

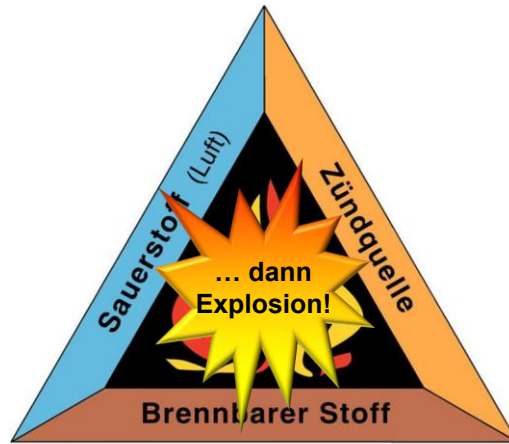
Brand- und Explosionsdreieck

Ist der brennbare Stoff feinverteilt, z. B. als:

- Gas
- Dampf
- Nebel (Aerosole)
- brennbarer Staub ...

und

befindet sich das Gemisch im Bereich zwischen unterer und oberer Explosionsgrenze ...



ID 070820

5

Eigenschaften von Sauerstoff

Der Sauerstoffanteil der Luft ist nicht wahrnehmbar:

- man sieht ihn nicht
- man riecht ihn nicht
- man schmeckt ihn nicht

Erhöhter Sauerstoffanteil in der Luft:

- erleichtert das Entzünden
- beschleunigt den Verbrennungsvorgang
- steigert die Verbrennungstemperatur



ID 015011

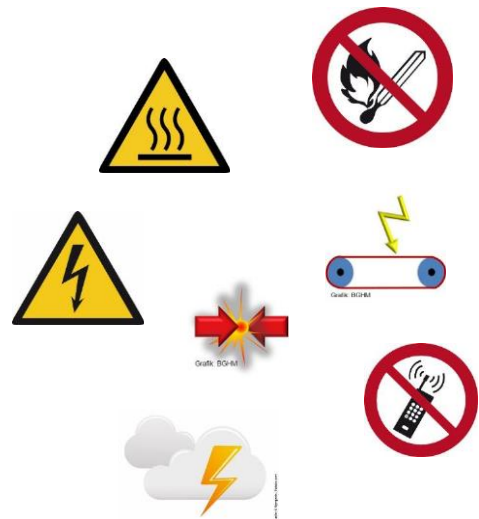
6

Zündquellen

Zündquellen werden in folgende Arten eingeteilt:

- heiße Oberflächen
- Flammen und heiße Gase
- mechanisch erzeugte Funken
- elektrische Funken
- statische Elektrizität
- Blitzschlag
- elektromagnetische Strahlung
- chemische Reaktionen
- ...


TRGS 723



ID 064081

7

Brandklassen nach DIN EN 2

Brandklasse	Beschreibung	Beispiele
 A	Brände fester Stoffe / Glutbildung	Holz, Papier, ...
 B	Brände flüssiger oder flüssig werdender Stoffe	Benzin, Alkohol, Teer, Wachs, ...
 C	Gasbrände	Wasserstoff, Erdgas, Acetylen, ...
 D	Metallbrände	Magnesium, Natrium, Legierungen, ...
 F	Fettbrände in Küchen	Speiseöle und Speisefette, ...

ID 050372

8

Gasbrandbekämpfung - Allgemein

- **Gasabspernung in die Wege leiten**
- Gefahrenzone festlegen und absperren
- Minimum an Einsatzkräften
- Gefährdete Personen aus der Gefahrenzone bringen
- Zündquellen in der Gefahrenzone beseitigen
- Brandschutz aufbauen (Wasser, Löschpulver) und Sekundärbrände löschen



Hinweis: Mehr Informationen in [Abschnitt des Sicherheitsdatenblattes](#) „Maßnahmen zur Brandbekämpfung“

ID 051258

9

Maßnahmen bei Wasserstoffaustritt mit Brand

„brennendes Gas = kontrolliertes Gas“



**Entschluss
„brennen lassen“**



**Entschluss
„ablöschen“**

**! Sehr große Entzündungsgefahr und
Explosionsgefahr bei anhaltendem Austritt !**

ID 051262

10

Explosionsgrenzen



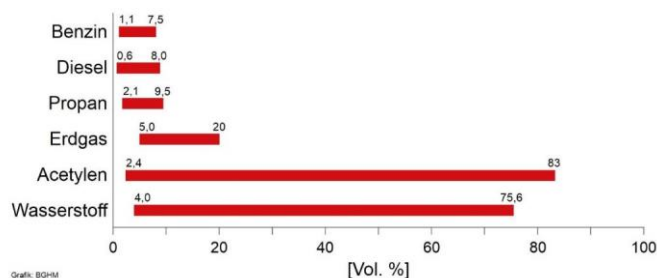
UEG = untere Explosionsgrenze:
Niedrigste Konzentration eines Stoffes mit dem Sauerstoff der Luft, bei der eine Explosion möglich ist

OEG = obere Explosionsgrenze:
Höchste Konzentration eines Stoffes mit dem Sauerstoff der Luft, bei der eine Explosion möglich ist

ID 012150b

15

Explosionsgrenzen



UE = untere Explosionsgrenze:
Niedrigste Konzentration eines Dampfes, Gases, bei der eine Explosion möglich

OE = obere Explosionsgrenze:
Höchste Konzentration eines Dampfes, Gases, bei der noch eine Explosion möglich

ID 015864a

16

Prinzip des integrierten Explosionsschutzes

GefStoffV richtet sich an den Arbeitgeber:

Fordert im § 11 besondere Schutzmaßnahmen insbesondere gegen Brand- und Explosionsgefahren

Es ist nachstehende Rangordnung zu beachten:

- Gefährliche Mengen ... sind zu vermeiden,
- Zündquellen sind zu vermeiden,
- Gesundheitsschädliche Auswirkungen durch Brände oder Explosionen sind zu verringern.

ID 019641

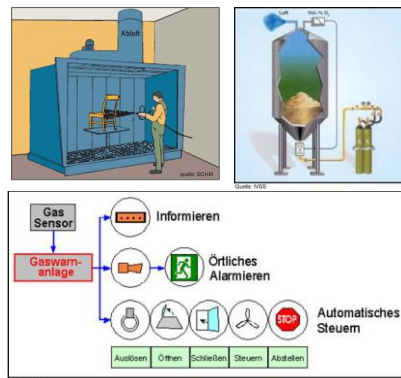
18

Primäre Explosionsschutzmaßnahmen

TRGS 722

Verhinderung oder Einschränkung der Bildung explosionsgefährlicher Atmosphäre

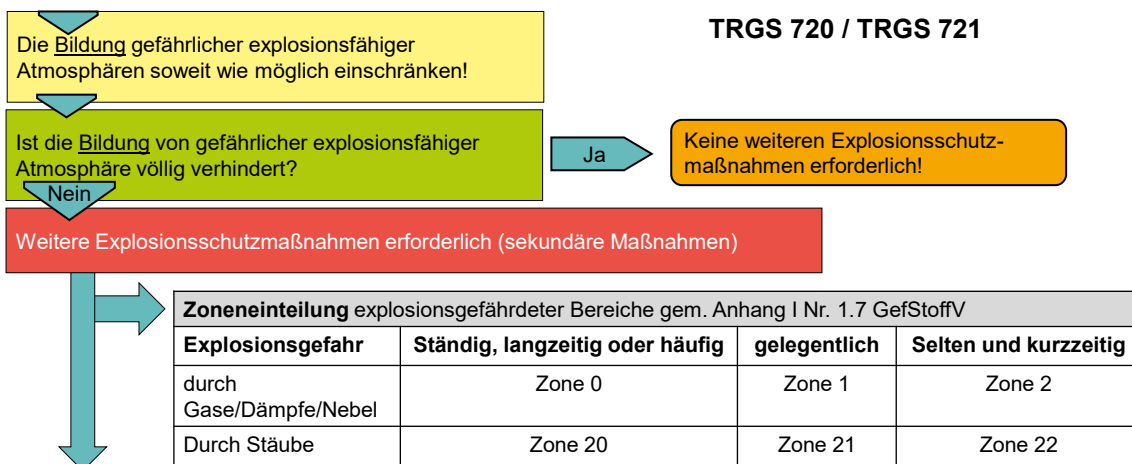
1. Ersatz von Brennstoffen
2. Konzentrationsbegrenzung
3. Lüftung
4. Inertisierung
5. Gaswarnanlage
6. Dichtheit von Apparaturen
7. ...



ID 018669

22

Beurteilung der Explosionsgefährdung



ID 017784a

23

Zoneneinteilung für Gase, Dämpfe, Nebel

Nach Anh. I Nr. 1.7 GefStoffV:

Zone	Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre	Vermeidung von Zündquellen, die...
0	Ständig, langfristig oder häufig	<ul style="list-style-type: none"> • Ständig oder häufig, • Gelegentlich oder • Selten auftreten
1	gelegentlich	<ul style="list-style-type: none"> • Ständig oder häufig oder • Gelegentlich auftreten
2	Selten und kurzzeitig	<ul style="list-style-type: none"> • Ständig oder häufig auftreten

ID 051504

24

Mindestvorschriften für Geräte

Nr. 1.8 (3) Anhang I GefStoffV

Zone	Gerätekategorie*	Anforderungen an das Sicherheitsniveau
0	II 1G	Sicherheit muss auch bei selten auftretenden Betriebsstörungen gewährleistet sein
20	II 1D	
1	II 2G	Sicherheit muss bei häufig auftretenden Gerätestörungen bzw. üblicherweise zu erwartenden Fehlerzuständen gewährleistet sein
21	II 2D	
2	II 3G	Arbeitsmittel darf bei Normalbetrieb nicht als Zündquelle wirken
22	II 3D	

* gemäß ATEX Richtlinie 2014/34/EU

ID 036282

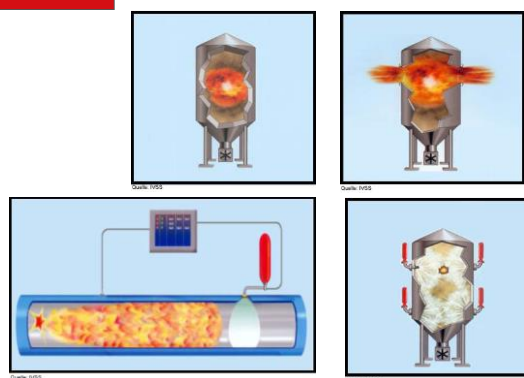
26

Konstruktive Explosionsschutzmaßnahmen

Konstruktive Maßnahmen zur Reduzierung der Explosionsauswirkungen

- Explosionsdruckfeste Bauweise
- Explosionsdruckentlastung
- Explosionsunterdrückung
- Vermeidung der Flammen- und Explosionsübertragung

TRGS 724



ID 123456

27

Hinweise zum Explosionsschutz

- TRGS 720 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (G. e. A.) – Allgemein“
- TRGS 721 „G. e. A. Beurteilung der Explosionsgefahr“
- TRGS 722 „Vermeiden von g. e. A.“
- TRGS 723 „Zündquellenvermeidung“
- TRGS 724 „Konstruktiver Explosionsschutz“
- TRGS 725 „Prozessleittechnik“
- TRGS 727 „Statische Elektrizität“
- TRBS 1112 Teil 1 „Instandhaltung“
- DGUV Info 213-106 „Explosionsschutzdokument & Organisatorische Maßnahmen“
- DGUV Regel 113-001 Anlage 4 „Beispielsammlung zur Zoneneinteilung“
- www.bgrci.de/exinfo/ „Explosionsschutzportal der BG RCI“

ID 051506

28

Explosionsschutzdokument - Inhalt

Aus dem Ex-Schutzdokument muss hervorgehen:

1. Die Bezeichnung des beurteilten Objektes bzw. des Betrachtungsfeldes
2. Das Bearbeitungsdatum
3. Der Bearbeiter und die verantwortliche Person
4. Die örtlichen und betrieblichen Verhältnisse
5. Stoffe und Mengen, deren Freisetzung den Explosionsschutz erfordern
6. Gefahrmindernde bzw. -erhöhende Einflüsse

ID 018687

33

Explosionsschutzdokument - Inhalt

Aus dem Ex-Schutzdokument muss hervorgehen:

7. Die Ermittlung und Bewertung der Explosionsgefährdung
8. Darlegung eines Explosionsschutzkonzeptes
9. ob und welche Bereiche in Zonen eingeteilt wurden
10. für welche Bereiche Explosionsschutzmaßnahmen getroffen wurden
11. Zusammenarbeit verschiedener Firmen und Umsetzung
12. Überprüfungen und Prüfungen Explosionsschutz

ID 018688

34

Prüfungen nach BetrSichV

Prüfvorschriften für Verwendung von überwachungsbedürftigen Anlagen

- § 15 BetrSichV: **Prüfung vor Inbetriebnahme** und vor Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen
- § 16 BetrSichV: **Wiederkehrende Prüfung**

Hinweis: Aufzeichnungen und Prüfbescheinigungen sind während der gesamten Verwendungsdauer am Betriebsort der überwachungsbedürftigen Anlage aufzubewahren und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen (§ 17 BetrSichV).

ID 053210

36

Prüfungen: Explosionsgefährdungen

- BetrSichV Anhang 2 Abschnitt 3: Explosionsgefährdungen
 - Anwendungsbereich:
Arbeitsmittel und Maßnahmen in explosionsgefährdeten Bereichen
- Prüfung vor Inbetriebnahme, nach prüfpflichtigen Änderungen und nach Instandsetzung
- Wiederkehrende Prüfungen
 - Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen → **mind. alle 6 Jahre**
 - Geräte im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU → **mind. alle 3 Jahre**
 - Lüftungsanlagen, Gaswarneinrichtungen, Inertisierungseinrichtungen → **jährlich**

ID 053268