



BG

Berufsgenossenschaft
Chemie

Explosionsschutz-Zonen einteilen

Dr. Losert, BG Chemie

Vortrag der Fachvereinigung Arbeitssicherheit e. V.
Würzburg, 26. November 2009

Gliederung

Grundlagen

Gefährdungsbeurteilung zum Explosionsschutz

Zoneneinteilung – Hilfsmittel nicht Selbstzweck

Beispiele aus der BGR 104 (EX-RL)

Systematik der Beispielsammlung

Häufig anzutreffende Beispiele

Neue Beispiele

Systematik der Gefährdungsbeurteilung „EX“ (1)

1. Ist gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (g. e. A.) vorhanden oder kann sie auftreten?
 2. Kann sie sicher vermieden werden?
 3. Können wirksame Zündquellen vermieden werden?
 4. Konstruktiver Explosionsschutz
- + **Schutzmaßnahmen bei Instandsetzungsarbeiten**

wo?

**TRBS 2152
(≡ BGR 104 (EX-RL))**



Benötigte Informationen

- Räumlichkeiten (Aufstellung)
- Verfahren
- relevante Tätigkeiten, auch z. B. Probenahme
- eingesetzte Stoffe, Verarbeitungszustand
- Stoffmengen (Einsatzmenge / Fördermenge)
- Druck- und Temperaturbereich
- Gebäude-/Anlagenlüftung

Sicherheitstechnische Kenngrößen (1)

Bei Flüssigkeiten und Gasen
z. B.

- Flammpunkt, UEP
- UEG/OEG
- Zündtemperatur (Temperaturklasse)
- Explosionsgruppe

Sicherheitstechnische Kenngrößen (2)

Bei brennbaren Stäuben

z. B.:

- Korngrößenverteilung
- UEG
- Mindestzündenergie
- Mindestzündtemperaturen

Korngrößenverteilung und Explosionsgefahr

- Staub mit Korngröße $< 0,5$ mm:
grundsätzlich Staubexplosionsgefahr anzunehmen
- Korngröße von $0,5$ mm bis 1 mm:
abhängig von den Stäuben
können im Einzelfall Staubexplosionen auftreten
- Staub mit Korngröße > 1 mm:
Hier ist nicht mehr mit Staubexplosionen zu rechnen

Kenngrößen für Oberflächentemperaturen bei Staub

Zündtemperatur einer Staubwolke:

niedrigste Temperatur, bei der sich eine Staubwolke in Luft an der Innenwand eines Prüfofens entzündet.

Mindestzündtemperatur einer Staubschicht:

niedrigste Temperatur einer heißen Oberfläche, bei der sich eine Staubschicht festgelegter Dicke unter Normbedingungen an dieser Oberfläche entzündet.

Glimmtemperatur:

Mindestzündtemperatur einer Staubschicht von 5 mm Dicke

Datenbanken und Standardwerke zu Kenngrößen

**BGIA Referat „Explosionsschutz“
Brenn- und Explosionsgrößen von Stäuben**

www.dguv.de/bgia/de/gestis/expl/index.jsp

**GisChem
Kostenfreies Gefahrstoffinformationssystem der BG Chemie**

www.gischem.de

**CHEMSAFE
Bewertete sicherheitstechnische Kenngrößen – kostenpflichtig**

www.dechema.de

**„Sicherheitstechnische Kenngrößen brennbarer Gase und Dämpfe“,
Nabert/Schön/Redeker**

**„Sicherheitstechnische Kenngrößen: Bd. 1 Brennbare Flüssigkeiten und
Gase“, Brandes/Möller (Stand: CHEMSAFE Update 2007)**

**„Sicherheitstechnische Kenngrößen: Bd. 2 Explosionsbereiche von
Gasgemischen“, Molnarne/Schendler/Schröder**

gefährdende Menge

- 10 Liter zusammenhängendes Volumen explosionsfähiger Atmosphäre
- oder Faustregel bei Raumgröße bis 100 m³:
1/10.000 des Raumvolumens
- auch kleinere Mengen können gefährdend sein, wenn sie sich in unmittelbarer Nähe von Menschen befinden
- explosionsgefährdeter Bereich ist nicht notwendigerweise der gesamte Raum, sondern nur der Teilbereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann.

Substitution

- durch nichtbrennbare Stoffe
- durch nicht entzündbare Stoffe
- durch Stoffe mit ausreichend hohem Flammpunkt (UEP)

- durch Material in anderer Konsistenz (pastös) bzw. groberer Körnung
 - Abrieb
 - unterschiedliche Lieferungen

Inertisierung

- Luft durch Inertgase ersetzen
 - Qualität der Inertisierung
(Überwachen der Zuverlässigkeit)

- nichtbrennbarer Staub als Komponente
 - Inertstaubanteil > 50 % (z. T. > 80 %) erforderlich
 - Untersuchung der Mischung
 - Separierung möglich ?

Dichtheit von Apparaturen

1. Auf Dauer technisch dichte Apparaturen
 - a) konstruktiv
 - b) konstruktive Maßnahmen kombiniert mit organisatorischen Maßnahmen
2. Technisch dichte Apparaturen
3. Verringern betriebsbedingter Austritte brennbarer Stoffe

Auf Dauer technisch dichte Apparaturen

→ **keine Freisetzungen zu erwarten**

- Konstruktiv
z. B.: geschweißte Rohrleitungen
- Konstruktive Maßnahmen kombiniert mit organisatorischen Maßnahmen
regelmäßige Wartung und Kontrolle

Technisch dichte Apparaturen

→ **seltene Freisetzungen zu erwarten**

Lüftungstechnische Maßnahmen

→ Umgebung der Apparatur/Anlage

- Erfassung an der Entstehungsstelle
→ Objektabsaugung
- Raumlüftung (natürlich/technisch)
Zuluft
- Betrachtung Abluftsystem

Einsatz von Gaswarngeräten

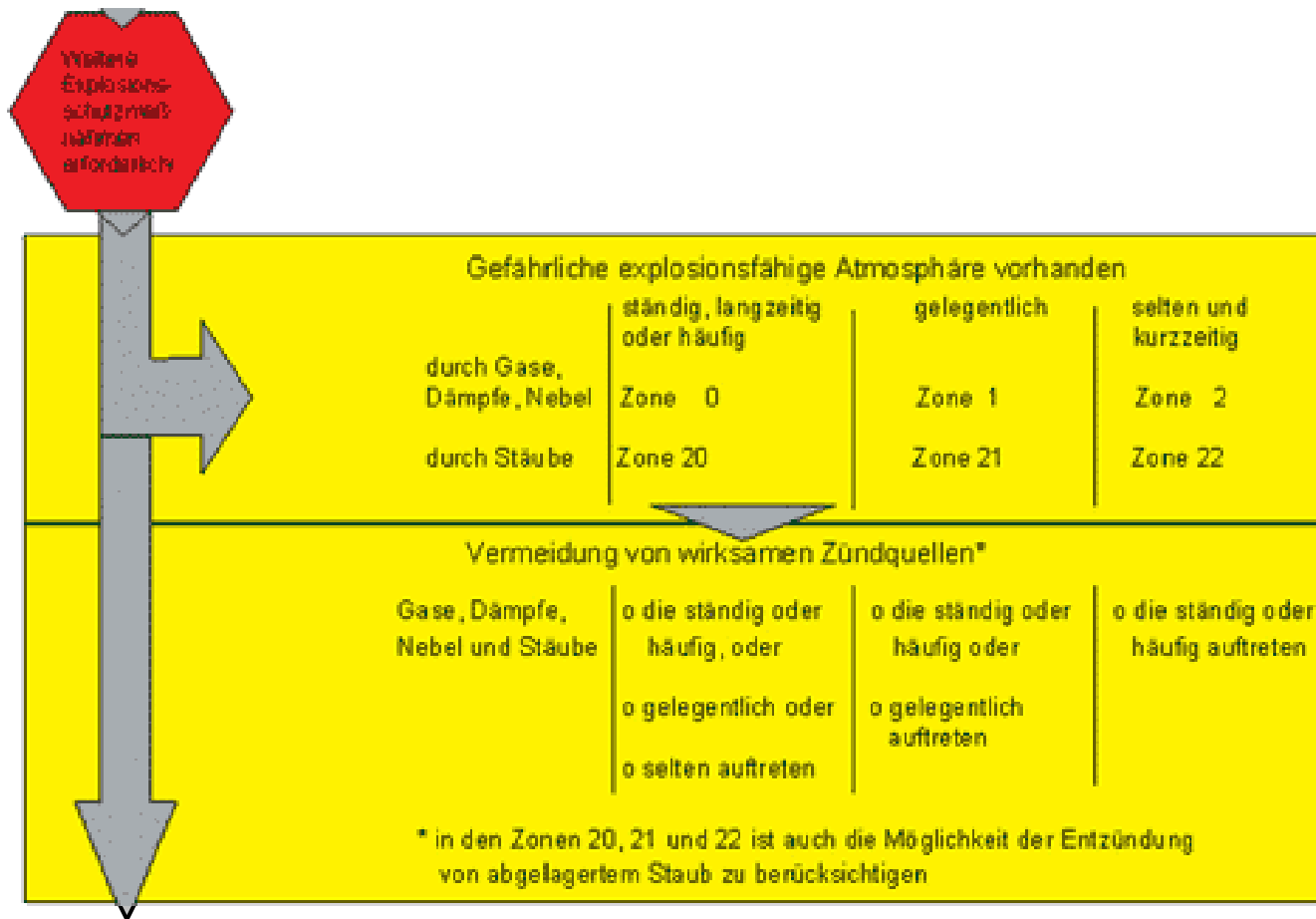
- zu erwartende Stoffe, Quellen, Quellstärke, Ausbreitung ?
- Ansprechzeit, (Quer-)Empfindlichkeit der Geräte ?
- Anordnung und Verfügbarkeit der Geräte ?
- Bereich der bei Ansprechen ex-gefährdet ist ?
- Maßnahmen bei Ansprechen

Funktionsgeprüfte Gaswarngeräte: Liste, FAQ www.exinfo.de

Einsatz, Wartung und Kalibrierung (BGI 518), FAQ (BGI 8617)



Zoneneinteilung – Hilfsmittel nicht Selbstzweck



Zonen – „Schlüsselwörter“

Ex- Atmosphäre	durch Gase/Dämpfe		durch Stäube
„häufig“	Zone 0	bzw.	Zone 20
„gelegentlich“	Zone 1	bzw.	Zone 21
„selten + „kurzzeitig“	Zone 2	bzw.	Zone 22

Zonen – Zündquellenvermeidung

Auftreten von g. e. A.

„ständig“, häufig“,
„langzeitig“
Störungen

„gelegentlich“

„selten“
+
„kurzzeitig“

Zündquellen vermeiden bei

regulärem Betrieb
+ typischen + seltenen

regulärem Betrieb
+ typischen Störungen

regulärem Betrieb

Rechtsstellung der Beispielsammlung

Inbezugnahme in den Technischen Regeln zur Betriebssicherheit:

TRBS 2152 Teil 2 Anhang



2 Erkenntnisquellen für die Zoneneinstufung

„Für bestimmte Anwendungsfälle kann die Beispielsammlung der BG Chemie als Erkenntnisquelle für die Einstufung explosionsgefährdeter Bereiche in Zonen herangezogen werden.“

Anwendbarkeit der Beispielsammlung

Vorbemerkungen zur Beispielsammlung

Entscheidungshilfe

→ Art und Umfang der Schutzmaßnahmen

- immer untersuchen,
Auftreten von Ex-Atmosphäre (Menge und Wahrscheinlichkeit)
↔ **Sachverhalt**, der dem Beispiel zugrunde liegt
- **Abweichungen** von den Voraussetzungen
→ Änderungen der Zone bzw. deren Ausdehnung möglich
- genannte **Ausdehnungen der Zonen**
→ nur bei optimaler Anwendung der aufgeführten Maßnahmen
u. a. technische Lüftung (Raumlüftung) !

Normalbetrieb

- Betrieb der Anlage
- An- und Abfahren
- Freisetzung bei betriebsüblichen Störungen (z. B. Sackabriss)
- regelmäßig wiederkehrende Reinigung der Anlage
- häufige o. gelegentliche Inspektion, Wartung u. Überprüfung
- Freisetzung geringer Mengen beim laufenden Betrieb (z. B. aus benetzten Dichtungen)

nicht Normalbetrieb, aber Ex-Schutz-Maßnahmen erforderlich, z. B.:

- Instandsetzung nach unplanmäßiger Abschaltung
- Eingriff in technisch dichte Anlage mit möglichem Auftreten von g. e. A.
- einmaliges Durchfahren des Ex-Bereichs im Inneren eines Flüssiggas-Lagerbehälters bei der erstmaligen Befüllung

Systematik der blauen Beispielsammlung

1. Brennbare Gase
2. Brennbare Flüssigkeiten
3. Brennbare Stäube
4. Spezielle Anlagen
5. Hinweise auf weitere Beispiele in Regeln, ...
die mit dem FA Chemie, SG Explosionsschutz
abgestimmt sind

Aufbau der Beispiele

1. Brennbare Gase, Dämpfe, Nebel

1. Umgebung geschlossener Apparaturen ... Allgemeines

1. In Räumen

- a) Bildung von g. e. A. nicht zu erwarten
- b) Auftreten von g. e. A. nur selten und kurzzeitig
- c) Auftreten von g. e. A. ist gelegentlich möglich
 - c1) ... [Varianten]

2. Im Freien

2. Fallbeispiele – möglichst praxisnahe Varianten der Umsetzung der grundlegenden Beispiele [...]

3. Inneres von Apparaturen ...

**Grund-
legende
Bei-
spiele**

**Fall-
bei-
spiele**

Lagern brennbarer Flüssigkeiten

Beispielsammlung

2.2.7 Läger

2.2.8 Lagern im Sicherheitsschrank






Schutzmaßnahmen vgl. auch TRbF 20 „Läger“ Anhang L

Zoneneinteilung differenziert nach

Rahmenbedingungen und Schutzmaßnahmen
(technisch u. organisatorisch)

Zonen bei Abfüllen aus einem 200-l-Fass

s. a. TRbF 20 und TRbF 30

Varianten				
Abfüllmenge	Natürliche Lüftung	Raumlüftung	Objektabsaugung	Raumlüftung + Objektabsaugung
< 50 l/h	Variante 1 			
50 l/h – 200 l/h	Variante 2 		Variante 4 	
> 200 l/h	TRbF 30: nicht zulässig	Variante 3 	TRbF 30: nicht zulässig	Variante 5 

Leergebinde von brennbaren Flüssigkeiten

Das Innere ist kein EX-Bereich, wenn

der **Flammpunkt** des Fassinhalts über 35 °C (reine Flüssigkeit)
bzw. über 45 °C (Gemische) liegt

und der Fassinhalt **nicht über 30 °C erwärmt** wird.

Sonst sind Leergebinde mindestens genauso gefährlich wie volle Gebinde:

In einem 200 Liter-Fass reichen z. B. ca. 5 g Benzin zur Bildung einer gefahrdrohenden Menge von Ex-Atmosphäre aus.



Abstellräume für entleerte ungereinigte Fässer:

Zone 1

bei ausreichender technischer Belüftung:

Zone 2

ggf. Regelung wie bei Lägern

Umgang mit entleerten Gebinden vgl. auch: „Fassmerkblatt“ (BGI 535)

Laboratorien

Beispielsammlung

2.2.6 Laboratorien

**Voraussetzung: Arbeiten nach
„Labor-Richtlinie“ (BGR 120, TRGS 526)**



a) Umgang mit brennbaren Flüssigkeiten
in laborüblichen Mengen (im Abzug) => **keine Zone**

b) nicht laborübliche Menge, z. B. Rotationsverdampfer
im Abzug mit 10 Liter brennbarer Flüssigkeit
oberhalb des Flammpunkts => **Zone 2 im Abzug**

*größere Anlagen außerhalb laborüblicher Menge
=> Technikumscharakter*

Schutzmaßnahmen

s. Beispiel-Sammlung „2 Brennbare Flüssigkeiten“

Zoneneinteilung bei Staub

Schichten, Ablagerungen und Anhäufungen von brennbarem Staub

sind wie jede andere Ursache, die zur Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre führen kann,

zu berücksichtigen.

Zoneneinteilung in der Umgebung staubführender Anlagen

Die Freisetzung von Staub

- wie oft? wie lange? welche Menge?

und die Frage

Wie schnell werden die Staubablagerungen erkannt und beseitigt (Reinigungsregime)?

entscheiden wesentlich
über die erforderliche Zoneneinteilung

Abscheider / Filter

ROHGAS-RAUM:

Konzentration des erfassten, abzuscheidenden Staubs liegt
betriebsmäßig **überwiegend im Ex-Bereich** **Zone 20**
oder regelmäßiges **Abreinigen** erfolgt **häufig** **Zone 20**

betriebsmäßig **nicht im Ex-Bereich** und
das **Abreinigen** des Filtermediums erfolgt
nur gelegentlich **Zone 21**

Kann der Eintrag von **Zündquellen** (z. B. Glimmnester, Funken) oder
Selbstentzündung im Abscheider **nicht sicher ausgeschlossen** werden

→ **konstruktive Ex-Schutzmaßnahmen erforderlich**

Maßnahme Inertisierung:

wenn **g. e. A. sicher verhindert** **keine Zone ...**

aber auch bei Inertisierung ist evtl. eine Entzündung abgelagerten Staubs möglich!

Abscheider / Filter

REINGAS-RAUM:

Im **Rohgas-Raum** betriebsmäßig überwiegend Staubkonzentration im **Ex-Bereich**.

In Folge einer **Filterstörung**, die nicht sofort beseitigt wird,
kann **g. e. A. auf REINLUFT-Seite** gelangen **Zone 21**

Filterstörung wird **kurzfristig erkannt und beseitigt** **Zone 22**

betriebsmäßig **Rohgas-Raum nicht im Ex-Bereich**
bei **Filterdurchbruch**

→ auf **REINLUFT-Seite nur kurzzeitig g. e. A.** **Zone 22**

durch nachgeschalteten Sicherheitsfilter wird Filterdurchbruch erkannt
und **g. e. A. im REINGAS-RAUM verhindert**
oder Filterdurchbruch konstruktiv nicht möglich **keine Zone**

Gasflaschen mit Brenngasen

Beispielsammlung

1.2.1 Druckgasflaschen mit Gasen leichter als Luft

1.2.2 Flüssiggasflaschen

Beim Flaschenwechsel kommt es betriebsbedingt kurzzeitig zum Gasaustritt.

Vorausgesetzt wird:

Nach jedem Flaschenwechsel erfolgt eine Dichtheitsprüfung z. B. mit schaubildenden Mitteln unter Betriebsdruck!

Weitere mit dem FA abgestimmte Beispiele ... (1)

Lfd.-Nr.:	Kurztitel	Vorschriften-Nr.:
5	Hinweise auf weitere Beispiele in Regeln, Merkblättern und Informationen, die hinsichtlich des Explosionsschutzes mit dem Fachausschuss „Chemie“, Sachgebiet „Explosionsschutz,“ abgestimmt sind	
5.1	Beispielsammlung Explosionsschutzmaßnahmen bei der Arbeit auf und in Deponien	Bundesverband der Unfallkassen (GUV-I 842)
5.2	Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten „ Läger “	TRbF 20
5.3	Fassmerkblatt „Umgang mit entleerten gebrauchten Gebinden“	Merkblatt der BG Chemie T 005 BGI 535
5.4	Sicherheitsregeln für landwirtschaftliche Biogasanlagen	Arbeitsblatt für den Technischen Aufsichtsdienst Nr. 69 des Bundesverbandes der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften e.V.
5.5	Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten „ Füllstellen, Entleerstellen und Flugfeldbetankungsstellen“	TRbF 30
5.6	Elektrostatisches Beschichten	BGI 764
5.7	Lackierräume und Einrichtungen; Bauliche Einrichtungen, Brand- und Explosionsschutz, Betrieb	BGI 740

Weitere mit dem FA abgestimmte Beispiele ... (2)

Lfd.-Nr.:	Kurztitel	Vorschriften-Nr.:
5.8	Beispielsammlung Explosionsschutzmaßnahmen bei der Arbeit im Bereich von abwassertechnischen Anlagen	Bundesverband der Unfallkassen (GUV-I 8594)
5.9	Batterieladeanlagen für Flurförderzeuge	Sonderdruck der Grola BG, Bestell-Nr. FA2
5.10	Gasverdichteranlagen	DVGW Arbeitsblatt G 497
5.11	Sicherheitstechn. Hinweise über d. Verwenden von Aluminiumpulver, -pellets u. -pasten bei der Herstellung von Porenbeton	BGI 626
5.12	Kaltreiniger	Merkblatt der BG Chemie M 043 BGI 880
5.13	Warmlagerung von Bitumen	Merkblatt der BG Chemie T 037 BGI 5041
5.14	Explosionsgefährdete Bereiche an Ausblaseöffnungen von Leitungen zur Atmosphäre an Gasanlagen	Berufsgenossenschaft der Gas-, Fernwärme- und Wasserwirtschaft; DVGW-Regelwerk Technische Mitteilung Hinweis G 442
5.15	Lösemittel	Merkblatt der BG Chemie M 017 BGI 621
5.16	Vermeiden von Staubbränden u. -explosionen beim Schleifen, Bürsten und Polieren von Aluminium	BGR 109
5.17	Ladeeinrichtungen für Fahrzeugbatterien	BGI 5017
5.18	Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern	TRGS 507

Beschichtungs-/Klebearbeiten



TRGS 507 (März 2009)

„Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern“

- Reinigen
- Aufbringen von Beschichtungen
- Klebetätigkeiten

- enge Räume, ...
- luftaustauscharme Bereiche
→ besondere Gefährdung

Einmalige, zeitlich eng begrenzte Tätigkeiten

Werden Tätigkeiten an einem Ort nur **einmalig** durchgeführt (z. B. Beschichtung eines Tanks) und muss dabei mit der Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre gerechnet werden,

ist eine **Gefährdungsbeurteilung** und die Festlegung geeigneter **Explosionsschutz-Maßnahmen** erforderlich.

Zur Dokumentation gehört auch die schriftliche **Arbeitsanweisung** (TRGS 507: Erlaubnisschein).

Die Ausweisung von explosionsgefährdeten Bereichen und deren **Einteilung in Zonen ist aber nicht sinnvoll.**

Teilereinigung – Zoneneinteilung

Anhang 5 der BGI 880 „Kaltreiniger“

Beispiele zur Beurteilung der Explosionsgefahr außerhalb von Reinigungseinrichtungen mit organischen Lösemitteln



Ausführungsbeispiele als Entscheidungshilfe bei der Auswahl von Schutzmaßnahmen für die Vermeidung von Explosionsgefahren:

Beurteilung → auf Einzelfall beziehen

Explosionsgefahr im Inneren von Reinigungseinrichtungen (Konzepte in DIN EN 12921)

Explosionsschutzportal der BG Chemie

www.exinfo.de

- Dokumente
- Liste der geprüften Gaswarngeräte
- Wissen (Forschung, Unfälle, Datenbanken, FAQ, Merkblätter, Literatur)
- Videodownload
- Veranstaltungen
- Exinfo-Newsletter