

## **Vorbemerkungen zur Beispielsammlung**

Die Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen ist ein bewährtes Mittel, um die Anforderungen an die Zündquellenvermeidung festzulegen. Bei der Zoneneinteilung handelt es sich nicht um eine zusätzliche Verpflichtung, sondern um eine Erleichterung für Unternehmerinnen und Unternehmer bei der für die anderen Gefährdungen durch die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) umfassend vorgeschriebenen Gefährdungsbeurteilung.

Die Gefahrstoffverordnung lässt den Verzicht auf eine Zoneneinteilung zu. Werden aber keine Betrachtungen zur Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre gemacht, muss unterstellt werden, dass ständig gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g. e. A.) vorhanden sein kann. Entsprechend müssen die Schutzmaßnahmen (Zündquellenvermeidung) so ausgeführt sein, dass unter diesen Bedingungen keine Explosion erfolgt, also vergleichbar den Anforderungen in Zone 0 bzw. Zone 20.

Das Sachgebiet »Explosionsschutz« im Fachbereich »Rohstoffe und chemische Industrie« der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung überarbeitet regelmäßig und systematisch die Beispielsammlung. Diese Überarbeitung wird notwendig wegen

- des Harmonisierungsprozesses durch europäische Richtlinien und Normen
- der Veränderungen in der nationalen Gesetzgebung sowie
- der Weiterentwicklung der Technik.

Der Beispielsammlung sind zunächst generelle Aussagen vorangestellt. Danach folgen grundsätzliche Fallbeispiele in den Abschnitten 1 bis 3. Die Fallbeispiele werden im Rahmen von Ergänzungslieferungen nach Bedarf erweitert.

Beispiele, die bei der Neufassung von Regeln, Merkblättern oder Informationen erarbeitet oder aktualisiert werden – entweder in Zusammenarbeit oder unter Abstimmung mit dem Sachgebiet »Explosionsschutz« – werden im Abschnitt 5 der neuen Beispielsammlung als Verweis aufgenommen.

Gibt es für solche Beispiele zunächst noch keine eigenen Regeln, Merkblätter oder Informationen, werden sie im Abschnitt 4 »Spezielle Anlagen« eingestellt.

Die in den einzelnen Beispielen aufgeführten Maßnahmen gelten für den Normalbetrieb, berücksichtigen aber auch Betriebsstörungen. Sie können als Entscheidungshilfe bei der Auswahl von Art und Umfang der Schutzmaßnahmen für das Vermeiden von Explosionsgefahren dienen.

Für das erstmalige An- und Abfahren einer Anlage und den Explosionsschutz in Räumen, die über Öffnungen mit explosionsgefährdeten Bereichen in Verbindung stehen, sind besondere Überlegungen anzustellen.

Die Entscheidung, ob und mit welcher Wahrscheinlichkeit gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g. e. A.) auftreten kann, hängt von den gegebenen Umständen ab und muss sich stets auf den vorliegenden Einzelfall beziehen (TRGS 721). Deshalb ist bei Anwendung der Beispielsammlung immer zu untersuchen, ob in dem zu beurteilenden Fall das Auftreten von g. e. A. hinsichtlich der Menge und Wahrscheinlichkeit mit dem Sachverhalt übereinstimmt, der dem Beispiel der Sammlung zugrunde liegt.

## Vorbemerkungen

Bei Abweichungen von den in der Beispielsammlung angegebenen Voraussetzungen sind Änderungen der Zone bzw. deren Ausdehnung möglich.

Die Fallbeispiele und die entsprechenden Maßnahmen werden in Tabellenform dargestellt, deren prinzipieller Aufbau aus der nachfolgenden Abbildung hervorgeht.

Nr.	Beispiel	Merkmale/Bemerkungen/ Voraussetzungen/ Hinweise	Schutzmaßnahmen nach TRGS 722	Festlegung der Zonen zur Zündquellenvermeidung nach TRGS 723	Schutzmaßnahmen nach TRGS 724
Sp.1	Sp.2	Sp.3	Sp.4	Sp.5	Sp.6
...	...	..	...	...	...

### Abbildung: Prinzipieller Aufbau der Tabellenform zur Darstellung der Fallbeispiele

In der Beispielsammlung werden die Zonenausdehnungen in der Spalte 5 in Metern angegeben. Dabei wird unterstellt, dass sich die g. e. A. annähernd kugelförmig um die Austrittsstelle ausbreitet, wobei die Austrittsstelle als Mittelpunkt des Kugelradius anzusehen ist. Mögliche Abweichungen sind besonders erwähnt. Nahbereich ist die unmittelbare Umgebung der Austrittsstelle. Der Radius des Nahbereichs beträgt höchstens 0,5 m.

Bei flächigen Quellen wird die Zone in der Regel durch eine Einhüllende mit Verrundungsradius angegeben.

In den Fällen, in denen explosionsgefährdete Bereiche (Zonen) durch Maßnahmen nach TRGS 722 (Spalte 4) verringert oder aufgehoben werden, ist Folgendes zu beachten:

- Nach Auffassung des Sachgebiets »Explosionsschutz« gelten die in der Spalte 5 der Beispielsammlung genannten Ausdehnungen der Zonen nur bei optimaler Anwendung der jeweils aufgeführten Maßnahmen nach TRGS 722 (Spalte 4). Daher ist immer eine Einzelfallbetrachtung erforderlich, bei der die Wirksamkeit der umgesetzten Maßnahmen berücksichtigt wird. Besonders deutlich wird dieser Sachverhalt bei Anwendung der Schutzmaßnahme »Technische Lüftung (Raumlüftung)«.
- Wie in Abschnitt TRGS 722, Punkt 4.6 dargestellt, ist eine optimale Auslegung der Lüftungsanlage nur möglich, wenn die zu erwartenden maximalen Mengen austretender Stoffe und die anderen Voraussetzungen bekannt sind oder verlässlich abgeschätzt werden können.
- Bei den Beispielen, die sich nur auf die Umgebung der Apparaturen beziehen, bedarf das Innere der Apparatur einer gesonderten Beurteilung.
- Die in den Abschnitten 3.1 und 4.5 der TRGS 722 angegebenen Grundvoraussetzungen des Explosionsschutzes müssen stets erfüllt sein; sie sind deshalb in den Beispielen nicht gesondert erwähnt.

- In einigen Fällen wurde die Ausdehnung der explosionsgefährdeten Bereiche aus bestehenden Vorschriften in der Spalte 5 »Festlegung der Zonen (Zündquellenvermeidung nach TRGS 723)« übernommen, die betreffende Vorschrift ist in Spalte 3 »Merkmale/Bemerkungen« genannt.

Hinweise zu den Tabellen:

1. Beim Vorliegen der in Spalte 2 erwähnten Anlagen oder Prozesse können in Spalte 3 genannte unterschiedliche apparative oder prozessbedingte Voraussetzungen oder Merkmale bzw. Bemerkungen auftreten [a), b), c), ...; 1., 2., 3., ...]. Unter diesen Punkten ist vermerkt, inwieweit mit dem Auftreten von g. e. A. zu rechnen ist.
2. Für den Fall, dass mit g. e. A. gerechnet werden muss, wird in Spalte 4 erwähnt, ob in der Anlage Schutzmaßnahmen nach TRGS 722 (Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Gemische) angewendet werden.
3. Gelingt durch Schutzmaßnahmen nach TRGS 722 (Spalte 4) das Vermeiden von g. e. A. nicht oder nicht vollständig, sind Schutzmaßnahmen nach TRGS 723 (Zündquellenvermeidung), in Abhängigkeit von der entsprechenden Zone, notwendig.
4. Ist das Vermeiden von g. e. A. und von Zündquellen entsprechend der jeweiligen Zone nicht möglich, dann sind Schutzmaßnahmen nach TRGS 724 (Konstruktiver Explosionsschutz) erforderlich und in Spalte 6 vermerkt.

Alle Schutzmaßnahmen sind gleichwertig und auch kombiniert anwendbar. Bei der Reihenfolge der Auswahl ist allerdings nach Möglichkeit Maßnahmen zur Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre der Vorzug zu geben vor Maßnahmen zur Zündquellenvermeidung und diesen vor Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes (vgl. GefStoffV § 11 und Anhang I Nr. 1 Ziffer 1.6).

Die systematische Vorgehensweise zur Beurteilung der Explosionsgefährdungen und zur Auswahl und Durchführung geeigneter Schutzmaßnahmen wird in TRGS 720 dargestellt. Gelingt es nicht, unter Berücksichtigung passiver technischer Maßnahmen (wie z. B. Dichtheit von Behältern/Anlagen), organisatorischer Maßnahmen (wie z. B. Beseitigung von Staubablagerungen) oder natürlicher Lüftung, das Auftreten von g. e. A. zu verhindern, sind weitere Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich (TRGS 720 Abschnitt 3 Ziffern 5ff.) und die Anlage ist im Sinne des Anhangs 2 Abschnitt 3 der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) prüfpflichtig.

Der Arbeitsplatzgrenzwert (TRGS 900) liegt in der Regel zwei bis drei Zehnerpotenzen unter der unteren Explosionsgrenze (UEG). Sind aus Gründen des Gesundheitsschutzes vermehrt technische Maßnahmen in Räumen durchzuführen, werden die Wahrscheinlichkeit des Auftretens sowie die Ausdehnung einer möglichen explosionsfähigen Atmosphäre zwar erheblich reduziert, ein zumindest kurzzeitiges Überschreiten der UEG kann dadurch aber nicht immer sicher ausgeschlossen werden. Dies gilt in besonderem Maße bei Stäuben, wenn sich Staubablagerungen bilden können. Auf diesen Umstand wird in der Beispielsammlung verwiesen. Des Weiteren muss bei der Beurteilung hinsichtlich der Explosionsgefährdungen auch die Belastung im Innern von Maschinen und Anlagen (z. B. Staubabscheider) berücksichtigt werden. Diese Bereiche werden in der Regel bei der Ermittlung des AGW nicht untersucht.

Werden erforderliche Schutzmaßnahmen nach TRGS 722, TRGS 723, TRGS 724 oder TRGS 727 ganz oder in Teilen durch Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen (MSR-Einrichtungen) realisiert, ist die Anforderung an die Zuverlässigkeit der MSR-Einrichtung entsprechend der TRGS 725 festzulegen.

In den Szenarien der Beispielsammlung werden Schutzmaßnahmen (z. B. technische Lüftung) angenommen, die gegenüber der Variante, dass sie fehlen, zu einer »Reduzierung« der Zone führen. Dies erlaubt z. B. den Betrieb von Geräten, die eine höhere Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Zündquelle haben, als wenn die ursprüngliche, »nicht reduzierte« Zone vorhanden wäre. Um die gleiche Sicherheit zu bieten, muss daher die Schutzmaßnahme entsprechend zuverlässig wirken.

Die notwendige Zuverlässigkeit einer Schutzmaßnahme und gegebenenfalls ihrer Überwachung ist abhängig von der Zoneinteilung und der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer wirksamen Zündquelle. Diese Abhängigkeit wird in TRGS 725 mit sogenannten Reduzierungsstufen bewertet und ist mit Anforderungen an die Zuverlässigkeit von MSR-Einrichtungen verknüpft. Dies ermöglicht die Auswahl geeigneter Geräte.

In den Szenarien der Beispielsammlung ist bisher nicht enthalten, welche MSR-Maßnahmen als Schutzmaßnahmen definiert sind und welche Zuverlässigkeit diese erreichen müssen. Soweit keine Festlegungen für die einzelnen Beispiele definiert sind, muss diese Bewertung für den Einzelfall im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung erfolgen und dokumentiert werden. Bei vielen der nachfolgenden Beispiele ist eine Auslegung in Klassifizierungsstufe 1 nach TRGS 725 ausreichend, dies kann aber nicht generell unterstellt werden.

Auf der Basis der DIN EN 60079-10-1 (VDE 0165-101) können auch Abschätzungsrechnungen für die Zonenausdehnung vorgenommen werden. Für spezielle Problemkreise sind dort Abschätzungsgleichungen aufgezeigt.

### **Wann ist ein explosionsgefährdeter Bereich in Zone 0 bzw. Zone 20 einzustufen?**

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 (siehe GefStoffV Anhang I Nr. 1.7).

Zone 20 ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist (siehe GefStoffV Anhang I Nr. 1.7).

In den Definitionen zur Zone 0 bzw. Zone 20 sind die Begriffe »ständig«, »über lange Zeiträume« oder »häufig« zu finden. Der Begriff »häufig« ist im Sinne von »zeitlich überwiegend« zu verwenden. Als Betrachtungseinheit ist hier die tatsächliche Betriebsdauer einer Anlage anzuwenden. Das heißt mit anderen Worten, dass explosionsgefährdete Bereiche der Zone 0 bzw. Zone 20 zuzuordnen sind, wenn während mehr als 50 % der Betriebsdauer der betrachteten Anlage oder eines Anlagenteils explosionsfähige Atmosphäre vorherrscht. Wird der betrachtete Teil einer Anlage z. B. im Ein-Schicht-Betrieb zehn Stunden täglich betrieben, wären dies mehr als 5 Stunden. Hierzu gehört in der Regel nur das Innere von Anlagen oder Anlagenteilen (Verdampfer, Reaktionsgefäß, Staubfilter usw.), wenn denn die Bedingungen der Definition der Zone 0 bzw. Zone 20 erfüllt sind.

**Welche Betriebszustände gehören hinsichtlich der Zoneneinteilung gemäß Anhang I Nr. 1.7 der GefStoffV zum »Normalbetrieb«?**

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes in Verbindung mit § 6 Abs. 9 der Gefahrstoffverordnung und § 9 der Betriebssicherheitsverordnung sind die notwendigen Maßnahmen zum Explosionsschutz für alle Phasen der Benutzung einer Anlage zu ermitteln und festzulegen. Zu den notwendigen Maßnahmen zählt insbesondere die Festlegung der explosionsgefährdeten Bereiche für den so genannten Normalbetrieb.

Explosionsgefährdete Bereiche können entsprechend Anhang I der GefStoffV unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung einschließlich betriebsüblicher Störungen in Zonen eingeteilt werden.

Bei der Zoneneinteilung nach Anhang I Nr. 1.7 der GefStoffV wird bei Zone 1, Zone 2, Zone 21 und Zone 22 der *»Zustand, in dem die Anlagen oder deren Einrichtungen innerhalb ihrer Auslegungsparameter benutzt werden«* als Normalbetrieb zugrunde gelegt.

Der Begriff »Normalbetrieb« ist in der GefStoffV sonst nicht näher bestimmt (siehe auch TRGS 720). Der Unternehmer oder die Unternehmerin bzw. die Betreiberin oder der Betreiber muss in seinem Explosionsschutzdokument die Betriebszustände festlegen, die dem »Normalbetrieb« zugeordnet sind.

Zum Normalbetrieb gehören in der Regel auch:

- das regelmäßige Anfahren und Abfahren von Anlagen,
- die Freisetzung bei betriebsüblichen Störungen, z. B. Abriss eines Sackes von einer Sackabfülleinrichtung,
- die regelmäßige Reinigung von Anlagen mit brennbaren Lösemitteln,
- Tätigkeiten wie häufige bzw. gelegentliche Inspektion, Wartung und gegebenenfalls Überprüfung,
- die Freisetzung geringer Mengen brennbarer Stoffe (z. B. aus Dichtungen, deren Wirkung auf der Benetzung durch die geförderte Flüssigkeit beruht).

Außerhalb des Normalbetriebs gibt es besondere und seltene Vorgänge und Tätigkeiten, die bei der Zoneneinteilung nicht berücksichtigt werden müssen, die jedoch Explosionsschutzmaßnahmen erfordern. Solche Vorgänge und Tätigkeiten können z. B. sein:

- das Abfahren einer Anlage zwecks Umbau/Generalüberholung und das Wiederanfahren nach Abschluss dieser Arbeiten,
- das einmalige Durchlaufen eines explosionsfähigen Bereichs im Inneren eines Flüssiggas-Lagerbehälters während der erstmaligen Befüllung,
- die Instandsetzung nach unplanmäßiger Abschaltung mit möglichem Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre,
- der Eingriff in eine technisch dichte oder auf Dauer technisch dichte Anlage mit möglichem Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre,
- seltene Instandsetzungs- und Wartungsmaßnahmen mit möglichem Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre.

Wichtig ist, dass innerhalb des **Explosionsschutzkonzepts** einer Anlage alle Betriebsphasen betrachtet und die erforderlichen Maßnahmen festgelegt werden. Können für Sonderzustände oder seltene Betriebsphasen im Vorhinein keine Maßnahmen festgelegt werden (z. B. auf Grund von nicht vorhersehbaren Randbedingungen) ist zumindest die Vorgehensweise darzulegen, wie die erforderlichen Maßnahmen im Bedarfsfall ermittelt und umgesetzt werden (z. B. Management of change, Freigabe über Erlaubnisscheinverfahren).

Die festgelegten Maßnahmen sowohl innerhalb als auch außerhalb der Zeitdauer des Normalbetriebs sind im **Explosionsschutzdokument** festzuhalten. Im Explosionsschutzdokument finden sich auch Maßnahmen, die nicht im engen Zusammenhang einer Zone stehen müssen.

Hinsichtlich der Zoneneinteilung sind das Innere und das Äußere (die Umgebung) von Apparaten, Anlagen bzw. den Anlagenteilen getrennt zu betrachten.

**Ist bei einmaligen zeitlich eng begrenzten Tätigkeiten mit Stoffen, bei denen eine explosionsfähige Atmosphäre entstehen kann, eine Zoneneinteilung sinnvoll?**

Bei zeitlich eng begrenzten Tätigkeiten, die an einem Ort nur einmalig durchgeführt werden und bei denen mit der Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre gerechnet werden muss, ist die Ausweisung von explosionsgefährdeten Bereichen und deren Einteilung in Zonen nicht sinnvoll (vgl. GefStoffV Anhang I Nr. 1.8 Absatz 4). Dennoch sind geeignete Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich und im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren. Zur Dokumentation gehört auch die schriftliche Arbeitsanweisung.

Im Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung können die Schutzmaßnahmen tätigkeitsbezogen festgelegt werden, unabhängig vom jeweiligen Ort der ausgeführten Tätigkeit. Speziell für den Explosionsschutz kann dies z. B. effiziente Absaugung, wirksame Lüftung und/oder Zündquellenvermeidung bedeuten.

**Beispiel: Laminieren von Behältern in Schiffen**

Wenn z. B. in einem Schiff Tanks für Brauchwasser oder Seewasser mit lösemittelhaltigem Korrosionsschutz beschichtet werden, kann ein Bereich mit Explosionsgefahren nicht ausgeschlossen werden. Eine Zoneneinteilung für die Dauer der Tätigkeiten erfolgt dabei jedoch nicht. Die bestimmungsgemäße Verwendung des Tanks ist nicht das Laminieren, sondern die Aufnahme von Brauch- bzw. Seewasser in diesem Behälter. Für das Betreiben des Behälters stellt das Laminieren keinen Normalbetrieb dar. Nach TRGS 507 »Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern« erfolgt die schriftliche Arbeitsfreigabe über den Erlaubnisschein.

**Beispiel: Instandsetzungsarbeiten**

Eine ähnliche Situation kann bei Instandsetzungsarbeiten vorliegen, wenn auf Dauer technisch dichte Anlagen geöffnet werden oder Arbeiten mit Lösemitteln in einem zonenfreien Bereich durchgeführt werden. Treten dabei Explosionsgefährdungen auf, kann die Gefährdungsbeurteilung und die Festlegung von Schutzmaßnahmen nach TRBS 1112 Teil 1 vorgenommen werden, eine Zoneneinteilung wird auch in diesen Fällen nicht vorgenommen.