

■ Stand: 07/2014

■ Best.-Nr. 402

Lagerung brennbarer Flüssigkeiten im Bereich Druck und Papierverarbeitung – Gefahrstofflager

1	Brennbare Flüssigkeiten in Druckereien und papierverarbeitenden Betrieben – Überblick über Gefahren und Maßnahmen	2
2	Wichtige Begriffe und Definitionen	2
3	Grundmaßnahmen bei der Lagerung brennbarer Flüssigkeiten	5
4	Lager für brennbare Flüssigkeiten	5
4.1	Erlaubnis für die Lagerung entzündbarer Flüssigkeiten	5
4.2	Allgemeine Anforderungen an Lager für brennbare Flüssigkeiten	6
4.3	Bauliche Anforderungen an Lagerräume für brennbare Flüssigkeiten	7
4.4	Explosionsgefährdete Bereiche.....	8
4.5	Schutzmaßnahmen in explosionsgefährdeten Bereichen	10
5	Zusammenlagerung brennbarer Flüssigkeiten mit anderen Gefahrstoffen	12
6	Verordnungen, Technische Regeln, Richtlinien und Normen	12
7	BG-Informationen.....	12

1 Brennbare Flüssigkeiten in Druckereien und papierverarbeitenden Betrieben – Überblick über Gefahren und Maßnahmen

In Druckereien und in papierverarbeitenden Betrieben werden Arbeitsstoffe eingesetzt, die zu den brennbaren Flüssigkeiten zählen. Dazu gehören u. a.

- Wasch- und Reinigungsmittel
- brennbare Farben, Lacke und Klebstoffe sowie deren Lösemittel, Verdüner für Farben,
- Isopropanol im Offsetdruck.

Um die Sicherheit der Beschäftigten und Dritter zu gewährleisten, sind Maßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefahren erforderlich, die im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festzulegen sind. Können brennbare Flüssigkeiten nicht durch weniger gefährliche Arbeitsstoffe ersetzt werden, müssen sie sachgerecht gelagert werden. Man unterscheidet dabei zwischen folgenden Lagerungsmöglichkeiten:

- Lagerräume mit Wänden und Decken aus feuerbeständigen Bauteilen. Die Lagerräume können sich im oder auch außerhalb des Betriebsgebäudes befinden.
- Lagerung in überdachten Freilägern, z. B. in Regallagereinrichtungen oder Fassboxen.
- Lagerung in Sicherheitsschränken.

Bei jeder Lagerungsmöglichkeit sind die Anforderungen des Explosionsschutzes zu erfüllen. Allgemeine Maßnahmen sind in der Technischen Regel für Gefahrstoffe „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“ (TRGS 510) festgelegt und hängen ab von

- der Gefahrklasse als Maß des Gefährdungspotentials,
- der Menge der gelagerten brennbaren Flüssigkeit,
- dem Ort und der Art der Lagerung.

Zu den Maßnahmen gehören beispielsweise

- feuerhemmende oder feuerfeste Trennwände,
- Be- und Entlüftung,
- die Vermeidung wirksamer Zündquellen.

2 Wichtige Begriffe und Definitionen

Einteilung brennbarer Flüssigkeiten

a) nach Richtlinie 67/548/EWG

Flammpunkt [°C]	Siedebeginn [°C]	Gefährlichkeitsmerkmal	Beispiel
< 0	≤ 35	hochentzündlich	Ethylether, Acetaldehyd
< 21		leichtentzündlich	Spezialbenzin, Toluol, Ethanol/Spiritus, Aceton, Isopropanol
≥ 21 und ≤ 55		entzündlich	Testbenzin, Terpentin

Die frühere Differenzierung zwischen wasserlöslichen und wasserunlöslichen brennbaren Flüssigkeiten ist entfallen.

b) nach CLP-Verordnung (CLP-VO)

Flammpunkt [°C]	Siedebeginn [°C]	Gefahrenkategorie	Beispiel
< 23	≤ 35	extrem entzündbar	Ethylether, Acetaldehyd
< 23	> 35	leicht entzündbar	Spezialbenzin, Toluol, Ethanol/Spiritus, Aceton, Isopropanol
≥ 23 und ≤ 60		entzündbar	Testbenzin, Terpentin

Flammpunkt

Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur, bei der unter festgelegten Versuchsbedingungen eine Flüssigkeit brennbares Gas oder brennbaren Dampf in solcher Menge abgibt, dass bei Kontakt mit einer wirksamen Zündquelle sofort eine Flamme auftritt.

Explosionsbereich, untere / obere Explosionsgrenze (UEG / OEG)

Explosionsbereich ist der Bereich der Konzentration (Stoffmengenanteil) eines brennbaren Stoffes in Luft, in dem eine Explosion auftreten kann. Explosionsgrenzen sind Grenzen des Explosionsbereiches. Untere Explosionsgrenze (UEG) bzw. obere Explosionsgrenze (OEG) ist der untere bzw. obere Grenzwert der Konzentration (Stoffmengenanteil) eines brennbaren Stoffes in einem Gemisch von Gasen, Dämpfen, Nebeln und/oder Stäuben, in dem sich nach dem Zünden eine von der Zündquelle unabhängige Flamme gerade nicht mehr selbstständig fortpflanzen kann.

Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g. e. A.)

Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ist eine explosionsfähige Atmosphäre, die in einer solchen Menge (gefährdende Menge) auftritt, dass besondere Schutzmaßnahmen für die Aufrechterhaltung des Schutzes von Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten oder Dritter erforderlich werden.

Mehr als 10 Liter explosionsfähiger Atmosphäre als zusammenhängendes Volumen werden unabhängig von der Raumgröße als gefährlich angesehen. Eine explosionsfähige Atmosphäre, die nicht in solchen Mengen zu erwarten ist, dass besondere Schutzmaßnahmen erforderlich werden, gilt nicht als explosionsgefährdeter Bereich und führt damit nicht zu einer Zone.

Lager

Räume, Bereiche in Gebäuden oder im Freien, die dazu bestimmt sind, dass in ihnen brennbare Flüssigkeiten in ortsfesten oder ortsbeweglichen Behältern gelagert werden. Hierzu zählen auch Container oder Schränke.

Lagern brennbarer Flüssigkeiten

Lagern ist das Aufbewahren zur späteren Verwendung sowie zur Abgabe an andere. Es schließt die Bereitstellung zur Beförderung ein, wenn die Beförderung nicht innerhalb von 24 Stunden nach der Bereitstellung oder am darauffolgenden Werktag erfolgt. Ist dieser Werktag ein Samstag, so endet die Frist mit Ablauf des nächsten Werktags.

Lagerräume

Allseitig umschlossene Räume, die mit Fenstern und Türen zur Belüftung und Befahrung errichtet werden können und in denen brennbare Flüssigkeiten gelagert werden.

Lager im Freien

Als Lager im Freien gelten auch überdachte Lager, die mindestens nach zwei Seiten offen sind, einschließlich solcher, die nur an einer Seite offen sind, wenn die Tiefe – von der offenen Seite her gemessen – nicht größer als die Höhe der offenen Seite ist. Eine Seite des Raumes gilt auch dann als offen, wenn sie aus einem Gitter aus Draht oder der-gleichen besteht, das die natürliche Lüftung nicht wesentlich behindert.

Lagerklassen

Lagerklasse (LGK) ist die Klassifizierung zu lagernder Gefahrstoffe und Gemische anhand spezifischer Gefahrenmerkmale. Die Lagerklassen dienen ausschließlich zur Festlegung der Zusammenlagerung.

Aktive Lagerung brennbarer Flüssigkeiten

Aufbewahrung in Tankcontainern oder ortsbeweglichen Gefäßen, die am Ort ihrer Lagerung ortsfest als Entnahme- oder Sammelbehälter benutzt oder zu sonstigen Zwecken geöffnet werden.

Passive Lagerung brennbarer Flüssigkeiten

Aufbewahrung in gefahrgutrechtlich zulässigen Transportbehältern, die dicht verschlossen sind und die während des Aufbewahrens im Lager weder befüllt noch entleert oder zu sonstigen Zwecken geöffnet werden.

Ortbewegliche Gefäße

Ortbewegliche Gefäße (Behälter) sind dazu bestimmt, dass in ihnen Gefahrstoffe transportiert und gelagert werden. Zu den ortsbeweglichen Gefäßen (Behältern) gehören z. B.

- Verpackungen (z. B. Fässer, Kanister, Flaschen),
- Großpackmittel (z. B. IBC),
- Großverpackungen,
- Tankcontainer/ortsbewegliche Tanks.

Ortbewegliche Gefäße aus Kunststoff mit einem Rauminhalt größer 5 Liter dürfen zur aktiven Lagerung brennbarer Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt bis 35 °C nur verwendet werden, wenn sie elektrostatisch ausreichend leitfähig sind.

Ausreichend leitfähige Gefäße aus nicht-metallischen Werkstoffen müssen mit „Ex-elstat“ gekennzeichnet sein. Ist dies nicht der Fall, so müssen sie mit einem Hinweis versehen sein, dass bei aktiver Lagerung eine ausreichend leitfähige Einrichtung zu verwenden ist.

3 Grundmaßnahmen bei der Lagerung brennbarer Flüssigkeiten

Brennbare Flüssigkeiten dürfen nicht an solchen Orten gelagert werden, die zu einer Gefährdung der Beschäftigten oder anderer Personen führen können. Dazu gehören insbesondere

- Verkehrswege (zu Verkehrswegen zählen u. a. Treppenträume, Flucht- und Rettungswege, Durchgänge, Durchfahrten und enge Höfe)
- Pausen-, Bereitschafts-, Sanitär-, Sanitätsräume oder Tagesunterkünfte.

In Arbeitsräumen dürfen brennbare Flüssigkeiten nur gelagert werden, wenn die Lagerung mit dem Schutz der Beschäftigten vereinbar ist. Die Mengen der am Arbeitsplatz bereitgestellten brennbaren Flüssigkeiten sind auf den Tages-/Schichtbedarf zu begrenzen, d. h. die Menge, die für den Fortgang der Tätigkeiten erforderlich ist. Soweit regelmäßig kleine Mengen verwendet werden, kann auch die kleinste handelsübliche Gebindegröße bereitgestellt werden.

Entzündbare Flüssigkeiten (gekennzeichnet mit H224, H225, H226 bzw. R12, R11, R10) dürfen außerhalb von Lagern in zerbrechlichen Behältern bis maximal 2,5 l Fassungsvermögen je Behälter, in nicht zerbrechlichen Behältern bis maximal 10 l Fassungsvermögen je Behälter, gelagert werden, sofern die Gefährdungsbeurteilung keine erhöhte Brandgefahr ergibt. Maximal jedoch

- 20 kg extrem und leicht entzündbare Flüssigkeiten, davon nicht mehr als 10 kg extrem entzündbare Flüssigkeiten,
- 100 kg entzündbare Flüssigkeiten,
- 1.000 kg brennbare Flüssigkeiten

Darüber hinausgehende Mengen sind in Gefahrstofflagern zu lagern. Dies gilt auch für ungereinigte, restentleerte Behälter. Diese sind hinsichtlich der Schutzmaßnahmen grundsätzlich wie gefüllte Behälter zu betrachten.

Behälter mit brennbaren Flüssigkeiten müssen in eine Auffangeinrichtung eingestellt werden, die mindestens den Rauminhalt des größten Gebindes aufnehmen kann. Kann eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre nicht ausgeschlossen werden, müssen die Auffangeinrichtungen elektrostatisch ableitfähig und geerdet sein. In unmittelbarer Nähe der Lagerbehälter mit entzündbaren Gefahrstoffen dürfen sich keine wirksamen Zündquellen befinden.

4 Lager für brennbare Flüssigkeiten

4.1 Erlaubnis für die Lagerung entzündbarer Flüssigkeiten (BetrSichV 3 § 13)

Eine Erlaubnis für die Lagerung extrem entzündbarer oder leicht entzündbarer bzw. hochentzündlicher oder leichtentzündlicher Flüssigkeiten (gekennzeichnet mit H224, H225 bzw. R12, R11) durch die zuständige Behörde muss nur bei überwachungsbedürftigen Anlagen beantragt werden. Überwachungsbedürftige Anlagen sind:

- Lageranlagen mit einem Gesamtrauminhalt von mehr als 10.000 Litern,
- Füllstellen mit einer Umschlagkapazität von mehr als 1.000 Litern pro Stunde,

Derartige überwachungsbedürftige Anlagen bedürfen bei der Lagerung in ortsfesten Behältern (Tanks) einer umfangreichen Prüfung gemäß Betriebssicherheitsverordnung vor Inbetriebnahme des Lagers sowie wiederkehrender regelmäßiger Prüfungen sowie Prüfungen bei wesentlichen Änderungen der Anlage.

4.2 Allgemeine Anforderungen an Lager für brennbare Flüssigkeiten

Gefährdungsbeurteilung

Der Arbeitgeber hat zu ermitteln, ob sich bei der Lagerung von brennbaren Flüssigkeiten Gefährdungen für die Beschäftigten oder andere Personen ergeben. Als Informationsquellen dienen das aktuelle Sicherheitsdatenblatt, ergänzende Informationen des Herstellers und das zu führende Gefahrstoffverzeichnis. Erforderliche Schutzmaßnahmen sind festzulegen.

Explosionsschutzdokument

Wird im Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung festgestellt, dass das Auftreten explosionsfähige Atmosphäre in gefährdender Menge wahrscheinlich ist, sind die betreffenden Arbeitsbereiche in Zonen einzuteilen und der Arbeitgeber hat ein Explosionsschutzdokument zu erstellen. Das Explosionsschutzdokument ist unabhängig von der Zahl der Beschäftigten zu erstellen und auf dem aktuellen Stand zu halten. Das Explosionsschutzdokument muss insbesondere enthalten:

- Ermittlung und Bewertung von Explosionsgefahren.
- Welche Vorkehrungen getroffen werden, um die Ziele des Explosionsschutzes zu erreichen.
- Welche Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche im Betrieb vorgenommen wurden und
- welche Maßnahmen zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes durchgeführt wurden (z. B. Unterweisungen, schriftliche Anweisungen und Explosionsschutzmaßnahmen).

Das Explosionsschutzdokument ist vor Aufnahme der Arbeit zu erstellen. Es ist zu überarbeiten, wenn Veränderungen, Erweiterungen oder Umgestaltungen der Arbeitsmittel oder des Arbeitsablaufes vorgenommen werden. Es kann auf vorhandene Gefährdungsbeurteilungen, Dokumente oder andere gleichwertige Berichte zurückgegriffen werden.

Prüfung

Alle Lagereinrichtungen müssen erstmalig und anschließend regelmäßig in angemessenen Abständen auf ihre ausreichende Funktion, Zuverlässigkeit und Wirksamkeit überprüft werden. Zu prüfende Einrichtungen sind z. B.

- Einhaltung von Fach- und Feldlasten von Regalen oder die Unversehrtheit von Regalteilen,
- Auffangeinrichtungen, z. B. Dichtigkeit und Belegung von Tassen und Wannen,
- Entsorgungseinrichtungen, z. B. Dichtigkeit und Korrosionsfreiheit von Lösemittelabfallcontainern,
- Lüftungseinrichtungen, z. B. Unversehrtheit von Lüftungskanälen und Erfassungseinrichtungen,
- Augen- und Körperduschen.

Das Ergebnis der Prüfungen ist in geeigneter Form zu dokumentieren.

Qualifizierung der Beschäftigten

Der Arbeitgeber darf Tätigkeiten bei der Lagerung von entzündbaren Flüssigkeiten nur unterweisen, mit den Tätigkeiten, den dabei auftretenden Gefährdungen und den erforderlichen Schutzmaßnahmen vertrauten Beschäftigten übertragen. Der Arbeitgeber hat eine schriftliche Betriebsanweisung gemäß TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“ zu erstellen und die Beschäftigten entsprechend zu unterweisen. In der Betriebsanweisung muss angegeben sein, wie Gefahren abgewendet werden können und welche Maßnahmen ggf. zu treffen sind. Die Beschäftigten müssen mindestens einmal jährlich unterwiesen werden. Die Unterweisung muss dokumentiert werden.

Empfohlene Kennzeichnung

Die Räume dürfen dem allgemeinen Verkehr nicht zugänglich sein. Das Betreten der Räume durch Unbefugte ist zu verbieten. Auf das Verbot muss durch eine deutlich sichtbare und gut lesbare Aufschrift hingewiesen werden.

Es darf nicht geraucht werden. Auf das Verbot muss durch eine deutlich sichtbare und gut lesbare Aufschrift hingewiesen werden.



Zutritt für Unbefugte
verboten



Feuer, offenes Licht
und Rauchen verboten



Warnung vor explosions-
fähiger Atmosphäre



Warnung vor feuer-
gefährlichen Stoffen

(Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre insbesondere bei aktiver Lagerung.)

4.3 Bauliche Anforderungen an Lagerräume

Beleuchtung, Belüftung

In Lagerräumen und Lagern im Freien muss eine ausreichende Beleuchtung (siehe ASR A3.4) vorhanden sein. Die Beleuchtung muss so angebracht sein, dass eine unzulässig hohe Erwärmung des Lagergutes, die zu einem gefährlichen Zustand führen kann, vermieden wird.

Im Lager muss eine ausreichende Belüftung (siehe auch 4.4) vorhanden sein, wenn durch ein unbeabsichtigtes Freisetzen von Gefahrstoffen eine Gefährdung von Beschäftigten oder anderen Personen möglich ist.

Wände, Decken, Türen etc.

Die folgenden Anforderungen gelten bei der Lagerung von leichtentzündlichen/leicht entzündbaren (Flammpunkt < 21/23 °C) Flüssigkeiten zwischen 10/20 und 200 kg. Bei entzündlichen/entzündbaren Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt zwischen 21/23 °C und 55/60 °C bis 1000 kg. Werden brennbare Flüssigkeiten mit Flammpunkten über 55/60 °C bis 100 °C zusammen mit entzündlichen/entzündbaren Flüssigkeiten gelagert, so sind diese Mengen mit in die Gefährdungsbeurteilung einzube-

ziehen. Dabei sind 5 kg brennbare Flüssigkeiten entsprechend 1 kg entzündbare Flüssigkeiten zu betrachten. Dies gilt bis zu einer Gesamtlagermenge von 100 t.

Für die Ermittlung der Lagermenge bei entleerten Behältern wird vorausgesetzt, dass die Restanhaftungen/-inhalte dieser Behälter weniger als 0,5 % ihres Rauminhaltes betragen; für die Ermittlung der Lagermenge werden dann 0,5 % des Rauminhaltes der Behälter angesetzt.

- Wände, Decken und Türen von Lagerräumen müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und eine Brandübertragung verhindern.
- Lagerräume bis 1 000 kg müssen von angrenzenden Räumen feuerhemmend (Feuerwiderstandsdauer mindestens 30 Minuten), darüber hinaus feuerbeständig (Feuerwiderstandsdauer mindestens 90 Minuten), abgetrennt sein.
- Sind die angrenzenden Räume in ein Brandschutzkonzept einbezogen, müssen die Türen nicht feuerbeständig, sondern nur feuerhemmend (z. B. Feuerwiderstandsdauer von mindestens 30 Minuten) ausgeführt sein. Das Brandschutzkonzept ist mit der für den Brandschutz zuständigen Stelle abzustimmen.
- Auffangwannen müssen für die gelagerten Flüssigkeiten undurchlässig sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.
- Abläufe, Öffnungen und Durchführungen zu tiefer gelegenen Räumen, Kellern, Gruben, Schächten sowie Kanäle z. B. für Kabel oder Rohrleitungen müssen gegen das Eindringen der Flüssigkeiten und deren Dämpfe geschützt sein.
- Schornsteine dürfen innerhalb der Lagerräume keine Öffnungen haben, auch wenn sie durch Schieber, Klappen oder in anderer Weise verschließbar sind.
- Die Lagerräume dürfen nicht anderweitig genutzt werden.

Auffangräume

Werden Behälter mit brennbaren Flüssigkeiten von mehr als 200 kg Gesamtmenge in Räumen gelagert müssen Auffangräume eingerichtet werden. Der Auffangraum muss mindestens folgendes Fassungsvermögen haben:

- den Rauminhalt des größten in ihm aufgestellten Tanks bzw. Tankcontainers
- bei der Lagerung in ortsbeweglichen Gefäßen mit einem Gesamtfassungsvermögen bis 100 m³: 10 % des Rauminhaltes aller in dem Auffangraum gelagerten Gefäße, mindestens jedoch den Inhalt des größten in ihm aufgestellten Gefäßes

Auffangräume in Räumen müssen grundsätzlich nach oben offen sein (keine Verdämmung, ausreichende Belüftung) und dürfen keine Abläufe haben. Kein Auffangraum ist erforderlich für Transportbehälter mit einem Volumen bis 1000 Liter, die keine Öffnungen unterhalb des Flüssigkeitsspiegels aufweisen.

Füllstellen

Der Fußboden in Räumen mit Füllstellen muss so beschaffen sein, dass auslaufende brennbare Flüssigkeiten erkannt und beseitigt werden können. Die Bodenfläche muss ausreichend dicht und widerstandsfähig sein.

4.4 Explosionsgefährdete Bereiche

Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen

Explosionsfähige Atmosphäre im Sinne der BetrSichV ist ein Luft/Dampf-Gemisch, in dem sich der Verbrennungsvorgang nach erfolgter Entzündung auf das gesamte unverbrannte Gemisch überträgt. Explosionsgefährdete Bereiche werden entsprechend dem Ausmaß der Gefahr in die **Zonen 0, 1** oder **2** eingeteilt und gelten für brennbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 60 °C. Explosi-

onsgefährdete Bereiche sind dadurch gekennzeichnet, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g. e. A.) in solchen Mengen auftreten kann, dass Schutzmaßnahmen notwendig sind. Es ergibt sich die folgende Zoneneinteilung:

Zoneneinteilung / Gerätekategorie *			
explosionsfähige Atmosphäre durch:	ständig oder langzeitig oder häufig vorhanden	gelegentlich bei normalem Betrieb vorhanden	nicht bei Normalbetrieb vorhanden, wenn dann nur kurzzeitig vorhanden
Gase, Dämpfe und Nebel	Zone 0 / Kat. ¹ 1 G ²	Zone 1 / Kat. ¹ 1/2 G ²	Zone 2 / Kat. ¹ 1/2/3 G ²
Stäube	Zone 20 / Kat. ¹ 1 D ³	Zone 21 / Kat. ¹ 1/2 D ³	Zone 22 / Kat. ¹ 1/2/3 D ³

¹ Erforderliche Gerätekategorie nach TRBS 2152 Teil 3 Nr. 5.1

² G = Gase oder Dämpfe

³ D = Stäube

Die Einteilung in Zonen dient als Grundlage für die Beurteilung des Umfangs von Schutzmaßnahmen.

Explosionsgefährdete Bereiche in Lagerräumen bei passiver Lagerung

Lagerräume müssen zur Vermeidung der Ansammlung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre ausreichend belüftet sein. Die Lüftung muss in Bodennähe wirksam sein.

In Nachbarräumen bzw. -bereichen, die über Öffnungen mit explosionsgefährdeten Bereichen in Verbindung stehen oder gebracht werden können, sind gegebenenfalls explosionsgefährdete Bereiche festzulegen.

Werden **reine** brennbare Flüssigkeiten mit einem **Flammpunkt über 35°C bzw. Gemische über 45 °C** in gefahrgutrechtlich zulässigen Transportbehältern mit max. 1000 Litern Rauminhalt gelagert, ist der Lagerraum kein explosionsgefährdeter Bereich und aus Gründen des Explosionsschutzes ist keine Lüftung erforderlich. Die Flüssigkeiten dürfen dabei **nicht über 30°C erwärmt** werden können.

Bei brennbaren Flüssigkeiten mit **Flammpunkten unter 35 °C** für reine Stoffe bzw. **unter 45 °C** für Gemische hängt die Zoneneinteilung vom Rauminhalt des Lagerraumes und der Luftwechselrate ab. Gleiches gilt auch für **Lagertemperaturen über 30 °C**.

Diese Lagerräume sind wie folgt einzustufen:

1. **Zone 2**, gesamter Raum, wenn der Rauminhalt des Lagerraumes kleiner 100 m³ und mindestens 0,4-facher Luftwechsel pro Stunde:

Keine Zone, wenn zusätzlich folgende Forderungen erfüllt sind:

- Lagerhöhe der Behälter kleiner Prüffallhöhe der Behälter
- Beschädigung durch Transporteinrichtungen ausgeschlossen z.B.: Verwendung von Fassgreifern statt Gabelstaplerzinken

2. **Zone 2**, gesamter Raum bis zu einer Höhe von 1,5 m, wenn der Rauminhalt des Lagerraumes größer 100 m³ und mindestens 0,4-facher Luftwechsel pro Stunde:

Keine Zone, wenn zusätzlich folgende Forderungen erfüllt sind:

- Lagerhöhe der Behälter kleiner Prüffallhöhe der Behälter
- Beschädigung durch Transporteinrichtungen ausgeschlossen z. B.: Verwendung von Fassgreifern statt Gabelstaplerzinken
- wenn durch fest installierte Gaswarneinrichtung im Gefahrfall unverzüglich eine Erhöhung auf mindestens 2-fachen Luftwechsel pro Stunde sichergestellt ist.

3. **Keine Zone**, wenn Rauminhalt des Lagerraumes größer 100 m³ und mindestens 2-facher Luftwechsel pro Stunde.

In Lagerräumen gemäß Nr. 1 oder 2 darf auf den Einsatz von Betriebsmitteln der Kategorie 3 verzichtet werden, wenn nach Ansprechen einer fest installierten Gaswarneinrichtung im Gefahrenfall unverzüglich alle nicht geeigneten Betriebsmittel stillgesetzt und alle Zündquellen unwirksam gemacht werden. Bis zu einer Höhe von 0,8 m über Erdgleiche müssen jedoch auch in diesen Fällen alle fest installierten Betriebsmittel mindestens der Gerätekategorie 3G entsprechen.

Explosionsgefährdete Bereiche bei aktiver Lagerung

Bei aktiver Lagerung, wird in Lagerräumen also ab-/ umgefüllt, gereinigt etc., ist dieser Bereich Zone 1, unabhängig von der Art der Abfüllung und der abgefüllten Menge. Räume mit Abfüllplätzen unterliegen der TRBS 2152 Punkt 3.7.

Explosionsgefährdete Bereiche in Behältern

Das Innere von Behältern für entzündliche, leichtentzündliche und hochentzündliche Flüssigkeiten sowie brennbare Flüssigkeiten, die auf ihren Flammpunkt oder darüber erwärmt werden, ist Zone 0.

4.5 Schutzmaßnahmen in explosionsgefährdeten Bereichen

In explosionsgefährdeten Bereichen sind folgende **Zündquellen** zu vermeiden:

- in Zone 2: Zündquellen, die bei normalem störungsfreiem Betrieb auftreten können (betriebsmäßig zu erwartende Zündquellen).
- in Zone 1: Zusätzlich zu den Zündquellen der Zone 2 auch Zündquellen durch Betriebsstörungen, mit denen man üblicherweise rechnen muss (häufiger auftretende Betriebsstörungen).
- in Zone 0: Zusätzlich zu den Zündquellen der Zone 1 auch Zündquellen durch selten auftretende Betriebsstörungen.

Alle **Geräte und Betriebsmittel** die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden, müssen die Anforderungen des Anhangs 4 Punkt B der Betriebssicherheitsverordnung erfüllen:

- in Zone 2: Gerätegruppe II, Gerätekategorie 3G¹ (oder 2G¹ oder 1G¹)
- in Zone 1: Gerätegruppe II, Gerätekategorie 2G¹ (oder 1G¹)
- in Zone 0: Gerätegruppe II, Gerätekategorie 1G¹
(¹ G = Gase oder Dämpfe)

In unmittelbarer Nähe von Zone 0 und 1 und oberhalb aller explosionsgefährdeter Bereiche dürfen Zündquellen, die auf die explosionsgefährdeten Bereiche einwirken können, nicht betrieben werden.

Unzulässig sind z. B.

- Nutzung von Feuerstätten (Funkenflug),
- Umgang mit Feuer oder glühenden Gegenständen (Rauchen),
- Beleuchtungskörper, die bei mechanischem Defekt Zündquellen erzeugen können (Glühwendel muss aufgefangen werden).

In explosionsgefährdeten Bereichen müssen Einmündungen und Schutzrohre für Kabel und Rohrleitungen gegen das Eindringen brennbarer Flüssigkeiten und deren Dämpfe geschützt sein. Zur Vermeidung von Zündquellen ergeben sich aus der TRBS 2152 Teil 3 besondere Schutzmaßnahmen.

Beispiele für wirksame Zündquellen

Heiße Oberflächen, die mit explosionsfähiger Atmosphäre in Berührung kommen können:

- In Zone 0 darf die Oberflächentemperatur selbst bei selten auftretenden Betriebsstörungen 80 % der Zündtemperatur nicht überschreiten (zu beachten: Wärmestau und chemische Reaktionen).
- In Zone 1 darf die Oberflächentemperatur bei Normalbetrieb oder häufiger auftretenden Betriebsstörungen 80 % der Zündtemperatur nicht überschreiten.
- In Zone 2 dürfen Betriebsmittel mit maximaler Oberflächentemperatur bis zur Zündtemperatur eingesetzt werden. Betriebsübliche Störungen brauchen nicht berücksichtigt zu werden.

Mechanisch erzeugte Funken

Teilchen aus Reib-, Schlag- und Abtragsvorgängen (z.B. Schleifen) können brennbare Gase und Dämpfe entzünden. Beim Schweißen und Schneiden entstehende Schweißperlen sind Funken mit sehr großer Oberfläche und gehören damit zu den wirksamsten Zündquellen.

Schutzmaßnahmen:

- In Zone 0 sind keine Betriebsmittel und Arbeitsvorgänge zulässig, bei denen selbst bei selten auftretenden Betriebsstörungen zündfähige Reib-, Schlag- oder Schleiffunken auftreten können.
- In Zone 1 sind nach Möglichkeit die Forderungen der Zone 0 zu erfüllen. Sind solche Arbeitsvorgänge jedoch notwendig, müssen Funken durch geeignete Maßnahmen vermieden oder abgeschirmt werden, zündfähige Schleiffunken z.B. durch Wasserkühlung an der Schleifstelle.
- In Zone 2 sind nach Möglichkeit die Forderungen der Zone 1 zu erfüllen. Schutzmaßnahmen sind jedoch gegen betriebsmäßig zu erwartende zündfähige Funken durchzuführen.

Elektrische Anlagen

Bei elektrischen Anlagen können – selbst bei geringen Spannungen – elektrische Funken z.B. beim Öffnen und Schließen elektrischer Stromkreise und bei Ausgleichsströmen und heiße Oberflächen als wirksame Zündquelle auftreten. Die Verwendung von Schutzkleinspannung ist keine Maßnahme des Explosionsschutzes.

Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sind entsprechend der BetrSichV zu installieren und zu betreiben. Die Anlage muss vor der Inbetriebnahme und nach wesentlichen Änderungen durch eine zugelassene Überwachungsstelle überprüft werden (§ 10). Überprüfung spätestens alle drei Jahre (§ 15 (15)). Bei Fehlern in Teilen, von denen der Explosionsschutz abhängt, muss die Instandsetzung unverzüglich durchgeführt werden (§ 14 (6)). Schutzmaßnahmen:

- In Zone 0 und 1 sind nur Bauart zugelassene explosionsgeschützte elektrische Anlagen zulässig.
- In Zone 2 können auch elektrische Anlagen nach DIN EN 60079-14 eingesetzt werden.

Statische Elektrizität

Gefährliche Entladungsvorgänge, die durch elektrostatische Aufladungen verursacht werden, müssen durch geeignete Maßnahmen verhindert werden:

- Vermeiden von Materialien geringer elektrischer Leitfähigkeit
- Auswahl geeigneter Materialien für den Fußboden (Ableitwiderstand < 108 Ohm)
- Tragen von ableitenden Schuhen (Ableitwiderstand < 108 Ohm) .
- In der Zone 1 müssen z. B. Lüftungs- und Saugrohre innen und außen leitfähig sein sowie elektrostatisch geerdet sein.
- Behälter müssen so befüllt werden, dass Gefahren durch elektrostatische Aufladungen nicht entstehen.
- Durch Erdungsmaßnahmen kann nur die Aufladung der leitfähigen Teile verhindert werden, nicht aber die Aufladung nicht leitfähiger Teile oder Flüssigkeiten.
- Leitfähige Bauteile müssen elektrostatisch leitfähig miteinander verbunden und geerdet sein.

5 Zusammenlagerung brennbarer Flüssigkeiten mit anderen Gefahrstoffen

Gefahrstoffe dürfen nur zusammengelagert werden, wenn hierdurch keine höhere Gefährdung entsteht. Zur Festlegung der Zusammenlagerungsmöglichkeiten werden in der TRGS 510 die Gefahrstoffe in Lagerklassen (LGK) eingeteilt. Sie dienen ausschließlich der Steuerung der Zusammenlagerung. Die Festlegung der LGK hat nach den in Anlage 4 aufgeführten Verfahren zu erfolgen.

Beispiel: Entzündbare Flüssigkeiten (LGK 3) dürfen mit LGK 10 (brennbare Flüssigkeiten wie Diesel, Heizöl) zusammen gelagert werden. Brennbare Feststoffe (LGK 11) wie Papier und Kartonagen müssen separat gelagert werden.

6 Verordnungen, Technische Regeln, Richtlinien und Normen

- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)
- Verordnung über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung)
- TRBS 2152: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Allgemeines
- TRBS 2152 Teil 2: Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
- TRBS 2152 Teil 3: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre - Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
- TRBS 2153 Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen
- TRGS 510 Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern
- ASR A1.3 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung

7 BG- Informationen

BG-Infoblatt (Best.-Nr.230.19 DP) „Gefährdungsbeurteilung Explosionsrisiken“

Weitere Informationen

Ausführliche Angaben enthalten die entsprechenden Verordnungen und Technischen Regeln. Weitere Auskünfte erteilen die zuständigen Gewerbeaufsichtsämter und die für den Gewässerschutz zuständigen Behörden.