ereignissen und Schadensfällen gekommen ist.

Ein Explosionsschutzdokument ist auch dann erforderlich, wenn technische oder organisatorische Maßnahmen zur sicheren Vermeidung von gefährlichen explosionsfähigen Gemischen getroffen werden. Technische Maßnahmen zur sicheren Vermeidung von explosionsfähiger Atmosphäre können z. B. Absaugungen und andere Lüftungsanlagen sein. Diese müssen gemäß Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 4.1 und Nr. 5.3 Betriebssicherheitsverordnung auf Eignung und Funktion geprüft werden. Dabei handelt es sich um Prüfungen zum Explosionsschutz, die nach § 6 Abs. 9 Gefahrstoffverordnung zu den Inhalten eines Explosionsschutzdokumentes gehören (siehe Abschnitt 3 dieser Schrift).

Für im Einzelfall auftretende, seltene, oder örtlich und zeitlich begrenzte Tätigkeiten unter wechselnden Bedingungen, wie z. B. Störungsbeseitigung und Tätigkeiten auf Baustellen, sind Maßnahmen auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung festzulegen und durchzuführen. Hierzu kann ein Freigabeverfahren gemäß Anhang 1 Nr. 1.4 Abs. 2 Gefahrstoffverordnung angewandt werden. Für Instandhaltungsarbeiten sind die Vorgaben der TRBS 1112 Teil 1 zu berücksichtigen.

Die Verantwortung für die Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes liegt bei der Unternehmensleitung. Die Unternehmensleitung kann die Aufgabe zur Erstellung des Explosionsschutzdokumentes z. B. per betrieblicher

Organisation oder Arbeitsvertrag delegieren (siehe auch Abschnitte 5.4.2 und 5.5 dieser Schrift). Besitzt sie selbst nicht die erforderliche Fachkunde, muss sie sich fachkundig beraten lassen. Für die Entwicklung eines tragfähigen Explosionsschutzkonzeptes ist die Beteiligung von Personen, die Tätigkeiten mit gefährlichen explosionsfähigen Gemischen durchführen, bzw. von Personen, die für diese Betriebsbereiche verantwortlich sind, erforderlich.

Wesentlicher Inhalt des Explosionsschutzdokumentes ist die Darstellung des Explosionsschutzkonzeptes, das heißt der Gesamtheit der technischen und organisatorischen Maßnahmen, die auf Basis der Gefährdungsbeurteilung getroffen wurden.

Das Explosionsschutzdokument muss in Bezug auf die Ableitung und die Beschreibung des Explosionsschutzkonzeptes nachvollziehbar sein. Eine übersichtliche Gliederung und eine gute Lesbarkeit unterstützen dies. Hierzu trägt eine ausgewogene Aufteilung der Inhalte und Informationen auf Text und Anhänge des Explosionsschutzdokumentes bei. Detailliertere Informationen können z. B. in Anhängen zum Explosionsschutzdokument abgelegt werden.

Zunächst müssen Informationen über das Arbeitsumfeld, den Arbeitsplatz, die Arbeitsmittel, das Verfahren, die Arbeitsstoffe und die durchzuführenden Tätigkeiten gesammelt werden. Hieraus wird dann abgeleitet, welche Schutzmaßnahmen erforderlich sind und für welche Arbeitsmittel, Verfahrensschritte, Tätigkeiten und Stoffe diese Schutzmaßnahmen gelten.

Für alle identifizierten Explosionsgefährdungen müssen die erforderlichen Schutzmaßnahmen mit einer ausreichend detaillierten Beschreibung im Explosionsschutzdokument enthalten sein (siehe Abschnitt 5.4.6.2 dieser Schrift).

Das Explosionsschutzdokument kann auch Bestandteil einer allgemeinen bzw. umfassenderen Sicherheitsdokumentation sein. Die Ablage ist auch in elektronischer Form, z. B. in einer Datenbank, möglich.

Bereits vorhandene Dokumentationen (z. B. Betriebsanleitungen für Maschinen, Betriebsanweisungen, Lagepläne, Erlaubnisse nach Betriebssicherheitsverordnung, Genehmigungen) können durch Verweise als Bestandteil des Explosionsschutzdokumentes integriert werden.

Für Betriebe mit mehreren Anlagen kann eine Aufteilung des Explosionsschutzdokumentes in einen allgemeinen und einen oder mehrere anlagenspezifische Teile sinnvoll sein. Im allgemeinen Teil werden übergreifende Maßnahmen dokumentiert, wie z. B. Unterweisung und Arbeitsfreigabesysteme, im anlagenspezifischen Teil z. B. die verwendeten Stoffe und die Zoneneinteilung.

5.2 Explosionsschutzdokument bei standardisierten Maßnahmen zur Vermeidung von gefährlichen explosionsfähigen Gemischen

Liegen standardisierte Maßnahmen zur sicheren Vermeidung explosionsfähiger Gemische vor, die z. B. in Technischen Regeln (TRBS, TRGS), Schriften der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) oder Schriften der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) veröffentlicht sind, kann bei der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung und des Explosionsschutzkonzeptes auf diese Quellen zurückgegriffen werden. Beispiele hierfür sind im Folgenden genannt:

1. Rohrleitungen zur öffentlichen Versorgung mit Brenngas:

Durch technische und organisatorische Maßnahmen ist dafür gesorgt, dass explosionsfähige Gemische bzw. explosionsfähige Atmosphären weder innerhalb noch außerhalb der Rohrleitungen auftreten können. Im Inneren der Rohrleitung wird dies durch sichere Aufrechterhaltung des Gasdruckes gewährleistet, sodass die obere Explosionsgrenze (OEG) ständig überschritten ist. In der Umgebung der Rohrleitungen führt deren dauerhaft technische Dichtigkeit dazu, dass das Auftreten explosionsfähiger Gemische bzw. explosionsfähiger Atmosphäre verhindert wird.

Die Schutzmaßnahmen sind in einer Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren. Insbesondere sollten folgende Angaben vorhanden sein:

- Getroffene Maßnahmen bezüglich der Dichtheit und der Aufrechterhaltung des Innendrucks gegebenenfalls als Verweis auf technische Regeln (DVGW-Regelwerk⁷), nach denen die Maßnahmen durchgeführt wurden,
- Kontrolle der Dichtheit,
- Erfordernis von Prüfungen.

Diese Gefährdungsbeurteilung erfüllt die Anforderungen nach § 6 Abs. 9 Gefahrstoffverordnung. Sie enthält das Schutzkonzept mit den erforderlichen Schutzmaßnahmen.

Hinweise:

1. Für Arbeiten an Gasversorgungsanlagen, bei denen mit der Freisetzung von Gas zu rechnen ist, ist eine gesonderte Gefährdungsbeurteilung auf Basis der TRBS 1112 Teil 1 durchzuführen, und es sind die erforderlichen Maßnahmen des Explosionsschutzes zu treffen.
2. Ein Explosionsschutzdokument kann in Teilbereichen von Gasversorgungsanlagen erforderlich sein. Hierzu gehören z. B. Bereiche, für welche die EX-RL – Beispielsammlung (Anlage 4 der DGUV Regel 113-001) Zonen vorsieht.

2. Läger für entzündbare Flüssigkeiten in ortsbeweglichen Behältern:

In der TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“ sind unter Nr. 12.6.2 verschiedene Beispiele genannt:

- a) Erfolgt (gemäß Absatz 4) die Lagerung entzündbarer Flüssigkeiten in Verkaufsgebinden mit Volumina bis 1 m³ so, dass
 - ein mindestens 0,4-facher Luftwechsel von pro Stunde gewährleistet ist und
 - die Prüffallhöhe der Behälter nicht überschritten wird und
 - eine Beschädigung der Behälter durch das einlagernde Flurförderzeug ausgeschlossen ist und
 - keine unbeabsichtigte Freisetzung zu erwarten ist, kann keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten. Es liegt kein explosionsgefährdeter Bereich vor. Diese Feststellung ist in der Gefährdungsbeurteilung festzuhalten.
- b) Werden (gemäß Absatz 5) reine entzündbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von mehr als 35 °C oder entzündbare Gemische mit einem Flammpunkt von mehr als 45 °C so gelagert, dass sie nicht auf Temperaturen von mehr als 30 °C erwärmt werden können. Es liegt kein explosionsgefährdeter Bereich vor. Sofern dazu keine technische Kühlung erforderlich ist, genügt auch in diesem Fall die Dokumentation in der Gefährdungsbeurteilung, ein Explosionsschutzdokument ist nicht erforderlich.

⁷ Siehe Anhang 3 Nr. 5

- c) Bei den anderen in der TRGS 510 unter Nr. 12.6.2 genannten Beispielen kann das Auftreten von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre nicht ohne technische Maßnahmen ausgeschlossen werden. Daher ist ein Explosionsschutzdokument erforderlich.

3. Laboratorien nach TRGS 526:

Arbeiten mit brennbaren Stoffen in laborüblichen Mengen werden nach Vorgaben der TRGS 526 in einem Abzug nach der Reihe DIN EN 14175 durchgeführt. Wenn

- der Ausfall der Lüftung des Laborabzugs überwacht und alarmiert wird und
- durch Anweisungen festgelegt ist, dass die Arbeiten bei Ausfall der Lüftung eingestellt werden und
- die Freisetzung brennbarer Stoffe unterbunden wird, wird die Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre vermieden.

Aus der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach Gefahrstoffverordnung muss hervorgehen,

- dass die Vorgaben nach TRGS 526 einschließlich der dort geforderten Prüfungen eingehalten werden und
- wie bei Ausfall der Lüftung des Abzuges zu verfahren ist. Diese Dokumentation kann auch als Explosionsschutzdokument angesehen werden.

5.3 Aufbau des Explosionsschutzdokumentes

Die Gefahrstoffverordnung gibt keine Form für das Explosionsschutzdokument vor. Der folgende Aufbau des Explosionsschutzdokumentes basiert auf dem ehemaligen Abschnitt E 6 „Explosionsschutzdokument“ der EX-RL (DGUV Regel 113-001):

1. Angabe des Betriebes/Betriebsteils/Arbeitsbereichs
2. Verantwortliche Person 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
 - 6.1 Möglichkeit der Entstehung explosionsfähiger Gemische
 - 6.2 Möglichkeit der Entstehung gefährlicher explosionsfähiger Gemische

- 6.3 Festlegung von Bereichen, innerhalb derer gefährliche explosionsfähige Gemische entstehen können

7. Explosionsschutzmaßnahmen

(Explosionsschutzkonzept)

- 7.1 Vermeidung der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Gemische
- 7.2 Einteilung von explosionsgefährdeten Bereichen in Zonen
- 7.3 Vermeidung wirksamer Zündquellen
- 7.4 Beschränkung der Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Ausmaß
- 7.5 Organisatorische Maßnahmen

5.4 Inhalt des Explosionsschutzdokumentes

5.4.1 Angabe des Betriebes/Betriebsteils/Arbeitsbereichs

Durch die Angaben in diesem Abschnitt soll der im Explosionsschutzdokument betrachtete betriebliche Bereich eindeutig identifizierbar sein.

Angaben im Explosionsschutzdokument:
Ortsangabe, Gebäude, Funktionseinheit, z. B. Lager oder Produktion, Anlage, Arbeitsbereich

5.4.2 Verantwortliche Person für den Betrieb/Betriebsteil/Arbeitsbereich, Erstellungsdatum und Anhänge sowie mitgeltende Dokumente

Aus diesem Abschnitt soll hervorgehen, wer in welchem Umfang für den betrachteten Bereich im Rahmen der betrieblichen Organisation z. B. per Arbeitsvertrag, Organigramm bzw. Delegation, verantwortlich ist. Diese Person ist auch verantwortlich für die Inhalte des Explosionsschutzdokumentes und ist bei der Erstellung einzubeziehen.

Detailliertere Informationen zu Abschnitten des Explosionsschutzdokumentes können in Anhängen zum Explosionsschutzdokument oder in mitgeltenden Dokumenten abgelegt werden oder enthalten sein. Beispiele sind:

- Lageplan
- Sicherheitsdatenblätter
- Gefahrstoffverzeichnis
- Herstellerdokumente, z. B.
 - Konformitätserklärungen

- Betriebsanleitungen
- EG- bzw. EU-Baumusterprüfbescheinigung
- Dokumentation der Sicherheitsunterweisungen
- Betriebsanweisungen
- Reinigungspläne
- Arbeitsfreigabesystem
- Unterlagen zum Instandhaltungskonzept gemäß Anhang 2 Abschnitt 3 Betriebssicherheitsverordnung
 - Arbeitspläne für Wartung und Inspektion im Rahmen des Instandhaltungskonzeptes
 - Dokumentation der Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen
- Dokumentation zur Koordinierung von Arbeiten bei der Zusammenarbeit verschiedener Firmen
- Bescheinigungen über den ordnungsgemäßen Einbau von Anlagenteilen (Eigensicherheitsnachweise, Errichterbestätigungen, z. B. Löschmittelsperren, gasdichte Wanddurchführungen)
- Dokumentation der Prüfung nach § 17 Betriebssicherheitsverordnung

5.4.3 Kurzbeschreibung der baulichen und geografischen Gegebenheiten

Dieser Abschnitt hat den Zweck, einen Überblick über die Lage und das Umfeld des betrachteten Bereiches zu geben. Folgende Unterlagen unterstützen hierbei:

- Gebäudeplan
- Lageplan
- Aufstellungspläne der relevanten Betriebs- und Anlagenteile
- Gebäude- bzw. anlagenbezogene Lüftungstechnische Einrichtungen

5.4.4 Verfahrensbeschreibung – für den Explosionsschutz wichtige Verfahrensparameter

Die Bedeutung des Begriffs „Verfahren“ hängt vom Arbeitsbereich, dem Arbeitsplatz bzw. der Arbeitsaufgabe ab. Beispiele sind: Arbeitsverfahren, Produktionsverfahren oder Reinigungsverfahren.

Die Beschreibung des Verfahrens soll erkennen lassen, wo und bei welchen Verfahrensschritten und Tätigkeiten sich explosionsfähige Gemische bilden können.

Angaben im Explosionsschutzdokument:

- Verfahrensschritte
- Tätigkeiten, die mit den Verfahrensschritten verbunden sind
- Eingesetzte oder beim Verfahren entstehende Stoffe (Reinstoff oder Gemisch)
- Einsatzmenge bzw. Durchsatz oder Fördermenge von Stoffen
- Verarbeitungszustand der verwendeten Stoffe
- Druck- und Temperaturbereich, unter dem sich die Stoffe während des Verfahrens befinden
- Verfahrensbedingte Freisetzungsquellen
- Probenahme/Revisionsöffnungen
- Absaugungen und andere Lüftungsanlagen

Ein Verfahrensfließbild ist eine wichtige Grundlage der Verfahrensbeschreibung.

5.4.5 Stoffdaten

Aus dem Explosionsschutzdokument muss hervorgehen, welche brennbaren Stoffe auftreten können und welche für den Explosionsschutz relevante Eigenschaften diese haben. Diese Eigenschaften werden durch **sicherheits-technische Kenngrößen** charakterisiert. Sicherheitstechnische Kenngrößen sind quantitative Aussagen über Stoffeigenschaften, die für die Beurteilung von Explosionsgefahren und für die Festlegung von Schutzmaßnahmen maßgebend sind und in der Regel von der benutzten Messmethode abhängen. Sicherheitstechnische Kenngrößen sind keine physikalischen Konstanten.

Die sicherheitstechnischen Kenngrößen gelten in der Regel für atmosphärische Bedingungen, das heißt für Temperaturen zwischen -20 °C und $+60\text{ °C}$, Drücke zwischen $0,8\text{ bar}$ und $1,1\text{ bar}$ sowie Luft mit ca. $21\text{ Vol-\% Sauerstoff}$. Bei anderen Bedingungen kann es zu Abweichungen von den sicherheitstechnischen Kenngrößen kommen.

Sicherheitstechnische Kenngrößen können dem Sicherheitsdatenblatt, Datenbanken oder Nachschlagewerken entnommen werden, z. B. Chemsafe, GESTIS, GisChem⁸.

⁸ Siehe Anhang 3 Nr. 5 und 6

Bei Stäuben haben sicherheitstechnische Kenngrößen aus Datenbanken nur orientierenden Charakter, da das Brand- und Explosionsverhalten von Stäuben unter anderem von der Feuchte, der Korngrößenverteilung und der Oberflächenbeschaffenheit abhängt. Da diese Kenngrößen sich auch im Prozess ändern, werden häufig Wertebereiche angegeben.

Sind die für die Gefährdungsbeurteilung und die Ableitung der Schutzmaßnahmen relevanten sicherheitstechnischen Kenngrößen – insbesondere bei nicht atmosphärischen Bedingungen – nicht bekannt, sind diese zu ermitteln bzw. abzuschätzen.

Treten verschiedene brennbare Stoffe am Arbeitsplatz auf, so sind die Gefahrstoffe mit den größten Gefährdungen, z. B. diejenigen mit dem niedrigsten Flammpunkt, der niedrigsten Zündtemperatur oder dem weitesten Explosionsbereich der im folgenden Abschnitt beschriebenen Gefährdungsbeurteilung und den zutreffenden Schutzmaßnahmen zugrunde zu legen.

Hybride Gemische, d. h. Gemische aus brennbaren Stoffen verschiedener Aggregatzustände, können im Gemisch mit Luft oder anderen Oxidationsmitteln auch explosionsfähig sein, wenn für die Einzelkomponenten den sicherheitstechnischen Kenngrößen zufolge sichere Bedingungen vorliegen.

Angaben im Explosionsschutzdokument:

- Bezeichnung der Stoffe
- Sicherheitstechnische Kenngrößen unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen (Druck, Temperatur, Oxidationsmittel)

Von Bedeutung sind z. B. die folgenden sicherheitstechnischen Kenngrößen:

bei brennbaren Flüssigkeiten und Gasen:

- Flammpunkt
- Untere und obere Explosionsgrenze
- Dichteverhältnis zu Luft

- Zündtemperatur (Temperaturklasse)
- Explosionsgruppe
- Sauerstoffgrenzkonzentration
- Dampfdruck

bei brennbaren Stäuben:

- Korngrößenverteilung
- Untere Explosionsgrenze
- Mindestzündenergie
- Maximaler Explosionsdruck
- K_{St} -Wert
- Mindestzündtemperatur einer Staubwolke
- Mindestzündtemperatur einer Staubschicht (bei 5 mm-Staubschicht: Glimmtemperatur)
- Sauerstoffgrenzkonzentration
- Brennzahl
- Selbstentzündungstemperatur

Die Bedeutung der genannten Begriffe kann Abschnitt 7 dieser Schrift entnommen werden.

5.4.6 Gefährdungsbeurteilung

Die Schritte zur Beurteilung der Gefährdung durch explosionsfähige Atmosphäre sind in Abbildung 5 graphisch dargestellt. Das Ablaufschema kann sinngemäß auch für die Beurteilung der Gefährdung durch explosionsfähige Gemische verwendet werden.

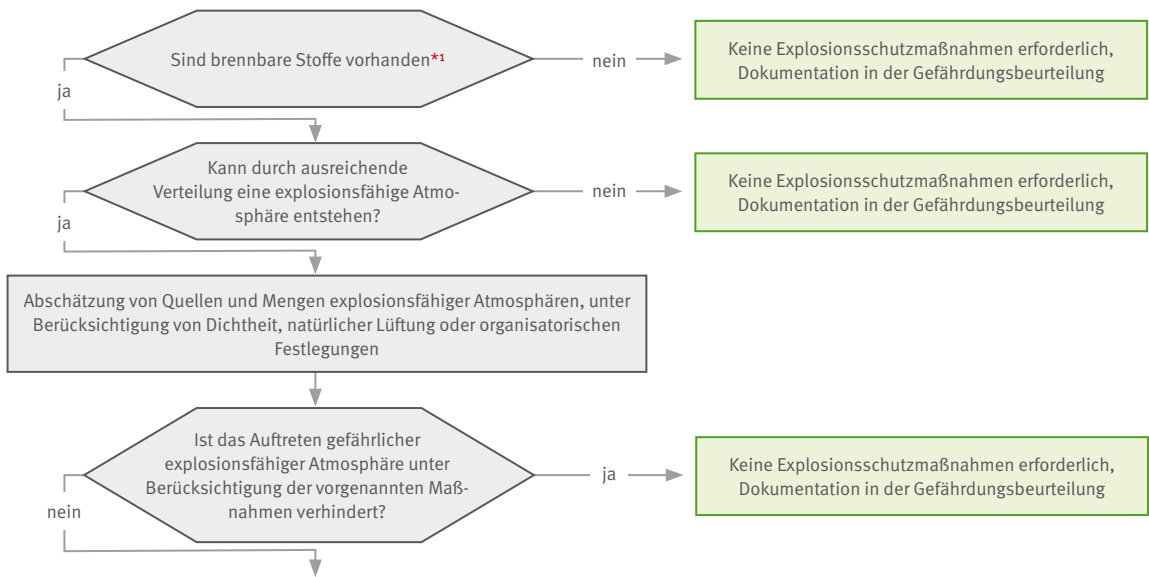
Diese Schritte und ihre Darstellung im Explosionsschutzdokument werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

Abb. 5 (S. 19)

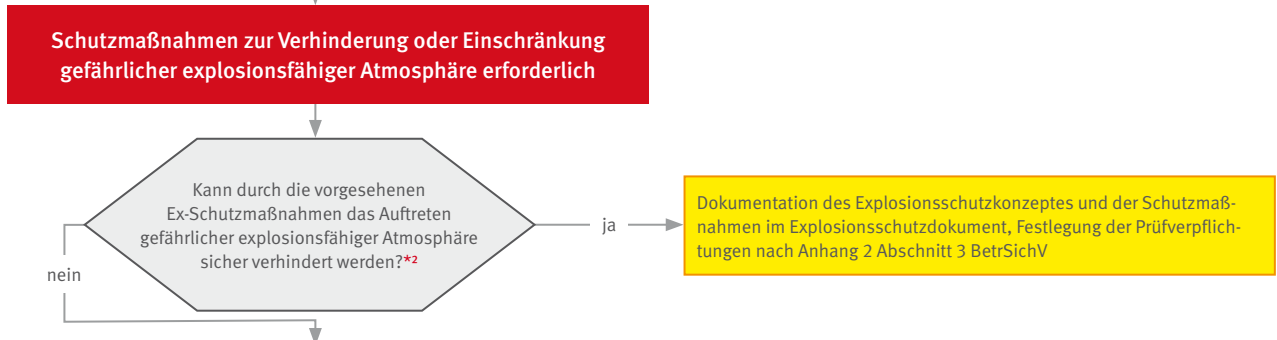
Hilfsschema zum Erkennen von Explosionsgefährdungen und Festlegen von Schutzmaßnahmen bei explosionsfähigen Atmosphären in Anlehnung an TRGS 720 „Gefährliche explosionsfähige Gemische – Allgemeines“⁹

⁹ Dieses Ablaufschema ist zwar gegenüber Abbildung 1 der TRGS 720 (Ausgabe Juli 2020) vereinfacht, es sind aber alle wesentlichen Punkte aufgeführt, die für das Erkennen von Explosionsgefährdungen und die Festlegung von Schutzmaßnahmen bei atmosphärischen Bedingungen sowie die Ermittlung von Prüfverpflichtungen nach Anhang 2 Abschnitt 3 BetrSichV erforderlich sind. Damit soll dem Leser das Verständnis der Vorgehensweise erleichtert werden. Für die Vorgehensweise unter nichtatmosphärischen Bedingungen ist Abbildung 2 aus TRGS 720 heranzuziehen.

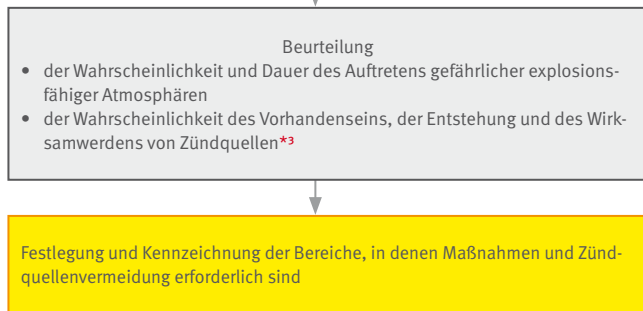
***1 Anhang 1, 1.6 (1) GefStoffV**



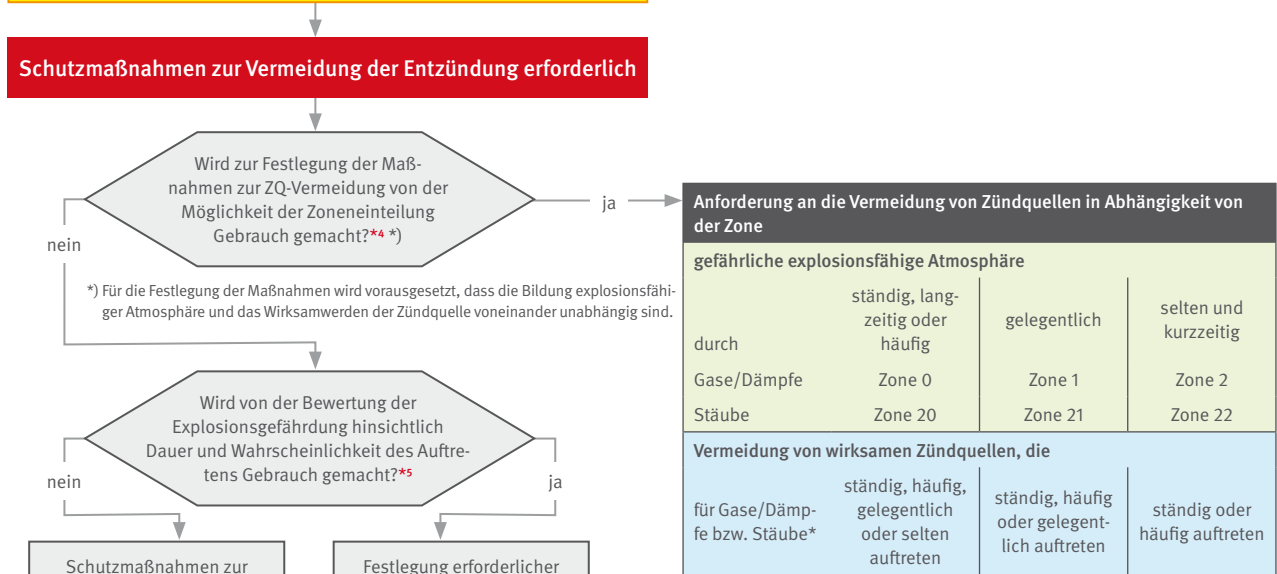
***2 Anhang 1, 1.6 (1) Nr. 2 GefStoffV**



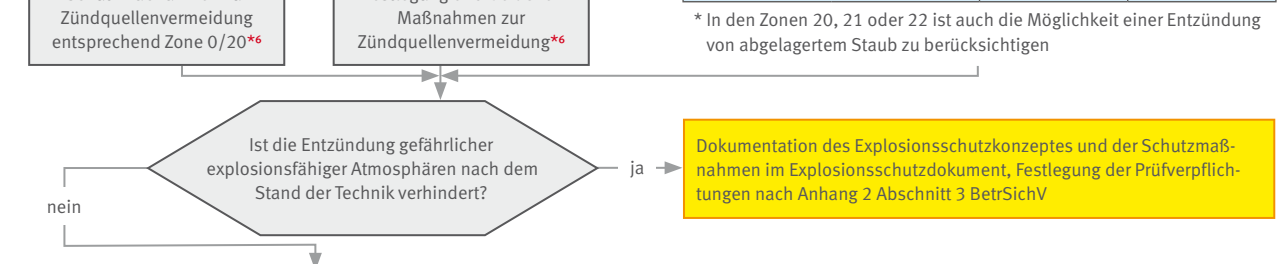
***3 Anhang 1, 1.6 (2) GefStoffV**



***4 Anhang 1, 1.6 (3) Satz 2 GefStoffV**



***6 Anhang 1, 1.6 (3) Satz 1 GefStoffV**



***7 Anhang 1, 1.6 (4) GefStoffV**



Im Rahmen der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach § 6 Abs. 8 Gefahrstoffverordnung können im Betrieb bereits vorhandene Gefährdungsbeurteilungen (z. B. Sicherheitsbetrachtungen nach Störfallverordnung für Anlagen), Dokumente (z. B. Betriebsanleitungen, Feuerwehreinsatzpläne, Lagerlisten) oder andere gleichwertige Berichte (z. B. Gutachten, Sicherheitsberichte), die auf Grund von Verpflichtungen nach anderen Rechtsvorschriften erstellt worden sind, verwendet werden.

Auch Informationen zur Gefährdungsbeurteilung, die beispielsweise von Unfallversicherungsträgern oder von Herstellern zur Verfügung gestellt werden, können hinzugezogen werden.

5.4.6.1 Beurteilung des Auftretens von gefährlichen explosionsfähigen Gemischen

Ausgangspunkt der Beurteilung des Auftretens explosionsfähiger Gemische ist die Situation bevor Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von gefährlichen explosionsfähigen Gemischen getroffen wurden, auch wenn diese, z. B. als technische Lüftungsmaßnahmen, schon vorhanden sind. Ausgenommen ist die natürliche Lüftung mit 0,4-facher Luftwechselrate.

Bei der Beurteilung des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Gemische werden folgende Sachverhalte ermittelt:

1. Möglichkeit der Entstehung explosionsfähiger Gemische
2. Möglichkeit der Entstehung gefährlicher explosionsfähiger Gemische
3. Bereiche, in denen gefährliche explosionsfähige Gemische auftreten können

5.4.6.1.1 Möglichkeit der Entstehung explosionsfähiger Gemische

Zunächst muss ermittelt werden, ob explosionsfähige Gemische in Anlagen oder an Arbeitsplätzen vorliegen

oder entstehen können (siehe auch Abschnitt 4.3.1 dieser Schrift). Diese Ermittlung erfolgt, wie unter Abschnitt 5.4.6.1 dieser Schrift beschrieben, ohne das Vorhandensein von technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen.

Die Ermittlung kann anhand der Beantwortung folgender Fragen erfolgen:

- Werden brennbare Stoffe verwendet oder entstehen diese im Laufe von Verarbeitungs-, Bearbeitungs- oder Prozessschritten?
- Liegt eine ausreichende Verteilung brennbarer Stoffe in Luft oder einem anderen Oxidationsmittel vor oder kann eine solche Verteilung entstehen, sodass die Bildung explosionsfähiger Gemische möglich ist?
- Liegt die Konzentration der brennbaren Stoffe im Oxidationsmittel innerhalb der Explosionsgrenzen? Bei brennbaren Flüssigkeiten unter atmosphärischen Bedingungen ist davon auszugehen, dass die untere Explosionsgrenze überschritten sein kann, wenn der Flammpunkt nicht ausreichend über der maximalen Verarbeitungstemperatur liegt (zur Begriffserläuterung „Flammpunktkriterium“ siehe Abschnitt 7 dieser Schrift).

Anmerkungen:

1. Für die Beurteilung, ob die Konzentration des brennbaren Stoffes im Oxidationsmittel in einem entzündbaren Bereich liegt, ist auch die Kenntnis des Aggregatzustandes und des Verarbeitungszustandes der brennbaren Stoffe von Bedeutung. Liegen beispielsweise brennbare Flüssigkeiten durch Versprühen oder Verspritzen als Aerosol oder Nebel vor, so ist grundsätzlich davon auszugehen, dass ein explosionsfähiges Gemisch vorliegt. Das Flammpunktkriterium ist nicht anwendbar. Die untere Explosionsgrenze von brennbaren Stäuben kann von der Korngrößenverteilung abhängen. Staub/Luft-Gemische aus Stäuben mit Korngrößen > 1 mm sind in der Regel nicht explosionsfähig¹⁰, können aber als Ablagerungen entzündbar sein.

¹⁰ Diese Grenzpartikelgröße findet sich in der TRGS 721; andere technische Regelwerke (VDI 2264, DIN EN ISO/IEC 80079-20-0) geben dafür 500 µm an. Da die TRGS die Vermutungswirkung auslöst, sollte durch Untersuchung nachgewiesen werden, dass keine Explosionsfähigkeit besteht, wenn der Medianwert des brennbaren Staubes im Bereich zwischen 500 µm und 1 mm liegt.

Hybride Gemische (Gemisch von Stoffen verschiedener Aggregatzustände, zur Begriffserläuterung siehe Abschnitt 7 dieser Schrift) können bei Konzentrationen weit unter der jeweiligen unteren Explosionsgrenze der beteiligten Stoffe entzündbar sein.

2. Weichen die Bedingungen von den atmosphärischen Bedingungen bezüglich Temperatur, Druck bzw. Oxidationsmittel ab, ist eine Einzelfallbetrachtung erforderlich.

Werden die oben gestellten Fragen mit „nein“ beantwortet, können keine explosionsfähigen Gemische entstehen. Dies ist in der Gefährdungsbeurteilung nach § 6 Gefahrstoffverordnung zu dokumentieren. Die in den nachfolgenden Abschnitten 5.4.6.2 ff dieser Schrift beschriebenen Schritte brauchen dann nicht durchgeführt werden.

5.4.6.1.2 Möglichkeit der Entstehung gefährlicher explosionsfähiger Gemische

Können explosionsfähige Gemische entstehen, so ist zu beurteilen, ob diese gefährlich sein können (siehe auch Abschnitt 4.4.1 dieser Schrift). Dabei sind z. B. folgende Fragen zu klären:

- Welche Quellen können durch Freisetzung brennbarer Stoffe zur Verteilung dieser Stoffe in Luft oder in einem anderen Oxidationsmittel führen? Z. B.
 - Verdampfen, Verspritzen bzw. Versprühen von brennbaren Flüssigkeiten,
 - Aufwirbelung von brennbaren Stäuben.
- In welcher Menge bzw. Volumen werden brennbare Stoffe, z. B. bedingt durch das Verfahren, die Tätigkeit oder infolge von Störungen, freigesetzt?
- Ist das Volumen eines sich bildenden explosionsfähigen Gemisches so groß, dass die Auswirkungen einer Explosion zu Gefährdungen für Beschäftigte oder andere Personen führen (siehe Abschnitt 4.4.1 dieser Schrift)?

Ergibt die Beurteilung, dass keine gefährlichen explosionsfähigen Gemische entstehen können, so brauchen die in den Abschnitten 5.4.6.1.3 und 5.4.6.2 ff dieser Schrift dargestellten Schritte nicht durchgeführt werden.

Ergibt die Beurteilung, dass gefährliche explosionsfähige Gemische entstehen können, so ist dies im Explosionsschutzdokument z. B. auf Basis der Beantwortung der oben und in Abschnitt 5.4.6.1.1 dieser Schrift aufgeführten Fragen darzustellen. Es ist mit Abschnitt 5.4.6.1.3 dieser Schrift fortzufahren.

5.4.6.1.3 Festlegung von Bereichen, innerhalb derer gefährliche explosionsfähige Gemische entstehen können

Es sind die Bereiche festzulegen, in denen gefährliche explosionsfähige Gemische entstehen oder vorhanden sein können. Diese können sowohl im Inneren der Anlage (Gemische) als auch in der Umgebung der Anlage (in der Regel Atmosphären) auftreten.

Bei der Festlegung dieser Bereiche dürfen Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von gefährlichen explosionsfähigen Gemischen (siehe Abschnitt 5.4.6.2.1 dieser Schrift) grundsätzlich nicht berücksichtigt werden, insbesondere, wenn der Ausfall dieser Schutzmaßnahmen nicht hinreichend selten ist, sodass ein Bedarf für Prüfung oder Überwachung besteht. Dies ist z. B. bei Absaug- und Lüftungsanlagen in der Regel zu unterstellen.

Im Explosionsschutzdokument sind die örtliche Festlegung und die Ausdehnung dieser Bereiche zu beschreiben.

5.4.6.2 Explosionsschutzmaßnahmen (Explosionsschutzkonzept)

Ziel der Explosionsschutzmaßnahmen ist die Vermeidung der Gefährdung durch gefährliche explosionsfähige Gemische. Diese Maßnahmen gliedern sich bezüglich der nach § 11 Abs. 2 Gefahrstoffverordnung festgelegten Rangfolge wie folgt:

- Vermeidung der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Gemische (Abschnitt 5.4.6.2.1 dieser Schrift),
- Vermeidung wirksamer Zündquellen (Abschnitte 5.4.6.2.2 und 5.4.6.2.3 dieser Schrift),
- Beschränkung der Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Ausmaß (Abschnitt 5.4.6.2.4 dieser Schrift).

Hinzu kommen organisatorische Schutzmaßnahmen (Abschnitt 5.4.6.2.5 dieser Schrift).

Das Explosionsschutzkonzept kann nach DIN EN 1127-1 entweder auf einer Art von Schutzmaßnahmen, z. B. der Vermeidung der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Gemische, oder auf einer Kombination der oben genannten Schutzmaßnahmen beruhen.

Die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen, die zur Vermeidung der Gefährdungen durch gefährliche explosionsfähige Gemische erforderlich sind, ist auf geeignete Weise sicherzustellen.

Sofern diese Maßnahmen mess- und regeltechnisch überwacht oder gesteuert werden, ist bezüglich der Zuverlässigkeit der Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen die TRGS 725 zu beachten. Messgrößen können z. B. sein: die Temperatur, die Strömungsgeschwindigkeit von Luft in Absaugungen oder die Konzentration von brennbaren Stoffen in Luft.

Sind für die Schutzmaßnahmen sicherheitstechnische Kenngrößen relevant und insbesondere bei nicht atmosphärischen Bedingungen nicht bekannt, sind diese zu ermitteln bzw. abzuschätzen.

Explosionsschutzmaßnahmen sind auch beim Lagern von brennbaren Stoffen zu treffen. Zu beachten sind hierbei die einschlägigen Technischen Regeln z. B. TRGS 509, TRGS 510, TRBS 3145/TRGS 745, TRBS 3146/TRGS 746, TRBS 3151/TRGS 751.

Hat sich der Stand der Technik weiterentwickelt, sind die Schutzmaßnahmen, soweit erforderlich, entsprechend anzupassen (§ 3 Abs. 7 Betriebssicherheitsverordnung in Verbindung mit den Empfehlungen zur Betriebssicherheit EmpfBS 1114).

5.4.6.2.1 Vermeidung der Bildung gefährlicher explosionsfähiger Gemische

Können gefährliche explosionsfähige Gemische entstehen, so ist zunächst zu prüfen, ob diese durch Substitution, technische oder organisatorische Schutzmaßnahmen eingeschränkt oder verhindert werden können.

Für die Einschränkung bzw. das Verhindern der Entstehung explosionsfähiger Gemische gibt es mehrere Ansatzpunkte:

1. **Ersatz von brennbaren Stoffen** durch nicht brennbare Stoffe, z. B. brennbare Lösemittel durch Wasser. Gelingt die Substitution aller brennbaren Stoffe durch nicht brennbare Stoffe, so muss kein Explosionsschutzdokument erstellt werden.
2. **Reduzierung der vorhandenen Mengen an brennbaren Stoffen so weit wie möglich.**

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument:

Festlegung der maximal zulässigen Menge an brennbaren Stoffen, die z. B. am Arbeitsplatz vorhanden sein dürfen.

3. **Sichere Unterschreitung des Flammpunktes** bei Verwendung brennbarer Flüssigkeiten (siehe „Flammpunktkriterium“ im Abschnitt 7 dieser Schrift); bei dieser Maßnahme muss zusätzlich sichergestellt sein, dass keine Aerosole z. B. durch Versprühen oder Verspritzen entstehen können.

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument:

- Maximale Verarbeitungs- oder Prozesstemperatur,
- Häufigkeit und Dauer des Überschreitens der Sicherheitsabstände zu den Flammpunkten,
- Häufigkeit und Dauer der Bildung von Aerosolen, z. B. durch Versprühen oder Verspritzen,
- Maßnahmen bei störungsbedingten Überschreitungen der Maximaltemperaturen.

4. **Verdünnen und Abführen von gefährlichen explosionsfähigen Gemischen**, z. B. mit Luft durch Lüftung oder Absaugung (TRGS 722 Nr. 4.6).

Überwachung z. B. der Strömungsgeschwindigkeit in der Absaugung oder der Konzentration brennbarer Stoffe in Luft durch Stichproben-Messung oder durch ständige Messung mit Hilfe von Gaswarneinrichtungen oder -geräten (TRGS 722 Nr. 4.7).

Anmerkung: Bei der kontinuierlichen Messung mit Gaswarngeräten kann die Auslösung von Alarm oder von Schaltfunktionen bei Erreichen bestimmter

Konzentrationsgrenzen steuerungstechnisch realisiert werden. Häufig wird diese Möglichkeit genutzt, indem bei 20 % der unteren Explosionsgrenze (UEG) ein Voralarm und bei 40 % UEG eine Schaltfunktion ausgelöst wird. Mit Hilfe der Schaltfunktion kann z. B. die Zufuhr brennbarer Stoffe unterbunden oder die Leistung von Absaugungen oder anderen Lüftungsanlagen erhöht werden.

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument:

- Ordnungsgemäße Installation von Lüftungstechnischen Einrichtungen und Absaugungen sowie gegebenenfalls von Gaswarneinrichtungen,
- Luftumsatz, Strömungsgeschwindigkeit,
- Geometrie und Anordnung der Erfassungseinrichtungen,
- Art der Überwachung; beim Einsatz von Gaswarneinrichtungen oder -geräten Zielkomponenten und Messstellenummer, sowie die Art der Alarmierung bzw. der Schaltfunktionen.

5. **Herabsetzen des Sauerstoffgehaltes unter die Sauerstoffgrenzkonzentration** (TRGS 722 Nr. 4.3) durch Zumischen eines Inertgases wie z. B. Stickstoff. Die Sauerstoffgrenzkonzentration kann für explosionsfähige Atmosphäre in Tabellenwerken¹¹ nachgeschlagen werden.

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument: ordnungsgemäße Installation von Inertisierungseinrichtungen, Art des Inertgases, Herstellung und Aufrechterhaltung der Inertisierung, Überwachung der Inertisierung, zulässige maximale Sauerstoffkonzentration, Maßnahmen bei Lufteinbruch.

6. **Absenken des Druckes in Apparaturen** (TRGS 722 Nr. 4.4), sodass bei einer Explosion keine gefährlichen Drücke entstehen. Bei gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre ist dies beim Absenken des Druckes unter 0,1 bar der Fall; unter ca. 0,050 bar ist in der Regel nicht mehr mit einer gefährlichen Explosionsausbreitung zu rechnen, darüber sind Maßnahmen zur explosionstechnischen Entkopplung benachbarter Anlagenteile erforderlich.

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument: Art der Herstellung des Unterdruckes, Maßnahmen beim An- und Abfahren, Aufrechterhaltung und Überwachung des Unterdruckes, Maßnahmen bei Druckanstieg.

7. **Überschreiten der oberen Explosionsgrenze in Apparaturen** (TRGS 722 Nr. 4.2.2): Diese Methode ist nur bei Gasen und Flüssigkeiten möglich. Sie ist im Gegensatz zur Unterschreitung der unteren Explosionsgrenze nicht inhärent sicher, da die Absenkung der Brennstoffkonzentration, z. B. durch Abkühlung, oder der Eintritt von Luft infolge einer Undichtigkeit zum Durchlaufen des Explosionsbereiches führen kann.

Ein Beispiel für die Überschreitung der oberen Explosionsgrenze sind mit Gas unter Überdruck gefüllte Rohrleitungen. Zusätzliche Maßnahmen müssen gegebenenfalls bei besonderen Betriebszuständen, wie z. B. dem An- und Abfahren von Anlagen, getroffen werden, wenn hierbei der Explosionsbereich durchfahren wird.

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument: Maßnahmen zur Sicherstellung der Überschreitung der oberen Explosionsgrenze; Maßnahmen beim Durchlaufen des Explosionsbereiches.

8. Sicherstellen der **Dichtheit der Apparaturen** bei der Handhabung von brennbaren Stoffen in geschlossenen Apparaturen, um in der Umgebung von Apparaturen explosionsfähige Gemische zu vermeiden oder einzuschränken (TRGS 722 Nr. 4.5). Druck und Temperatur des Inhaltes der Apparaturen dürfen die vom Hersteller bzw. dem Anlagen- oder Prozessplaner festgelegten Werte nicht über- bzw. unterschreiten.

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument: Art der Verbindungselemente, z. B. von Rohrleitungen mit Anlagenteilen wie z. B. Flansche, verwendete Dichtungen, Art der vorhandenen Pumpen, Prüfung der Dichtheit (siehe Abschnitt 5.4.6.2.5 dieser Schrift), Druck- und Temperaturbereich.

¹¹ siehe z. B. Anhang 3 Nr. 5 und 6

9. Beseitigung von Ablagerungen brennbaren Staubes:

In der Umgebung staubführender Anlagen, z. B. an Einfüll- oder Abfüllstellen oder bei der Vliesstoffherstellung (TRGS 722 Nr. 4.2.3, siehe auch Abschnitt 5.4.6.2.5 dieser Schrift).

Anmerkung: Für die Beseitigung von Staubablagerungen sind geeignete Geräte oder Einrichtungen zu verwenden. Die Eignung bezieht sich z. B. auf die Zone, in der das Gerät betrieben wird und die Vermeidung von Zündquellen im Inneren des Gerätes bzw. der Einrichtung.

Anmerkung: Die Beseitigung von Staubablagerungen mit Hilfe von Druckluft ist grundsätzlich zu vermeiden.

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument:

Orte der Ablagerung von Staub, zeitliche Vorgaben zur Entfernung/Reinigungsintervalle, Art der Entfernung, Festlegung geeigneter Geräte.

5.4.6.2.2 *Zoneneinteilung bei Auftreten von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre*

Bei Gefährdung durch gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ist die Einteilung von explosionsgefährdeten Bereichen in Zonen zum Zwecke der Zündquellenvermeidung ein bewährtes Hilfsmittel.

Explosionsgefährdete Bereiche werden bei der Zoneneinteilung klassifiziert nach der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre. Ausschlaggebend für die Zuweisung einer Zone ist, wie häufig und mit welcher Dauer gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftritt. Bereiche, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch brennbare Gase, Flüssigkeiten oder Nebel auftritt, werden in die Zonen 0, 1 und 2, Bereiche, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch brennbare Stäube auftritt, in die Zonen 20, 21 und 22 eingeteilt. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre steigt von 2 über 1 zu 0 bzw. von 22 über 21 zu 20 an. Die Kriterien für die Zuweisung von Zonen sind in Abschnitt 7 dieser Schrift aufgelistet. Eine wertvolle Hilfe für die Zoneneinteilung ist die Beispielsammlung zu den Explosionsschutz-Regeln (EX-RL/DGUV Regel 113-001, Anlage 4).

Gemäß Anhang 1 Nr. 1.6 Abs. 3 Gefahrstoffverordnung ist die Einteilung von Zonen nicht verpflichtend. Dies gilt insbesondere für die in Anhang 1 Nr. 1.8 Abs. 4 Gefahrstoffverordnung genannten Fälle:

1. zeitlich und örtlich begrenzte Tätigkeiten, bei denen nur für die Dauer dieser Tätigkeiten mit dem Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre gerechnet werden muss,
2. An- und Abfahrprozesse in Anlagen, die nur sehr selten oder ausnahmsweise durchgeführt werden müssen und
3. Errichtungs- oder Instandhaltungsarbeiten (TRBS 1112 Teil 1).

Unberührt davon bleibt, dass Schutzmaßnahmen auf der Basis einer Gefährdungsbeurteilung auch in diesen Fällen festgelegt werden müssen. Ein bewährtes Verfahren hierfür ist die schriftliche Arbeitsfreigabe (siehe auch in Abschnitt 5.4.6.2.5 „Schriftliche Anweisungen“ dieser Schrift).

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument:

- Bereiche, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann (explosionsgefährdete Bereiche)
 - Einstufung der explosionsgefährdeten Bereiche in Zonen
 - Ausdehnung der Zonen

Diese Angaben können schriftlich oder im Rahmen eines Zonenplanes dokumentiert werden.

Bei Anlagen unter atmosphärischen Bedingungen ist die Zoneneinteilung für das Innere und die Umgebung von Anlagen und Apparaturen zu dokumentieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das Vorliegen von entzündbaren Stoffen im Inneren einer Anlage/eines Behälters Auswirkungen auf die Zonen in der Umgebung der Anlage/des Behälters haben kann.

Die Vorgehensweise, abgestufte Maßnahmen entsprechend der Gefährdung und deren zeitlichem Auftreten festzulegen, kann grundsätzlich auch angewendet werden, wenn explosionsfähige Gemische unter nicht atmosphärischen Bedingungen vorhanden sind oder entstehen können. Allerdings sind Bereiche, die entsprechend der abgestuften Maßnahmen aus einer derartigen Betrachtung resultieren können, nicht zu verwechseln mit der Zoneneinteilung von Bereichen, in denen gefährliche

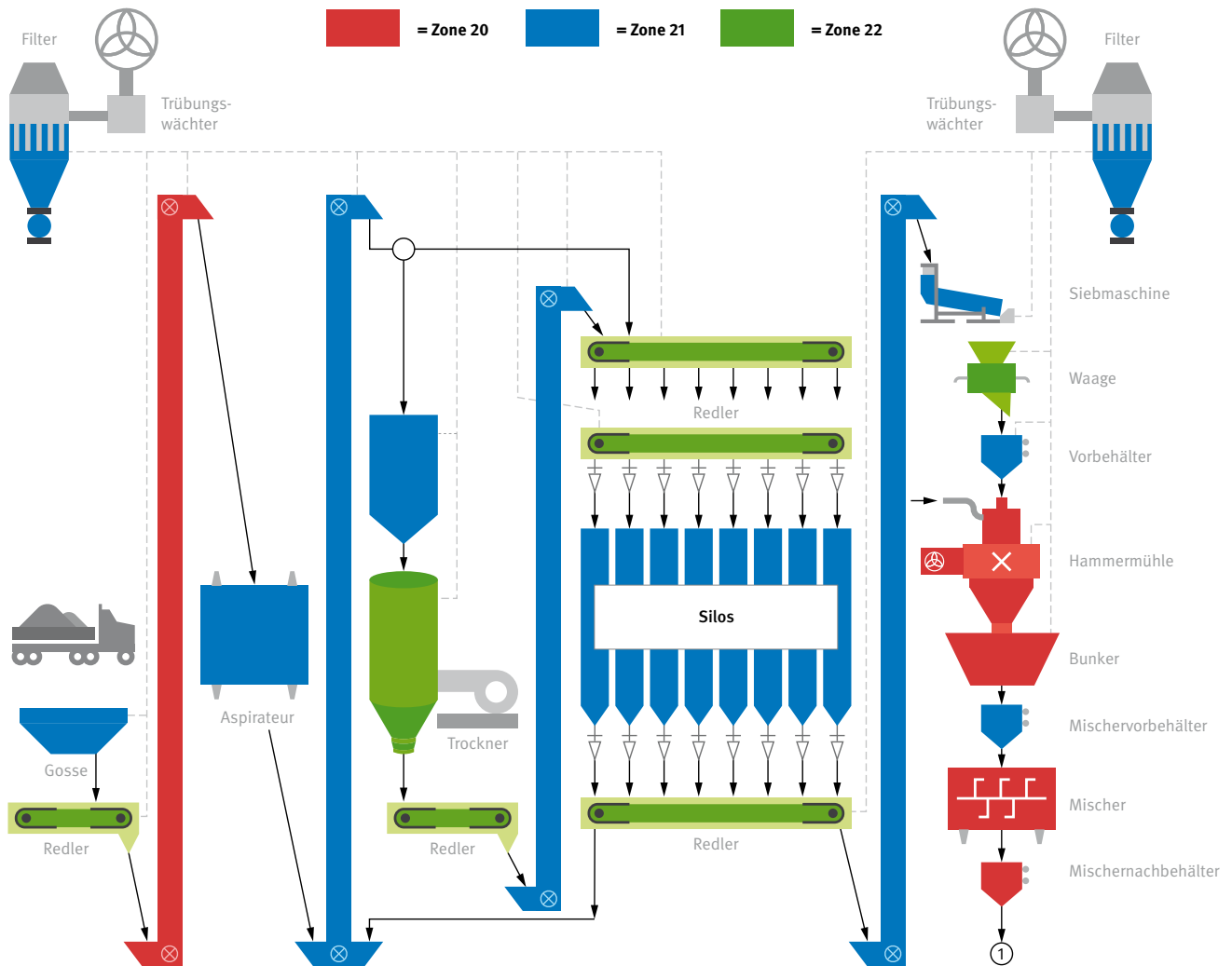


Abb. 6 Beispiel eines Zonenplans (Kraftfutterwerk). Die verschiedenen Zonen innerhalb der Anlagenteile sind farblich verdeutlicht. (Zonen in der Umgebung der Anlagenteile sind nicht angegeben)

explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann (explosionsgefährdete Bereiche). Dies gilt insbesondere für die abzuleitenden Schutzmaßnahmen. Für diese sind besondere Betrachtungen anzustellen.

Zunächst müssen vorhandene oder im Verlauf der Tätigkeit, der Herstellung oder des Prozesses entstehende Zündquellen identifiziert werden (siehe auch Anhang 2 dieser Schrift).

5.4.6.2.3 Vermeidung wirksamer Zündquellen

Sofern das Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Gemische nicht sicher verhindert werden kann, muss dafür gesorgt werden, dass wirksame Zündquellen vermieden werden (zum Begriff „Wirksame Zündquelle“ siehe Abschnitte 4.5 und 7 dieser Schrift).

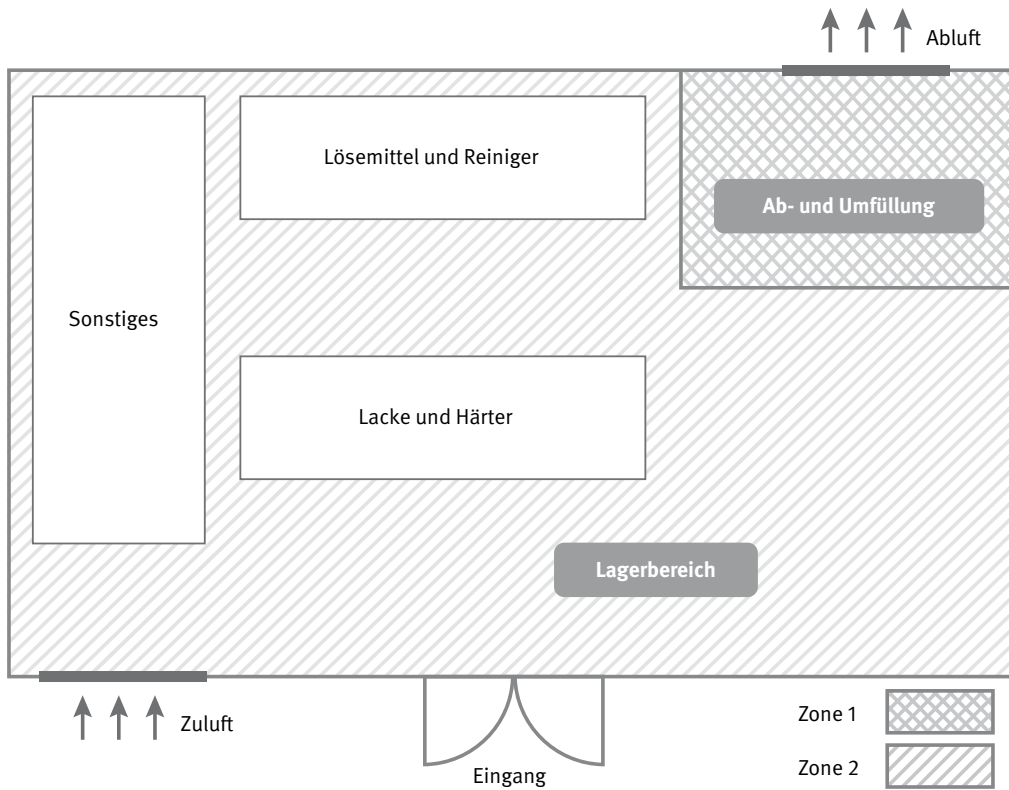


Abb. 7
Beispiel eines Zonenplans
(Raum)

Die Zündquellen werden anschließend auf ihre Wirksamkeit bezüglich des vorliegenden explosionsfähigen Gemisches überprüft. Hinweise zu dieser Frage geben

- TRGS 723 und die
- TRGS 727 für die Zündquelle „Statische Elektrizität“ mit vielen Praxisbeispielen (weitere Hinweise sind im Merkblatt T 051 „Elektrostatik – Antworten auf häufig gestellte Fragen“ der BG RCI zu finden).

Hierzu müssen die folgenden sicherheitstechnischen Kenngrößen des explosionsfähigen Gemisches berücksichtigt werden:

- Zündtemperatur von Gasen, Dämpfen oder Nebeln,
- Mindestzündtemperatur einer Staubwolke,
- Explosionsgruppe,
- Mindestzündenergie.

Zündenergien einiger praxisnaher Zündquellen sind in der folgenden Tabelle¹² zusammengestellt.

Zündquelle	Typische Zündenergie
Einzelne Schleif- bzw. Schlagfunken	≤ 1 mJ
Büschelentladungen	≤ 3,5–4 mJ
Garbe von Schleiffunken (Trennschleifer)	≤ 100 mJ
Schlagfunkengarbe in Mühlen	≤ 1 000 mJ
Schweißfunken	≤ 10 000 mJ

Auch die Kenngrößen abgelagerten Staubes sind von Bedeutung (Brennzahl (BZ), Mindestzündtemperatur einer Staubschicht, Selbstentzündungsverhalten).

Anmerkung: Sicherheitstechnische Kenngrößen sind nur für atmosphärische Bedingungen definiert. Das gilt z. B. für die Explosionsgruppe.

Bezüglich der Wirksamkeit der Zündquellen ist auch zu

¹² Frage 6.2.2 aus dem Kompendium Explosionsschutz Band 1 „Fragen und Antworten zum Explosionsschutz. Teil A 1 bis A 10“ – Siehe Anhang 3 Nr. 5

ermitteln, wie häufig und in welchen Betriebszuständen diese auftreten. Dabei wird die Häufigkeit des Auftretens von Zündquellen an der Dauer des Prozesses oder Arbeitsschrittes/-verfahrens gemessen.

Nach TRGS 723 gilt folgender Zusammenhang zwischen der festgelegten Zone und der zulässigen Häufigkeit des Auftretens wirksamer Zündquellen.

In explosionsgefährdeten Bereichen sind zu vermeiden:

- **in Zone 2 und 22:** wirksame Zündquellen, die ständig oder häufig auftreten können, z. B. im Normalbetrieb (betriebsmäßig)
- **in Zone 1 und 21:** neben den für Zone 2 bzw. 22 genannten Zündquellen auch wirksame Zündquellen, die gelegentlich auftreten können, z. B. im vorhersehbaren Fehlerfall oder bei gelegentlichen Betriebsstörungen eines Arbeitsmittels, und
- **in Zone 0 und 20:** neben den für Zone 1 bzw. 21 sowie für Zone 2 bzw. 22 genannten Zündquellen auch wirksame Zündquellen, die selten, z. B. im seltenen Fehlerfall oder bei seltener Betriebsstörung, auftreten können.

Sofern in explosionsgefährdeten Bereichen keine Zonen eingeteilt wurden, legen beispielsweise die TRGS 723, die TRGS 725 und die TRGS 727 fest, dass grundsätzlich die Schutzmaßnahmen für die Zone 0 bzw. Zone 20 zu treffen sind. Abweichungen hiervon sind zulässig, wenn diese im Explosionsschutzdokument begründet festgelegt werden.

Die Betrachtung hinsichtlich der abgestuften Zündquellenvermeidung kann grundsätzlich auch angewendet werden, wenn explosionsfähige Gemische unter nicht atmosphärischen Bedingungen vorhanden sind oder entstehen können. Allerdings sind hierbei besondere Betrachtungen zu den vorliegenden Abweichungen von den atmosphärischen Bedingungen anzustellen.

Treten gleichzeitig mit gefährlichen explosionsfähigen Gemischen bzw. gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verfahrensbedingt nicht vermeidbare wirksame Zündquellen auf (z. B. elektrostatische Entladungen im lösemittelfeuchtem Fördergut), erfordert dies in der Regel Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes oder eine Konzeptänderung, die in einer gesonderten

Betrachtung festzulegen sind.

Wirksame Zündquellen treten häufig im Zusammenhang mit Arbeitsmitteln auf. Daher besteht die Verpflichtung, die Eignung der eingesetzten Arbeitsmittel für die sichere Verwendung zu überprüfen und im Explosionsschutzdokument zu dokumentieren.

Hierfür ist die Unterscheidung folgender Fälle von Bedeutung:

1. Bei Geräten und Komponenten, für die eine Konformitätsbescheinigung nach den Richtlinien 2014/34/EU vormals 94/9/EG vorliegt, kann die prinzipielle Eignung für den Einsatz in bestimmten Zonen anhand der Gerätekategorie ermittelt werden (siehe Begriffserläuterung „Gerätekategorie nach Richtlinie 2014/34/EU“ in Abschnitt 7 dieser Schrift).
Anmerkung: Wenn explosionsfähige Gemische unter nicht atmosphärischen Bedingungen oder mit einem anderen Oxidationsmittel als Luft vorhanden sind oder entstehen können, kann nicht vorausgesetzt werden, dass Geräte und Schutzsysteme, die der Richtlinie 2014/34/EU vormals 94/9/EG entsprechen, geeignet sind. Hier ist die Eignung unter Berücksichtigung der vorliegenden Abweichung von den atmosphärischen Bedingungen zu beurteilen.
2. Geräte und Komponenten, die vor dem 1.7.2003 nicht auf der Grundlage der Richtlinie 94/9/EG in Verkehr gebracht wurden, mussten bis zum 31.12.2005 gemäß der damals gültigen Betriebssicherheitsverordnung bewertet sein, ob eine Anpassung an den Stand der Technik erforderlich war und gegebenenfalls nachgerüstet werden. Dies betraf sowohl elektrische Geräte, als auch nichtelektrische Geräte, wie z. B. Förderbänder, Getriebe, Ventilatoren, Pumpen, Rührwerke und Flurförderzeuge.
3. Arbeitsmittel ohne Nachweis der Eignung für den Einsatz im explosionsgefährdeten Bereich müssen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung bewertet werden, ob sie bei der Verwendung zu einer wirksamen Zündquelle werden können. Beispiele sind Handwerkzeuge aus funkenreißendem Material oder Schlauchleitungen für den Transport von Schüttgut. Diese Arbeitsmittel dürfen in explosionsgefährdeten Bereichen nur verwendet werden, wenn bei der Verwendung

keine wirksamen Zündquellen auftreten.

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument:

Im Explosionsschutzdokument sind Angaben zu vorhandenen Zündquellen sowie zur Vermeidung von Zündquellen zu machen. Hierzu gehört z. B.:

- Nennung vorhandener Zündquellen,
- Geräte bzw. Arbeitsmittel, die zur Zündquelle werden können,
- Bewertung der Wirksamkeit von Zündquellen,
- Verfahrens- bzw. Arbeitsschritte, bei denen Zündquellen auftreten können,
- Ort der Zündquellen,
- Betriebszustände, bei denen die Zündquellen auftreten. Hierzu gehört die Zuordnung dieser Betriebszustände zum regulären Betrieb, zu vorhersehbaren oder seltenen Störungen,
- Maßnahmen zur Vermeidung von Zündquellen, z. B.
 - Auswahl geeigneter Arbeitsmittel
 - Maßnahmen zur Vermeidung gefährlicher Aufladungen nach TRGS 727
 - Blitzschutz gemäß Nr. 5.8 TRGS 723
 - Verbot von Rauchen und offenem Feuer.

Für Arbeitsmittel und Geräte hat sich das Anlegen einer Liste bewährt, die z. B. folgende Angaben enthält:

- Bereich bzw. Zone, in dem bzw. in der das jeweilige Gerät eingesetzt ist oder werden kann,
- Angaben zur ordnungsgemäßen Installation,
- Bewertung der Wirksamkeit von Zündquellen,
- Festlegung zusätzlicher Schutzmaßnahmen, sofern aufgrund der Bewertung der Wirksamkeit der Zündquellen erforderlich.

Diese Liste kann z. B. als mitgeltende Anlage Bestandteil des Explosionsschutzdokumentes sein. Mitgeltende Unterlagen können auch Dokumente wie z. B. Konformitätsbescheinigungen, Baumusterprüfbescheinigungen, Eigensicherheitsnachweise und Betriebsanleitungen von Arbeitsmitteln sein.

5.4.6.2.4 Beschränkung der Auswirkungen einer Explosion auf ein unbedenkliches Ausmaß

Es gibt Fälle, in denen nicht vollständig ausgeschlossen werden kann, dass Explosionen auftreten. Dies kann z. B. auf Mühlen oder Fördereinrichtungen, aber auch auf Behälter mit brennbaren Flüssigkeiten zutreffen. Hier gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Auswirkung von Explosionen auf ein ungefährliches Maß zu beschränken. Man spricht dann von „konstruktiven Schutzmaßnahmen“. Beispiele:

- Auslegung von Behältern oder Anlagenteilen, so dass sie dem maximalen Explosionsdruck standhalten (explosionsdruckfest, explosionsdruckstoßfest).
- Rechtzeitige Entlastung des Explosionsdruckes, z. B. über Berstscheiben, so dass der im Anlagenteil stattfindende Druckanstieg begrenzt wird; hierbei muss dafür gesorgt werden, dass das Entweichen von Flammen, von unverbranntem Material und eine Sekundärexplosion im Außenbereich nicht zur Gefährdung von Personen oder der Umwelt führt. Diese Maßnahme ist nicht bei allen Stoffen zulässig (siehe DIN EN 14491:2012-10).
- Explosionsunterdrückung durch rechtzeitiges Erkennen einer anlaufenden Explosion und schnelles Einblasen von Löschmitteln.
- Immer dann, wenn die Explosion sich auf benachbarte, nicht durch konstruktive Schutzmaßnahmen geschützte Anlagenteile übertragen könnte, muss dies durch Entkopplungsmaßnahmen verhindert werden. Entkopplungsmaßnahmen werden auch eingesetzt, wenn explosionsdruckfeste Anlagenteile miteinander verbunden sind, da durch Vorkompressionseffekte die erwartbaren Explosionsdrücke kaum quantifizierbar sind.

Soweit es sich bei den oben genannten Einrichtungen um Schutzsysteme gemäß der Richtlinie 2014/34/EU handelt, müssen diese die entsprechenden Anforderungen der Richtlinie erfüllen.

Weitere Informationen zu konstruktiven Schutzmaßnahmen finden sich in der TRGS 724.

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument:

- Anlagenteile, die mit konstruktiven Maßnahmen ausgestattet sind,

- Art der konstruktiven Maßnahmen,
- Anforderungen an konstruktive Maßnahmen, z. B. Wirksamkeit und Eignung für die Anwendung,
- Eigenschaften und ordnungsgemäße Installation von Schutzsystemen, z. B. zur Druckentlastung, zur explosionstechnischen Entkopplung oder zur Explosionsunterdrückung,
- Stoffe bzw. sicherheitstechnische Kenngrößen von Stoffen, für die die Anlage ausgelegt ist,
- Anlagen zum Explosionsschutzdokument:
 - Konformitätserklärungen von Schutzsystemen nach Richtlinie 2014/34/EU,
 - Bescheinigungen bzw. Prüfaufzeichnungen über den ordnungsgemäßen Einbau von Anlagenteilen, wie z. B. von Flammendurchschlagsicherungen.

5.4.6.2.5 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Die in den Abschnitten 5.4.6.2.1 bis 5.4.6.2.4 dieser Schrift genannten Schutzmaßnahmen müssen in der Regel durch organisatorische Schutzmaßnahmen ergänzt werden. Auch diese müssen im Explosionsschutzdokument beschrieben werden. Im Folgenden sind derartige Schutzmaßnahmen genannt und erläutert. Gegebenenfalls kann das Explosionsschutzdokument auch Hinweise geben, wie die Durchführung dieser Maßnahmen zu dokumentieren ist und wo diese Dokumentationen aufbewahrt werden.

• Unterweisung der Beschäftigten

Bei der Unterweisung der Beschäftigten sind die Maßgaben nach § 14 Abs. 2 Gefahrstoffverordnung zu berücksichtigen (z. B. Häufigkeit, Anlass, Form, Sprache, Dokumentation).

Mögliche Inhalte sind:

- Eigenschaften der eingesetzten oder der bei der Arbeit entstehenden brennbaren Stoffe,
- angemessene Informationen zu Explosionsgefährdungen bei der Verwendung von Arbeitsmitteln, sowie zu Explosionsgefährdungen, die sich aus den in der unmittelbaren Arbeitsumgebung vorhandenen Arbeitsmitteln ergeben, auch wenn diese Arbeitsmittel nicht selbst verwendet werden,
- Hinweise für die ordnungsgemäße Verwendung von vorhandenen Absaugungen,
- Überprüfung der ordnungsgemäßen Funktion von Absaugungen vor Beginn der Arbeiten,
- Durchführung von Erdungsmaßnahmen,

- Tragen von ableitfähigem Schuhwerk,
- Rauchverbot,
- Bedeutung von Sicherheitskennzeichnungen,
- Maßnahmen im Fall einer Störung.

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument oder in mitgeltenden Dokumenten:

- Inhalte der Unterweisung unter Berücksichtigung der einzubeziehenden Personengruppen, z. B. Betriebspersonal, Instandhaltungspersonal, Reinigungspersonal, Fremdfirmenbeschäftigte,
 - Zeitliche Abstände zwischen wiederkehrenden Unterweisungen.
- **Schriftliche Anweisungen**, z. B.
- Betriebsanweisungen für
 - die eingesetzten oder bei der Arbeit entstehenden Stoffe,
 - die verwendeten Arbeitsmittel.
 - Arbeitsfreigaben

Hinweis: Arbeitsfreigabesysteme sind verpflichtend, wenn es sich um besonders gefährliche Tätigkeiten oder um solche handelt, die durch eine Wechselwirkung mit anderen Tätigkeiten Gefährdungen verursachen (Anhang 1 Nr. 1.4 Abs. 2 Gefahrstoffverordnung).
- Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument:**
- Arbeitsmittel und Stoffe, für die Betriebsanweisungen vorliegen müssen,
 - Verfahren der Arbeitsfreigabe (Anhang 1 Nr. 1.4 Gefahrstoffverordnung und Nr. 5.3 TRBS 1112 Teil 1).

- **Aufsicht** bei bestimmten Tätigkeiten (Anhang 1 Nr. 1.4 Gefahrstoffverordnung, Nr. 5.5 TRBS 1112 Teil 1)

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument:

- Tätigkeiten, für die eine Aufsicht erforderlich ist,
 - Anforderungen an die Aufsichtsführenden,
 - Aufgaben der Aufsichtsführenden.
- **Anforderungen an die Beschäftigten**, die Tätigkeiten ausführen, die zu Brand- und Explosionsgefahren führen können (Anhang 1 Nr. 1.4 Gefahrstoffverordnung)

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument:

Art der Anforderungen, gegebenenfalls differenziert nach Funktion der Beschäftigten

- Maßnahmen bei der **Zusammenarbeit verschiedener Firmen**, z. B. beim Einsatz von Fremdfirmen und bei Bestellung eines **Koordinators**, soweit von gegenseitigen Gefährdungen ausgegangen werden muss (siehe auch § 6 DGUV Vorschrift 1 und § 15 Gefahrstoffverordnung sowie DGUV Information 211-006)

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument oder in mitgeltenden Dokumenten:

- Auswahlkriterien der Fremdfirmen, z. B. bezüglich ihrer Fachkenntnis und Erfahrungen,
 - Verfahren zur Information aller Beteiligten über Gefahrenquellen und Verhaltensregeln,
 - Zusammenwirken von Anlagenbetreiber und Arbeitsverantwortlichen bei der Erstellung von Gefährdungsbeurteilungen und Arbeitsfreigaben (§ 15 Gefahrstoffverordnung),
 - Kriterien für die Bestellung eines Koordinators bzw. einer Koordinatorin,
 - Aufgaben der Koordinatoren und Koordinatorinnen,
 - Weisungsbefugnis der Koordinatoren und Koordinatorinnen,
 - Einbeziehung von benachbarten Anlagen und des laufenden Betriebes.
- **Kontrollgänge und vorbeugende Instandhaltung** zur Gewährleistung der Dichtheit der Anlage (TRGS 722 Nr. 4.5.2 und 4.5.3). Diese Maßnahmen kommen z. B. zur Anwendung, wenn Anlagenteile, die konstruktiv technisch dicht sind, das Niveau „auf Dauer technisch dicht“ erreichen sollen (siehe Abschnitt 5.4.6.2.1 Punkt 8 dieser Schrift).

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument oder in mitgeltenden Dokumenten:

- Art, Umfang und Häufigkeit von Kontrollgängen und vorbeugender Instandhaltung
- **Schutzmaßnahmen bei Instandhaltungsarbeiten** nach TRBS 1112 Teil 1

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument oder in mitgeltenden Dokumenten:

- Maßnahmen zur Vermeidung gefährlicher explosionsfähiger Gemische bei Instandhaltungsarbeiten
 - Maßnahmen zur Vermeidung von Zündquellen bei Instandhaltungsarbeiten
 - Angaben zum Arbeitsfreigabesystem
- **Prüfungen** von Anlagen im explosionsgefährdeten Bereich nach § 15 und § 16 Betriebssicherheitsverordnung sowie Anhang 2 Abschnitt 3 Betriebssicherheitsverordnung und TRBS 1201 Teil 1 sowie Überprüfungen von technischen Schutzmaßnahmen nach § 7 Abs. 7 Gefahrstoffverordnung.

Einrichtungen der Mess-, Steuer- und Regeltechnik mit Sicherheitsfunktion müssen wiederkehrend nach TRGS 725 Nr. 7 geprüft werden.

Anmerkungen:

1. Entsprechend der Festlegung von explosionsgefährdeten Bereichen nach Abschnitt 5.4.6.1.3 dieser Schrift unterliegen der Prüfpflicht auch Geräte, die der sicheren Vermeidung von explosionsfähiger Atmosphäre dienen.



Abb. 8 Verbotsschild P003 „Keine offene Flamme; Feuer, offene Zündquelle und Rauchen verboten“



Abb. 9 Warnschild D-W021 „Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre“



Abb. 10 Verbotsschild D-P006 „Zutritt für Unbefugte verboten“

2. Das Explosionsschutzdokument selbst ist Gegenstand der Prüfung vor der erstmaligen Inbetriebnahme und vor der Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen gemäß Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 4.1 Betriebssicherheitsverordnung. Das Explosionsschutzdokument wird auch bei der wiederkehrend mindestens alle 6 Jahre durchzuführenden Prüfung nach Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5.1 Betriebssicherheitsverordnung als Grundlage herangezogen. Gegenstand der Prüfung ist insbesondere die vollständige Darlegung des Explosionsschutzkonzeptes im Explosionsschutzdokument.

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument oder in abgelegten Dokumenten:

- Allgemeine Anlässe von Prüfungen, z. B.
 - vor der ersten Inbetriebnahme,
 - nach einer prüfpflichtigen Änderung (§ 2 Abs. 9 Betriebssicherheitsverordnung) oder nach Instandsetzung eines für den Explosionsschutz wesentlichen Teiles eines Gerätes im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU (vormals 94/9/EG),
 - wiederkehrende Prüfungen,
 - Zeitpunkt der Prüfung sowie Prüffristen, bei wiederkehrenden Prüfungen der zeitliche Abstand zwischen zwei Prüfungen,
 - Gegenstand der Prüfungen, z. B.
 - Dichtheit von Apparaturen,
 - Erdungseinrichtungen,
 - Konkretisierung des Explosionsschutzkonzeptes im Explosionsschutzdokument und Prüfumfang (TRBS 1201 Teil 1),
 - Prüfgrundlagen, z. B. Mess- und Prüfangaben in der Betriebsanleitung der Hersteller für Geräte und Einrichtungen,
 - Zusätzliche Festlegung von speziellen Prüfmethoden,
 - Prüfung durch eine zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) (bei erlaubnisbedürftigen Anlagen nach § 18 Betriebssicherheitsverordnung) oder durch eine zur Prüfung befähigte Person,
 - Anforderung an die zur Prüfung befähigte Person,
 - Art und Inhalt der Dokumentation der Prüfungen (§ 17 Betriebssicherheitsverordnung),
 - Instandhaltungskonzept gemäß Anhang 2 Abschnitt 3 Betriebssicherheitsverordnung (sofern angewendet).
- **Instandhaltungskonzept** gemäß Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5.4 Betriebssicherheitsverordnung (sofern angewendet)

Die Erhaltung des sicheren und ordnungsgemäßen Zustandes von Anlagen im explosionsgefährdeten Bereich kann durch ein Instandhaltungskonzept erreicht werden, dessen Prozesse und Maßnahmen hierfür geeignet sind. Die Prüfungen nach Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 5.2 und 5.3 Betriebssicherheitsverordnung können dann entfallen. Die Instandhaltungsmaßnahmen müssen von qualifiziertem Fachpersonal durchgeführt werden.

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument oder in abgelegten Dokumenten:

- Anlagen bzw. Anlagenteile, die in das Instandhaltungskonzept einbezogen sind,
 - Beschreibung der erforderlichen Wartungen und Inspektionen,
 - Wartungs-, Inspektions- und Instandsetzungsinhalte,
 - Organisation der Abarbeitung der Wartungs-, Inspektions- und Instandsetzungsinhalte,
 - Grundsätze für die Bewertung von Auffälligkeiten bei der Instandhaltung,
 - Grundsätze für die Ermittlung von Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen, sowie deren Fristen.
- **Beseitigung von Staubablagerungen** in der Umgebung von staubführenden Anlagen, insbesondere an Aufgabe- bzw. Abfüllstellen oder bei der Vliesstoffherstellung

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument oder in abgelegten Dokumenten:

- Orte, an denen Staubablagerungen entstehen können,
 - Anlässe und Häufigkeit der Reinigung,
 - Für die Reinigung zu verwendende Geräte.
- **Kennzeichnung** mit den Zeichen nach ASR A1.3

Gemäß Anhang I Nr. 1.6 Abs. 5 Gefahrstoffverordnung müssen Arbeitsbereiche, in denen explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann, an den Zugängen mit dem Zeichen D-W021 gekennzeichnet werden. Zusätzlich ist die Kennzeichnung mit dem Zeichen P003 „Keine offene Flamme; Feuer, offene Zündquelle und Rauchen verboten“ sowie mit dem Zeichen D-P006 „Zutritt für Unbefugte verboten“ zu empfehlen.

Beispielhafte Angaben im Explosionsschutzdokument oder in abgelegten Dokumenten

- Art der Kennzeichnung,
- Orte der Kennzeichnung.

5.5 Aktualisierung und Überprüfung des Explosionsschutzdokumentes

Gemäß § 6 Abs. 10 Gefahrstoffverordnung ist die Gefährdungsbeurteilung und damit auch das Explosionsschutzdokument regelmäßig zu überprüfen und bei Bedarf zu aktualisieren. Die Häufigkeit der regelmäßigen Prüfung des Explosionsschutzdokumentes legt die Unternehmensleitung betriebsbezogen fest.

Die Unternehmensleitung hat die Gefährdungsbeurteilung und das Explosionsschutzkonzept umgehend anzupassen und infolgedessen das Explosionsschutzdokument zu aktualisieren, wenn z. B.

1. Veränderungen der Arbeitsbedingungen einschließlich der Änderung von Arbeitsmitteln, der Anlage oder der eingesetzten oder entstehenden Stoffe sicherheitsrelevant sind,
2. Änderungen einer Anlage oder eines Arbeitsplatzes im explosionsgefährdeten Bereich Auswirkungen auf das Explosionsschutzkonzept haben,
3. neue Informationen, insbesondere Erkenntnisse aus dem Unfallgeschehen vorliegen oder
4. die Prüfung von Eignung und Funktion der Schutzmaßnahmen ergeben hat, dass die festgelegten Schutzmaßnahmen nicht wirksam oder nicht ausreichend sind.

Ob und inwieweit der Explosionsschutz in den oben genannten Fällen eine Rolle spielt, muss die Unternehmensleitung gegebenenfalls unter Hinzuziehung einer fachkundigen Person beurteilen.

Auch bei Organisationsänderungen sollte das Explosionsschutzdokument entsprechend angepasst werden.

Ergibt die Überprüfung des Explosionsschutzdokumentes und der in ihm enthaltenen Gefährdungsbeurteilung, dass keine Aktualisierung erforderlich ist, so hat die Unternehmensleitung dies unter Angabe des Datums der Überprüfung zu vermerken.

Für den Nachweis der Aktualität des Explosionsschutzdokumentes empfiehlt es sich deshalb, es mit dem Datum der Erstellung, der letzten Überprüfung bzw. der letzten Änderung zu versehen. Ein Beispiel für eine Form dieser Dokumentation ist in der nachfolgenden Abbildung gezeigt.

Datum	Kapitel	Seite	Änderung	Name	Unterschrift

Abb. 11 Beispiel für ein Fortschreibungsblatt

6 Liste veröffentlichter Anleitungen zur Erstellung von Explosionsschutzdokumenten

In einer Liste, die unter <https://www.bgrci.de/exinfode/dokumente/explosionsschutzdokument> zum Herunterladen bereitgestellt ist, sind öffentlich zugängliche Muster-Explosionsschutzdokumente bzw. Anleitungen für die Erstellung von Explosionsschutzdokumenten enthalten. Sie sollen den Anwenderinnen und Anwendern Beispiele für die Form und die Inhalte von Explosionsschutzdokumenten zeigen. Vor der Verwendung sind sie auf Aktualität und Richtigkeit zu überprüfen. Außerdem sind sie um betriebsspezifische Gegebenheiten zu ergänzen.

Die Liste der Muster-Explosionsschutzdokumente bzw. Anleitungen für die Erstellung von Explosionsschutzdokumenten erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, wird jedoch regelmäßig aktualisiert und ergänzt.

7 Glossar/Begriffsbestimmungen

Atmosphärische Bedingungen

Atmosphärische Bedingungen im Sinne des Explosionsschutzes sind wie folgt definiert (§ 2 Abs. 13 Gefahrstoffverordnung):

- $-20\text{ °C} \leq T \leq +60\text{ °C}$
- $0,8\text{ bar} \leq p \leq 1,1\text{ bar}$
- Luft mit ca. 21 Vol-% Sauerstoff

(siehe auch Begriffserläuterung „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre“ in diesem Abschnitt)

Brennzahl

Die Brennzahl (BZ) ist ein Kriterium für die Ausbreitung eines Brandes in abgelagertem Staub. Sie wird bestimmt durch lokale Einwirkung einer hinreichend starken Zündquelle auf eine Staubschicht mit bestimmter Geometrie. Die Brennzahl wird aufgrund des Reaktionsverhaltens festgelegt. Sie ist in Stufen von 1 bis 6 eingeteilt:

Brennverhalten	Brennzahl BZ
Keine Entzündung	BZ 1
Kurze Entzündung, schnelles Erlöschen	BZ 2
Örtlich begrenztes Verbrennen oder Glimmen nahezu ohne Ausbreitung oder nur örtliche Ausbreitung	BZ 3
Glimmen oder Schwelen (ohne Funken oder Flammen) oder langsames Zersetzen ohne Flammen	BZ 4
Langsame Verbrennung mit Flammen oder Funken	BZ 5
Sehr schnelle Verbrennung mit Flammen oder sehr schnelles Zersetzen	BZ 6

Dampfdruck

Druck des gesättigten Dampfes, d. h. des Dampfes, der sich in einem geschlossenen Gefäß im Gleichgewicht mit seiner flüssigen oder festen Phase befindet

Dichteverhältnis zu Luft

Das Dichteverhältnis zu Luft ist eine Verhältniszahl. Diese Zahl gibt die Dichte eines Dampfes (oder Gases) bezogen auf die Dichte von Luft des gleichen Zustandes an.

Explosion

Plötzliche Oxidations- oder Zerfallsreaktion mit Anstieg der Temperatur, des Druckes oder beider Größen gleichzeitig (DIN EN 13237:2003-11, siehe auch Abschnitt 1 dieser Schrift).

Explosionsdruck

Siehe Begriffserläuterung „Maximaler Explosionsdruck“ in diesem Abschnitt.

Explosionsgruppe

1. für Dampf/Luft- oder Gas/Luft-Gemische

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 brennbaren Flüssigkeiten bzw. brennbaren Gasen in Explosionsgruppen wird die Flammenfortpflanzung durch genormte Spalte getestet (DIN EN 60079-20-1:2010-09). Die Einstufung in Abhängigkeit der größten Breite des Normspaltes (Grenzspaltweite), durch den der Brand sich gerade nicht mehr fortpflanzt, geht aus der folgenden Tabelle hervor:

Grenzspaltweite (MESG*)	Explosionsgruppe
$\geq 0,9\text{ mm}$	IIA
$0,5\text{ mm} < \text{MESG} < 0,9\text{ mm}$	IIB
$\leq 0,5\text{ mm}$	IIC

* MESG = Maximum experimental safe gap

Die Explosionsgruppen gelten nur für gefährliche explosionsfähige Atmosphäre.

2. für partikelförmige Stoffe

IIIA: brennbare Flusen, z. B. Flock

IIIB: nicht leitfähige Stäube, z. B. Pulverlacke

IIC: leitfähige Stäube, z. B. Metallstaub

Die Explosionsgruppe III betrifft explosionsgefährdete Bereiche über Tage, die durch fein verteilte Feststoffe hervorgerufen werden. Die Einstufung der partikelförmigen Stoffe erfolgt nach DIN EN IEC 60079-0 (VDE 0170-1):2019-09.

Explosionsfähige Atmosphäre

Siehe Begriffserläuterung „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre“ in diesem Abschnitt.

Explosionsfähiges Gemisch

Ein explosionsfähiges Gemisch ist ein Gemisch aus brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder aufgewirbelten Stäuben und Luft oder einem anderen Oxidationsmittel, das nach Wirksamwerden einer Zündquelle in einer sich selbst fortplanzenden Flammenausbreitung reagiert, sodass im Allgemeinen ein sprunghafter Temperatur- und Druckanstieg hervorgerufen wird¹³ (siehe auch Abschnitt 4.3 dieser Schrift).

Anmerkung: Der Begriff „Explosionsfähiges Gemisch“ schließt atmosphärische und nicht atmosphärische Bedingungen (siehe Begriffserläuterung „Atmosphärische Bedingungen“ in diesem Abschnitt) ein.

Explosionsgrenzen

Explosionsgrenzen sind Grenzen des Explosionsbereiches.

Untere Explosionsgrenze (UEG) bzw. obere Explosionsgrenze (OEG) ist der untere bzw. obere Grenzwert der Konzentration eines brennbaren Stoffes in einem Gemisch von Gasen, Dämpfen, Nebeln und/oder Stäuben in einem Oxidationsmittel, in dem sich nach dem Zünden eine von der Zündquelle unabhängige Flamme gerade nicht mehr selbstständig fortpflanzen kann (TRGS 720 Nr. 2.3, siehe auch Abschnitt 4.3.1 dieser Schrift).

Anmerkung: Für Stäube sind obere Explosionsgrenzen in der Regel nicht bekannt. Da zudem Stäube zum Absetzen neigen, wäre die sichere Überschreitung einer oberen Explosionsgrenze meist nicht möglich.

Explosionsschutzkonzept

Unter dem Explosionsschutzkonzept sind alle getroffenen Maßnahmen zur Vermeidung von Explosionen oder ihrer schädlichen Auswirkungen zu verstehen (siehe § 6 Abs. 9 Nr. 2 Gefahrstoffverordnung und Nr. 2.4 TRBS 1201 Teil 1 (Ausgabe März 2019)).

Fachkundige Person

Nach § 2 Abs. 16 Gefahrstoffverordnung ist fachkundig, wer zur Ausübung einer in dieser Verordnung (Anmerkung: gemeint ist die Gefahrstoffverordnung) bestimmten Aufgabe über die erforderlichen Fachkenntnisse verfügt. Die Anforderungen an die Fachkunde sind abhängig von der jeweiligen Art der Aufgabe. Zu den Anforderungen zählen eine entsprechende Berufsausbildung, Berufserfahrung oder eine zeitnah ausgeübte entsprechende berufliche Tätigkeit sowie die Teilnahme an spezifischen Fortbildungsmaßnahmen.

Für die Erstellung des Explosionsschutzdokumentes kann eine Person als fachkundig angesehen werden, die die erforderlichen Kenntnisse der physikalischen Grundlagen, Anlagen, betrieblichen Prozesse, der gesetzlichen Regelungen und des Standes der Technik im Bereich des Brand- und Explosionsschutzes hat.

Flammpunkt

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.

Flammpunktkriterium

Sichere Unterschreitung des Flammpunktes bei Verwendung brennbarer Flüssigkeiten. Bei reinen Flüssigkeiten muss die maximale Temperatur der Flüssigkeit mindestens 5 K, bei Flüssigkeitsgemischen mindestens 15 K unter dem Flammpunkt liegen (TRGS 722 Nr. 4.2.2). Voraussetzung ist jeweils, dass die Flüssigkeit nicht vernebelt und nicht versprüht wird. Brennbare Flüssigkeiten in fein verteiltem Zustand, z. B. als Spritzwolke, können auch bei Einhaltung des Flammpunktkriteriums entzündet werden.

Das Flammpunktkriterium gilt nur bei Normaldruck und kann nicht bei halogenierten Einzelstoffen oder Gemischen, die mindestens eine halogenierte Komponente enthalten, angewandt werden.

¹³ § 2 Abs. 10 GefStoffV

Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre

Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ist ein gefährliches explosionsfähiges Gemisch (siehe Begriffserläuterung unten) mit Luft als Oxidationsmittel unter atmosphärischen Bedingungen (siehe auch Begriffserläuterung „Atmosphärische Bedingungen“ in diesem Abschnitt und Abschnitt 4.4 dieser Schrift).¹⁴

Gefährliches explosionsfähiges Gemisch

Ein gefährliches explosionsfähiges Gemisch ist ein explosionsfähiges Gemisch (siehe Begriffserläuterung „Explosionsfähiges Gemisch“ in diesem Abschnitt), das in solcher Menge auftritt, dass besondere Schutzmaßnahmen für die Aufrechterhaltung der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten oder anderer Personen erforderlich werden¹⁵ (siehe auch Abschnitt 4.4.1 dieser Schrift).

Gerätegruppe

Geräte werden nach der Richtlinie 2014/34/EU in 2 Gerätegruppen unterteilt:

Gerätegruppe I: Geräte, die zur Verwendung in Untertagebetrieben von Bergwerken sowie deren Übertageanlagen, die durch Grubengas und/oder brennbare Stäube gefährdet werden können, bestimmt sind.

Gerätegruppe II: Geräte, die zur Verwendung in den übrigen Bereichen, die durch eine explosionsfähige Atmosphäre gefährdet werden können, bestimmt sind.

Geräteklasse nach Richtlinie 2014/34/EU

Geräte innerhalb jeder Gerätegruppe werden in Geräteklassen eingeteilt. Aus der Geräteklasse ist das Maß an Sicherheit ersichtlich, das beim Einsatz des Gerätes gewährleistet ist. Für die Geräteklassen der Gerätegruppe II gilt: Geräteklasse 1 entspricht einem sehr hohen Maß, Klasse 2 einem hohen Maß, Klasse 3 einem Normalmaß an Sicherheit¹⁶.

Für die Gerätegruppe II gilt in explosionsgefährdeten

Bereichen die folgende Zuordnung von Geräteklassen zu den Zonen (siehe Begriffserläuterung „Zoneneinteilung“ in diesem Abschnitt):

in Zone	verwendbare Kategorie	ausgelegt für
0	II 1 G	Gas/Luft-Gemisch bzw. Dampf/Luft-Gemisch bzw. Nebel
1	II 1 G oder II 2 G	Gas/Luft-Gemisch bzw. Dampf/Luft-Gemisch bzw. Nebel
2	II 1 G oder II 2 G oder II 3 G	Gas/Luft-Gemisch bzw. Dampf/Luft-Gemisch bzw. Nebel
20	II 1 D	Staub/Luft-Gemisch
21	II 1 D oder II 2 D	Staub/Luft-Gemisch
22	II 1 D oder II 2 D oder II 3 D	Staub/Luft-Gemisch

Die Geräteklasse geht aus der Kennzeichnung des Gerätes hervor.

Hybrides Gemisch

Ein hybrides Gemisch ist ein Gemisch von Luft und brennbaren Stoffen in unterschiedlichen Aggregatzuständen, z. B. brennbare Stäube in brennbaren Dämpfen (DIN EN 13237:2013-01 siehe auch Abschnitt 5.4.5 dieser Schrift).

Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilung wird auch als Partikelgrößenverteilung bezeichnet. Sie gibt an, mit welcher statistischen Häufigkeit Partikel in Abhängigkeit von deren Größe oder Durchmesser in einer Schüttgutprobe vorkommen.

¹⁴ § 2 Abs.13 GefStoffV

¹⁵ § 2 Abs. 12 GefStoffV

¹⁶ Anhang I Richtlinie 2014/34/EU

K_{St}-Wert

Der K_{St}-Wert ist eine staubspezifische, volumenunabhängige Kenngröße, die mit dem kubischen Gesetz berechnet wird:

$$(dp/dt)_{\max} \cdot V^{1/3} = \text{const} = K_{St} = K_{\max}$$

Er ist numerisch gleich dem Wert des maximalen zeitlichen Druckanstiegs ((dp/dt)_{max}), der in einem 1 m³-Behälter unter vorgeschriebenen Versuchsbedingungen gemessen wird (DIN EN 14034-2:2011-04). Dazu gehört die Verwendung von zwei chemischen Zündern mit einer Gesamtenergie von 10 kJ.

Zusammen mit dem maximalen Explosionsdruck (siehe Begriffserläuterung in diesem Abschnitt) charakterisiert der K_{St}-Wert das Reaktionsverhalten eines Staubes.

Maximaler Explosionsdruck

Höchstwert des Explosionsdruckes, der bei den Prüfungen des Explosionsdruckes gemessen wird, wenn der Anteil an brennbaren Stoffen in dem Gemisch variiert wird (DIN EN 14034-1:2011-04).

Mindestzündenergie

Die Mindestzündenergie ist die in einem Kondensator gespeicherte niedrigste Energie, die bei einer Entladung ausreichend ist, um unter festgelegten Prüfbedingungen die Zündung der zündfähigsten explosionsfähigen Atmosphäre auszulösen (DIN EN 13237:2013-01).

Mindestzündtemperatur einer Staubwolke

Die Mindestzündtemperatur einer Staubwolke ist die niedrigste Temperatur einer heißen Oberfläche, die das zündfähigste Staub/Luft-Gemisch unter festgelegten Prüfbedingungen entzündet (DIN EN 13237:2013-01).

Mindestzündtemperatur einer Staubschicht

Die Mindestzündtemperatur einer Staubschicht ist die niedrigste Temperatur einer heißen Oberfläche, bei der unter festgelegten Bedingungen die Entzündung der Staubschicht, die auf der heißen Oberfläche liegt, auftritt (DIN EN 13237:2013-01).

Normalbetrieb

Normalbetrieb ist der Zustand, in dem die Arbeitsmittel oder Anlagen und deren Einrichtungen innerhalb ihrer Auslegungsparameter benutzt oder betrieben werden (TRGS 720 Nr. 2.2). Zum Normalbetrieb gehören auch (Vorbemerkung zur EX-RL-Beispielsammlung, Anlage 4, DGUV Regel 113-001):

- das An- und Abfahren von Anlagen,
- die regelmäßig wiederkehrende Reinigung von Anlagen, die zum laufenden Betrieb erforderlich ist,
- Tätigkeiten, wie häufige bzw. gelegentliche Inspektion, Wartung und gegebenenfalls Überprüfung,
- die Freisetzung bei betriebsüblichen Störungen, z. B. Abriss eines Sacks bei einer Sackbefüllereinrichtung,
- die Freisetzung geringer Mengen brennbarer Stoffe (z. B. aus Dichtungen, deren Wirkung auf der Benetzung durch die geförderte Flüssigkeit beruht).

Störungen (z. B. Versagen von Dichtungen, von Pumpen oder Flanschen oder die Freisetzung von Stoffen infolge von Unfällen), die z. B. Instandsetzung oder Abschaltung erfordern, werden nicht als Normalbetrieb angesehen (TRGS 720 Nr. 2.2).

Oxidationsmittel

Bei der Explosion bzw. der Verbrennung findet eine chemische Reaktion zwischen einem brennbaren Stoff und einem gasförmigen Oxidationsmittel statt. Beispiele für Oxidationsmittel sind Sauerstoff (in der Luft zu ca. 21% enthalten), Chlor, Fluor (siehe auch Abschnitt 4.2 dieser Schrift).

Sauerstoffgrenzkonzentration

Sauerstoffgrenzkonzentration (SGK) ist die maximale Sauerstoffkonzentration (Stoffmengenanteil) in einem Gemisch eines brennbaren Stoffes mit Luft und inertem Gas, in dem eine Explosion nicht auftritt, bestimmt unter festgelegten Versuchsbedingungen (DIN EN 13237:2013-01).

Selbstentzündungstemperatur

Die Selbstentzündungstemperatur ist die höchste Lagerungstemperatur einer Staubschüttung, bei der bei allseitiger Wärmeeinwirkung und Anwesenheit von Sauerstoff/Luft gerade noch keine Entzündung eintritt.

Anmerkung: Die Selbstentzündungstemperatur ist abhängig vom Volumen und der Form der Schüttung. Zu beachten ist auch die Dauer der Temperatureinwirkung auf das Produktvolumen.

Sicherheitstechnische Kenngrößen

Sicherheitstechnische Kenngrößen sind quantitative Aussagen über Stoffeigenschaften, die für die Beurteilung von Explosionsgefahren und für die Festlegung von Schutzmaßnahmen maßgebend sind. Sie gelten in der Regel für atmosphärische Bedingungen. Beispiele für sicherheitstechnische Kenngrößen sind Flammpunkt, Explosionsgrenzen, Zündtemperaturen, Mindestzündenergie, maximale Druckerhöhungsgeschwindigkeit und maximaler Explosionsdruck (siehe auch Abschnitt 5.4.5 dieser Schrift).

Temperaturklasse

Temperaturbereich, der entweder für die

- Einteilung von Geräten, Schutzsystemen für explosionsfähige Atmosphären entsprechend ihrer maximalen Oberflächentemperatur oder
 - Einteilung der brennbaren Gase und Dämpfe entsprechend ihrer Zündtemperatur
- gilt (DIN EN 13237:2013-01).

Wirksame Zündquelle

Eine wirksame Zündquelle ist eine Zündquelle, die in der zu betrachtenden explosionsfähigen Atmosphäre eine Entzündung auslösen kann (TRGS 723 Nr. 2.2, siehe auch Abschnitt 4.5 dieser Schrift).

Zoneneinteilung

Explosionsgefährdete Bereiche werden nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in Zonen unterteilt (Anhang I Nr. 1.7 Gefahrstoffverordnung). Diese Einteilung dient als Grundlage für die Festlegung von Maßnahmen, insbesondere zur Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre.

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.

Zone 20

ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus brennbarem Staub, der in der Luft enthalten ist, ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

Zone 21

ist ein Bereich, in dem sich im Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub bilden kann.

Zone 22

ist ein Bereich, in dem im Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub normalerweise nicht auftritt, und wenn doch, dann nur selten und für kurze Zeit.

Anmerkung:

- 1. Schichten, Ablagerungen und Aufhäufungen von brennbarem Staub sind wie jede andere Ursache, die zur Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre führen kann, zu berücksichtigen.*
- 2. Normalbetrieb: siehe Begriffserläuterung in diesem Abschnitt.*

Zündtemperatur

Zündtemperatur ist die niedrigste Temperatur (einer heißen Oberfläche), bei der unter festgelegten Prüfbedingungen die Entzündung eines brennbaren Gases oder Dampfes in einem Gemisch mit Luft oder Luft/Inertgas auftritt (DIN EN 13237:2013-01). Anhand der Zündtemperatur werden brennbare Gase und Dämpfe in Temperaturklassen eingeteilt.

Die Zündtemperatur benötigt man für die Beurteilung der Zündgefahr durch heiße Oberflächen, z. B. von Arbeitsmitteln.

Anhang 1

Orientierende Fragenliste zur Beurteilung der Explosionsgefährdungen

Diese Checkliste hilft bei der Beurteilung der Explosionsgefährdungen im Betrieb und gibt einen Hinweis, ob gegebenenfalls Maßnahmen des Explosionsschutzes erforderlich sind, die in einem Explosionsschutzdokument niederzuschreiben sind. Sie ist an die entsprechenden betrieblichen Gegebenheiten anzupassen und gegebenenfalls zu erweitern.

Frage	ja	nein	Detaillierte Angaben, Anmerkungen
Werden brennbare Stoffe verwendet?			
Entstehen brennbare Stoffe während der Verarbeitung, der Bearbeitung oder während des Prozesses?			
Werden die vorstehenden Fragen mit „nein“ beantwortet, ist das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung: keine Explosionsgefahr. Es sind keine Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich und es muss kein Explosionsschutzdokument erstellt werden.			
Für die Beantwortung der folgenden Fragen müssen, soweit relevant, die untere und die obere Explosionsgrenze (UEG und OEG), sowie der Flammpunkt bekannt sein.		Flammpunkt: UEG: OEG:	
Kann durch feine Verteilung von brennbaren Stoffen in Luft oder einem anderen gasförmigen Oxidationsmittel ein explosionsfähiges Gemisch oder eine explosionsfähige Atmosphäre entstehen?			
Liegen die Konzentrationen der brennbaren Stoffe innerhalb des Bereiches zwischen unterer und oberer Explosionsgrenze?			
Liegt die Temperatur von brennbaren Flüssigkeiten nicht ausreichend unter dem Flammpunkt, d. h. trifft es zu, dass bei Flüssigkeiten aus einer Komponente $T > \text{Flp.} - 5 \text{ K}$ bzw. bei Gemischen $T > \text{Flp.} - 15 \text{ K}$?			Bei der Beantwortung dieser Frage dürfen technische Maßnahmen, z. B. zur Kühlung der Flüssigkeiten, nicht berücksichtigt werden.
Liegen flüssige bzw. feste brennbare Stoffe vor: - als Nebel - als Stäube mit Korngrößen von 500 µm und kleiner?			
Werden alle vorstehenden Fragen mit „nein“ beantwortet, sind keine Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich. Das Ergebnis ist in der Gefährdungsbeurteilung, ggfs. einschließlich der Betriebsbedingungen, von denen die Beurteilung abhängt, zu dokumentieren.			
Wo können explosionsfähige Gemische entstehen?			
Können explosionsfähige Gemische im Inneren von Apparaturen, Behältern oder Rohrleitungen und Geräten, wie z. B. Klimaschränken, auftreten?			
Weichen dort Druck, Temperatur bzw. Sauerstoffgehalt von den atmosphärischen Bedingungen ab oder liegen andere gasförmige Oxidationsmittel vor?			
Wenn ja, sind sicherheitstechnische Kenngrößen des Gemisches unter diesen Bedingungen bekannt oder ermittelt?			
Sind die Apparaturen, Behälter bzw. Rohrleitungen technisch dicht bzw. auf Dauer technisch dicht (TRGS 722 Nr. 4.5)?			

Frage	ja	nein	Detaillierte Angaben, Anmerkungen
Können explosionsfähige Gemische außerhalb von Apparaturen, Behältern oder Rohrleitungen auftreten?			
Sind die Dämpfe brennbarer Flüssigkeiten bzw. Gase schwerer oder leichter als Luft?			
Können sich explosionsfähige Gemische in Gruben oder Kanälen sammeln?			
Können explosionsfähige Gemische durch Wand-, Deckendurchbrüche, Kanäle oder Bodenabläufe in andere Gebäudeteile gelangen?			
Art der Freisetzung und Menge			
Wie werden brennbare Stoffe freigesetzt? Undichtigkeiten an Apparaturen, Behältern oder Rohrleitungen? Umfüllen? Verschütten? Verdampfen? Versprühen? Aufwirbeln von Staub?			
In welcher Menge pro Zeiteinheit werden brennbare Stoffe freigesetzt?			
Gefährlichkeit des explosionsfähigen Gemisches			
Sind die explosionsfähigen Gemische als gefährlich einzustufen?			
Können sich Menschen in unmittelbarer Nähe zur Explosion befinden?			
Kann es bei einer Explosion zur Zerstörung von Behältnissen mit der Bildung von Wurstücken kommen?			
Die folgenden Fragen gelten für explosionsfähige Atmosphäre:			
Kann ein zusammenhängendes Volumen explosionsfähigen Gemisches von 10 Litern oder mehr entstehen?			
Kann bei einem Raumvolumen von 100 m ³ und weniger ein zusammenhängendes Volumen explosionsfähigen Gemisches von mindestens 1/10.000 des Raumvolumens entstehen?			
Sind explosionsfähige Gemische ohne die Anwendung technischer Schutzmaßnahmen als nicht gefährlich einzustufen, sind keine Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich und es muss kein Explosionsschutzdokument erstellt werden. Kann die Entstehung gefährlicher explosionsfähiger Gemische durch Maßnahmen nach Abschnitt 5.4.6.2.1 dieser Schrift sicher verhindert werden, sind keine Maßnahmen zur Vermeidung von Zündquellen erforderlich.			
Wie häufig treten gefährliche explosionsfähige Gemische auf?			

Frage	ja	nein	Detaillierte Angaben, Anmerkungen
Wie lange liegen gefährliche explosionsfähige Gemische jeweils vor?			
Sind wirksame Zündquellen vorhanden (siehe Anhang 2 dieser Schrift)?			
Bei welchen Verfahrens- und Arbeitsschritten treten Zündquellen auf?			
Mit welchen Arbeitsmitteln sind die Zündquellen verbunden?			
Sind zur Beurteilung der Wirksamkeit der Zündquellen die erforderlichen sicherheitstechnischen Kenngrößen bekannt? Zündtemperatur bei Gasen/Dämpfen Mindestzündtemperatur einer Staubwolke Mindestzündtemperatur einer Staubschicht Explosionsgruppe Mindestzündenergie Selbstentzündungstemperatur			
Wie häufig treten Zündquellen auf: ständig oder häufig, gelegentlich, z. B. bei vorhersehbaren Störungen eines Arbeitsmittels oder bei seltenen Störungen?			
Ist das Auftreten von Zündquellen mit dem Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Gemische gekoppelt?			
Sind wirksame Zündquellen nicht vorhanden oder treten Zündquellen in Zone 2 oder 22 nicht ständig oder häufig, in Zone 1 oder 21 zusätzlich nicht bei vorhersehbaren Störungen und in Zone 0 oder 20 zusätzlich nicht bei seltenen Störungen auf, sind keine weiteren Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich. Explosionsschutzmaßnahmen sind jedoch immer erforderlich, wenn das Auftreten von explosionsfähiger Atmosphäre und das Auftreten von Zündquellen miteinander gekoppelt sind. Ein Explosionsschutzdokument ist in jedem Fall zu erstellen			
Wie ist die Auswirkung einer Explosion einzuschätzen?			
Werden durch die Explosion Menschen, Umwelt oder Anlagen gefährdet?			
Können Behältnisse durch Explosionen in diesen zerstört werden?			
Wie hoch ist der Maximaldruck der Explosion?			
Wie hoch ist die Druckanstiegsgeschwindigkeit?			
Kann es zu weiteren Explosionen kommen z. B. durch Aufwirbeln von Staub?			
Kann die Explosion in benachbarte Anlagenteile durchschlagen?			

Anhang 2

Zündquellen mit Beispielen

Zündquelle	Beispiele
Heiße Oberflächen	Heiße Rohrleitungen, Heizkessel, Reibstellen z. B. an Bremsen oder beweglichen Teilen
Flammen und heiße Gase	Auspuffgase, Schweißen, Löten, Verschweißen von Dachbahnen Abblaseventile von Dampfleitungen Flammenionisationsdetektor bei Gaschromatographen
Mechanisch erzeugter Schlag-, Reib- und Abtragvorgang	Schleifen, Schlagvorgänge z. B. in Mühlen oder an beweglichen Teilen, Verwendung von Werkzeug aus funkenreißendem Material, Reaktion von Rost mit Aluminium
Elektrische Geräte und Komponenten	Elektromotoren, Schalter
Elektrische Ausgleichströme und Kathodischer Korrosionsschutz	Elektrische Bahnen, Große Schweißanlagen, Anlagen mit kathodischem Korrosionsschutz wie z. B. Tanks und Rohrleitungen
Statische Elektrizität	Abrollen von Kunststofffolien, Fördern von Schüttgut bzw. Flüssigkeiten
Blitzschlag	Gewitter
Hochfrequente elektromagnetische Wellen im Frequenzbereich von 10^4 Hz bis 3×10^{11} Hz	Funksender, Hochfrequenzanlagen zum Erwärmen, Trocknen, Härten, Schweißen und Schneiden
Hochfrequente elektromagnetische Wellen im Frequenzbereich von 3×10^{11} Hz bis 3×10^{15} Hz	Laserstrahlung, Fokussierung von Sonnenstrahlen
Ionisierende Strahlung	Kurzwellige UV-Strahler, Röntgenröhren, kurzwellige Laser, radioaktive Stoffe
Ultraschallwellen	Siehe TRGS 723 Nr. 5.12 sowie spezielle Informationen unter www.exinfo.de . Dort findet sich die Information unter dem Pfad Ex-Schutz-Wissen → Aktuelle Forschung → Abgeschlossene Forschungsprojekte → Zündquellen
Adiabatische Kompression und Stoßwellen	Stoßwellen z. B. beim Entspannen von Hochdruckgasen oder beim Zerschlagen einer Leuchtstoffröhre
Exotherme Reaktionen, einschließlich Selbstentzündung von Stäuben	Selbstentzündung, Glimmnest, pyrophore Stoffe

Anhang 3

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.

Keine verbindlichen Rechtsnormen sind Technische Regeln zu Verordnungen, Durchführungsanweisungen von Unfallverhütungsvorschriften (DGUV Vorschriften), DGUV Regeln, 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. Dies ist im Explosionsschutzdokument bzw. der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren.

Anmerkung: Bei Anwendung der in Technischen Regeln zu staatlichen Verordnungen beispielhaft genannten Maßnahmen kann der Arbeitgeber insoweit die Vermutung der Einhaltung der Vorschriften der Verordnungen für sich geltend machen.

Fundstellen im Internet

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

Die Schriften der BG RCI sowie ein umfangreicher Teil des staatlichen Vorschriften- und Regelwerkes und dem der gesetzlichen Unfallversicherungsträger (rund 1700 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.

Zahlreiche aktuelle Informationen bieten die Webseite des Sachgebiets „Explosionsschutz“ (<http://www.dguv.de/fb-rci/sachgebiete/explosion/index.jsp>) sowie die Webseiten der BG RCI (www.bgrci.de/praevention und <http://fachwissen.bgrci.de>).

Detailinformationen zu Schriften und Medien der BG RCI sowie Bestellung unter <http://medienshop.bgrci.de>.

Ausgewählte Merkblätter, Anhänge und Vordrucke aus Merkblättern und DGUV Regeln sowie ergänzende Arbeitshilfen werden im Downloadcenter Prävention unter <http://downloadcenter.bgrci.de> kostenfrei zur Verfügung gestellt.

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/>

- Richtlinie 2014/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 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 20.4.2016 in Verkehr gebracht werden)
- 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 19.4.2016 in Verkehr gebracht werden)

Anmerkung: ersetzt durch 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 Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

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

- Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)
- Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) mit Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR), insbesondere
 - ASR A1.3: Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung
- Bundesberggesetz (BBergG)
- Bergverordnung für alle bergbaulichen Bereiche (Allgemeine Bundesbergverordnung – ABBergV)
- Bergverordnungen der Länder
- Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) mit Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) und Empfehlungen zur Betriebssicherheit (EmpfBS), insbesondere
 - TRBS 1112: Instandhaltung
 - TRBS 1112 Teil 1: Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten – Beurteilungen und Schutzmaßnahmen
 - EmpfBS 1114: Anpassung an den Stand der Technik bei der Verwendung von Arbeitsmitteln
 - TRBS 1123: Prüfpflichtige Änderungen von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen – Ermittlung der Prüfnötigkeit gemäß § 15 Absatz 1 BetrSichV
 - TRBS 1201 Teil 1: Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen
 - TRBS 3145/TRGS 745: Ortsbewegliche Druckgasbehälter – Füllen, Bereithalten, innerbetriebliche Beförderung, Entleeren

- TRBS 3146/TRGS 746: Ortsfeste Druckanlagen für Gase
- TRBS 3151/TRGS 751: Vermeidung von Brand-, Explosions- und Druckgefährdungen an Tankstellen und Gasfüllanlagen zur Befüllung von Landfahrzeugen
- Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere
 - TRGS 509: Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter
 - TRGS 510: Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern
 - TRGS 526: Laboratorien
 - TRGS 720: Gefährliche explosionsfähige Gemische – Allgemeines
 - TRGS 721: Gefährliche explosionsfähige Gemische – Beurteilung der Explosionsgefährdung
 - TRGS 722: Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Gemische
 - TRGS 723: Gefährliche explosionsfähige Gemische – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische
 - TRGS 724: Gefährliche explosionsfähige Gemische – Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken
 - TRGS 725: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen
 - TRGS 727: Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen
- Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Explosionsschutzprodukteverordnung – 11. ProdSV)

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, shop.wolterskluwer.de, Freier Download der Inhalte unter www.exinfo.de

- 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

Bezugsquelle: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V., Glinkastraße 40, 10117 Berlin-Mitte, www.dguv.de, Freier Download unter <http://publikationen.dguv.de>

- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“
- DGUV Information 209-045 „Absauganlagen und Silos für Holzstaub und -späne – Bauliche Einrichtungen, Brand- und Explosionsschutz, Betrieb“
- DGUV Information 209-046 „Lackierräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe – Bauliche Einrichtungen, Brand- und Explosionsschutz, Betrieb“
- DGUV Information 211-006 „Sicherheit und Gesundheitsschutz durch Koordinieren“

Bezugsquellen: Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg, <http://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) in einer der Betriebsgröße angemessenen Anzahl kostenlos beziehen.

- Merkblatt T 021: Gaswarneinrichtungen und -geräte für toxische Gase/Dämpfe und Sauerstoff – Einsatz und Betrieb (DGUV Information 213-056)
 - Merkblatt T 023: Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz – Einsatz und Betrieb (DGUV Information 213-057)
 - Merkblatt T 033: Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen (wortgleich mit TRGS 727) (DGUV Information 213-060)
 - Merkblatt T 050: Explosionsschutz an Maschinen – Antworten auf häufig gestellte Fragen
 - Merkblatt T 051: Elektrostatik – Antworten auf häufig gestellte Fragen
 - Merkblatt T 053: Entzündbare Flüssigkeiten – Antworten auf häufig gestellte Fragen
 - Merkblatt T 054: Brennbare Stäube – Antworten auf häufig gestellte Fragen
 - Merkblatt T 055: Gaswarneinrichtungen und -geräte für den Explosionsschutz – Antworten auf häufig gestellte Fragen
 - Merkblatt R 002: Maßnahmen der Prozesssicherheit in verfahrenstechnischen Anlagen (DGUV Information 213-064)
 - Merkblatt R 003: Sicherheitstechnische Kenngrößen – Ermitteln und bewerten (DGUV Information 213-065)
- ## 4 Normen
- Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH**, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin; www.beuth.de
- DIN EN 1127-1:2019-10; Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz – Teil 1: Grundlagen und Methodik; Deutsche Fassung EN 1127-1:2019
 - DIN EN 13237:2013-01; Explosionsgefährdete Bereiche – Begriffe für Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen; Deutsche Fassung EN 13237:2012
 - DIN EN 14034-1:2011-04; Bestimmung der Explosionskenngrößen von Staub/Luft-Gemischen – Teil 1: Bestimmung des maximalen Explosionsdruckes p_{max} von Staub/Luft-Gemischen; Deutsche Fassung EN 14034-1:2004+A1:2011
 - DIN EN 14034-2:2011-04; Bestimmung der Explosionskenngrößen von Staub/Luft-Gemischen - Teil 2: Bestimmung des maximalen zeitlichen Druckanstiegs $(dp/dt)_{max}$ von Staub/Luft-Gemischen; Deutsche Fassung EN 14034-2:2006+A1:2011
 - DIN EN 14175-1:2003-08; Abzüge – Teil 1: Begriffe; Deutsche Fassung EN 14175-1:2003
 - DIN EN 14175-2:2003-08; Abzüge – Teil 2: Anforderungen an Sicherheit und Leistungsvermögen; Deutsche Fassung EN 14175-2:2003
 - DIN EN 14175-3:2019-07; Abzüge – Teil 3: Baumusterprüfverfahren
 - DIN EN 14175-4:2004-12; Abzüge – Teil 4: Vor-Ort-Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 14175-4:2004
 - DIN CEN/TS 14175-5:2007-04; Abzüge – Teil 5: Empfehlungen für Installation und Wartung; Englische Fassung CEN/TS 14175-5:2006
 - DIN EN 14175-6:2006-08; Abzüge – Teil 6: Abzüge mit variablem Luftstrom; Deutsche Fassung EN 14175-6:2006

- DIN EN 14175-7:2012-08; Abzüge – Teil 7: Abzüge für hohe thermische und Säurelasten (Abrauchabzüge); Deutsche Fassung EN 14175-7:2012
- DIN EN 14491:2012-10; Schutzsysteme zur Druckentlastung von Staubexplosionen; Deutsche Fassung EN 14491:2012
- DIN EN IEC 60079-0 (VDE 0170-1):2019-09: Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 0 Betriebsmittel – Allgemeine Anforderungen
- DIN EN 60079-29-2:2015-12; VDE 0400-2:2015-12: Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 29-2: Gasmessgeräte – Auswahl, Installation, Einsatz und Wartung von Geräten für die Messung von brennbaren Gasen und Sauerstoff (IEC 60079-29-2:2015); Deutsche Fassung EN 60079-29-2:2015
- DIN EN ISO/IEC 80079-20-1:2020-09: Explosionsfähige Atmosphären – Teil 20-1: Stoffliche Eigenschaften zur Klassifizierung von Gasen und Dämpfen – Prüfverfahren und Daten (ISO/IEC 80079-20-1:2017); Deutsche Fassung EN ISO/IEC 80079-20-1:2019
- DIN EN ISO/IEC 80079-20-2:2016-12; Explosionsfähige Atmosphären – Teil 20-2: Werkstoffeigenschaften – Prüfverfahren für brennbare Stäube (ISO/IEC 80079-20-2:2016); Deutsche Fassung EN ISO/IEC 80079-20-2:2016
- VDI 2264:2001-07; Inbetriebnahme, Betrieb und Instandhaltung von Abscheideanlagen zur Abtrennung gasförmiger und partikelförmiger Stoffe aus Gasströmen

5 Andere Schriften und Medien

Bezugsquelle: Buchhandel

- 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
 - Dyrba, B.: Kompendium Explosionsschutz – Sammlung der relevanten Vorschriften zum Explosionsschutz mit Fragen und Antworten für die Praxis. Loseblattsammlung, Stand April 2019. Carl Heymanns Verlag GmbH, Köln. ISBN: 978-3-452-25836-6
 - Dyrba, B.: Praxishandbuch Zoneneinteilung – Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen. 3. Auflage, 2018. Carl Heymanns Verlag GmbH, Köln. ISBN: 978-3-452-29164-6
 - Molnárné, M., Schendler, Th. und Schröder, V.: Sicherheitstechnische Kenngrößen. Band 2: Explosionsbereiche von Gasgemischen. 1. Auflage 2003. Wirtschaftsverlag NW – Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven. ISBN: 978-3-86509-856-6
- Bezugsquelle: wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH**, Josef-Wirmer-Straße 3, 53123 Bonn, www.wvgw.de
- DVGW-Regelwerk

6 Informationsportale und Datenbanken

- GESTIS-Stoffdatenbank unter www.dguv.de/ifa/stoff-datenbank mit Informationen für den sicheren Umgang mit Gefahrstoffen und anderen chemischen Stoffen am Arbeitsplatz. Sie informiert über wichtige physikalisch-chemische Daten sowie über spezielle Regelungen zu den einzelnen Stoffen, insbesondere zur Einstufung und Kennzeichnung nach GHS gemäß CLP-Verordnung. Es sind Informationen zu etwa 9400 Stoffen enthalten.
- GESTIS-STAU-EX Datenbank unter www.dguv.de/ifa/gestis-staub-ex als ein von der Kommission der Europäischen Gemeinschaft gefördertes Projekt. Die Datenbank wird gepflegt vom Institut für Arbeitsschutz der DGUV und enthält wichtige Brenn- und Explosionskenngrößen von über 6000 Staubproben aus nahezu allen Branchen und dient als Grundlage zum sicheren Handhaben brennbarer Stäube und zum Projektieren von Schutzmaßnahmen gegen Staubexplosionen in stauberzeugenden und -verarbeitenden Anlagen.
- Datenbank Chemsafe der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)/Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) mit für brennbare Stoffe verlässlichen, von Fachleuten bewerteten Kenngrößen auf dem neuesten Stand. Für etwa 3000 brennbare Flüssigkeiten, Gase und Gemische sind in der Datenbank charakteristische Daten enthalten.

Es werden eine lizenzierte Inhouse-Anwendung sowie ein kostenpflichtiger Online-Zugriff angeboten. Eine Basisversion der Datenbank CHEMSAFE steht kostenlos unter www.chemsafe.ptb.de zur Verfügung, für diese ist eine Registrierung unter chemsafe@ptb.de erforderlich.

- 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.

- Gefahrstoffinformationssystem GisBau unter <https://www.bgbau.de/themen/sicherheit-und-gesundheit/gefahrstoffe/gisbau> der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft mit umfassenden Informationen über Gefahrstoffe beim Bauen, Renovieren und Reinigen, Muster-Betriebsanweisungen gemäß § 14 Gefahrstoffverordnung, verschiedenen Handlungsanleitungen und Broschüren zur Gefahrstoffproblematik und WINGIS.
- GSBL-Datenbank Stäube, ein gemeinsamer zentraler Stoffdatenpool von Bund und Ländern, mit sicherheitstechnischen Kenngrößen (STK) in Gruppen zusammengefasster Einzelstäube (Basis: GESTIS-STAU-EX Datenbank). Angegeben werden Bandbreiten, in denen sich die STK der Staubgruppen bewegen können, sowie deren bewertete sicherheitsrelevante Grenzwerte.

Hinweise zur Nutzung der GSBL-Datenbank sind unter folgendem Link zu finden: www.bam.de/Navigation/DE/Leistungen/Informationsdienste/informationsdienste.html

- Explosionsschutzportal der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI) unter www.exinfo.de mit umfangreichen Informationen rund um den Explosionsschutz wie z. B. Expertenwissen, Antworten auf häufig gestellte Fragen, aktuelle Entwicklungen, Unfallauswertungen, Verlinkung auf Datenbanken für Brand und Explosionskenngrößen, wichtige Merkblätter der BG RCI zum Explosionsschutz, Explosionsschutz-Regeln (EX-RL), IVSS, Veranstaltungen, Videodownload. Es kann zudem ein Exinfo-Newsletter bezogen werden.

Abbildungsverzeichnis

Die Vorlagen für die Abbildungen wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Abbildungen 1, 5:

Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Kurfürsten-Anlage 62, 69115 Heidelberg.
© Atelier Hauer+Dörfler – DGUV

Abbildungen 3 und 4:

Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, Kurfürsten-Anlage 62, 69115 Heidelberg.
© Konzeptquartier – DGUV

Abbildung 6:

Forschungsgesellschaft für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin e.V., Dynamostraße 7–11, 68165 Mannheim.
© Konzeptquartier – DGUV

Aus dem „Praxisleitfaden zur Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes für Betriebe der Getreideverarbeitung, Getreidelagerung und des Handels“ (FSA-Schriftenreihe Nr. F05-0501/01-06)

Abbildung 7:

Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medien-erzeugnisse, Gustav-Heinemann-Ufer 130, 50968 Köln

Aus dem „Leitfaden zur Erstellung des Explosionsschutzdokumentes“ (Bestell-Nr. S 018).

© Konzeptquartier – DGUV

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de