

Anforderungen an das Explosionsschutzdokument nach §6 BetrSichV

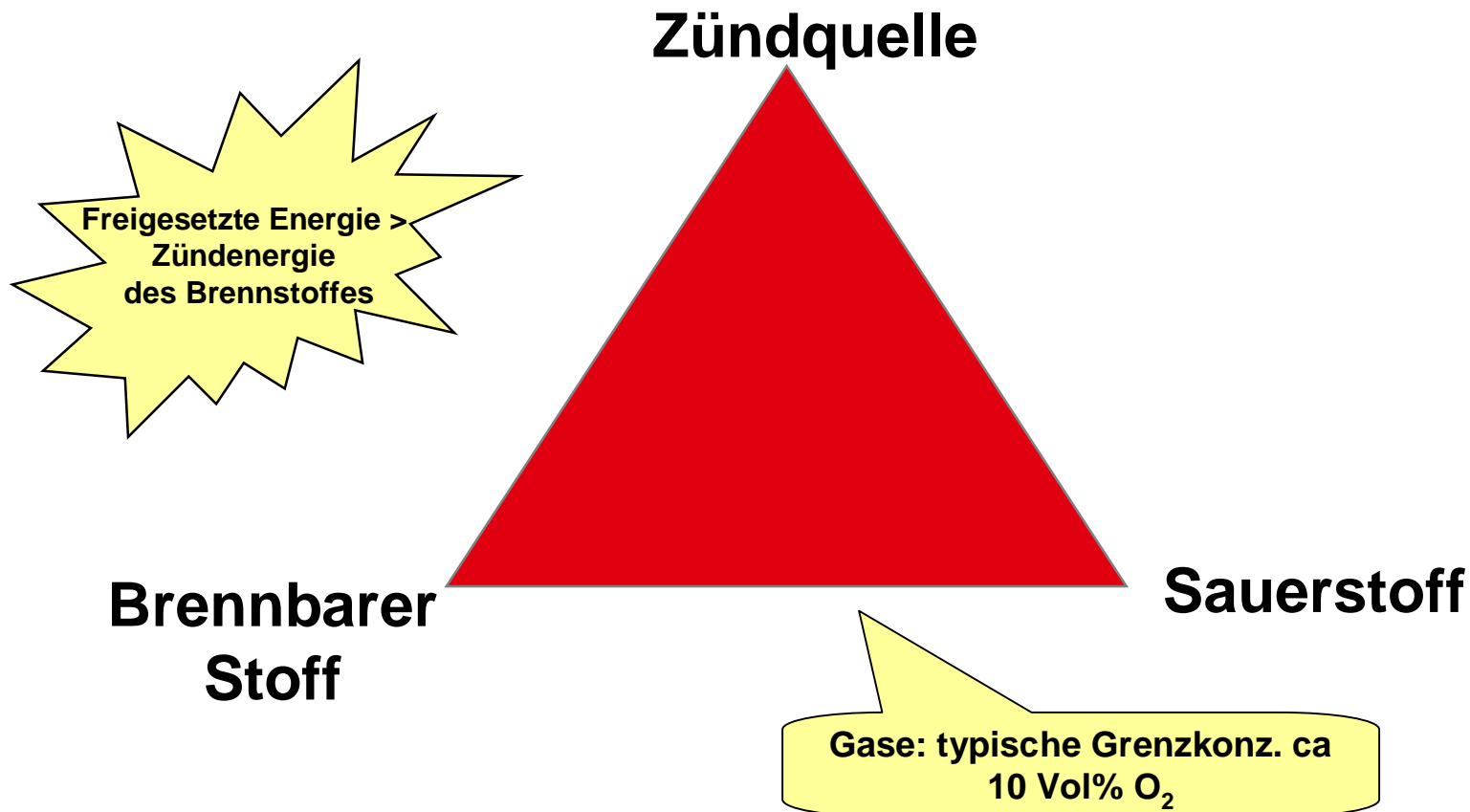
Dipl. Ing. Rainer Scholl
Henkel AG & Co. KGaA

Agenda

- **Physikalische Grundlagen**
 - Das Explosionsdreieck
 - Kenngrößen von Stoffen zur Beurteilung der Ex- Gefahr
 - Zündquellen
- **Gesetzliche Anforderungen**
 - Pflichten des Unternehmers
 - Gefährdungsbeurteilung im Ex- Schutz
 - Zoneneinteilung
- **Schutzkonzepte**
 - Vermeiden einer gefährlichenexplosionsfähigen Atmosphäre (geA)
 - Vermeiden wirksamer Zündquellen
 - Beschränken der Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß
- **Umsetzung im Betrieb**
 - Kennzeichnung explosionsgefährdeter Bereiche
 - Instandhaltung, Reinigung und Aufsicht
 - Unterweisungen
 - Zusammenfassung der organisatorischen Maßnahmen
- **Aufbau des ESD**

Physikalische Grundlagen

Das Explosionsdreieck

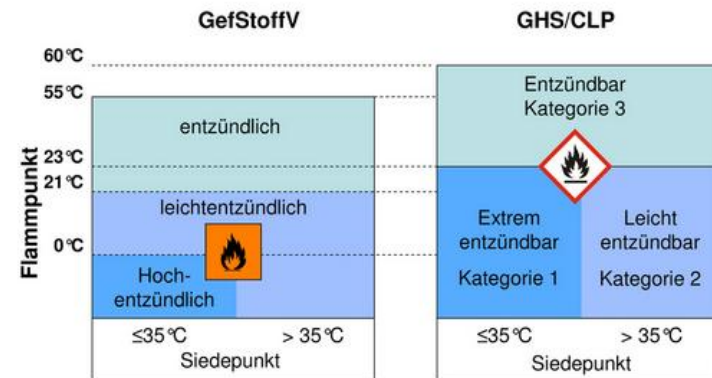


Physikalische Grundlagen

Kenngrößen zur Beurteilung der Explosionsgefahr

- **brennbare Flüssigkeiten/ Gasen**

- Flammpunkt (Flüssigkeiten)
- Untere/ obere Explosionsgrenze
- Dichteverhältnis zu Luft
- Zündtemperatur (Temperaturklasse)
- Explosionsgruppe
- Sauerstoff- Grenzkonzentration



- **brennbare Stäube**

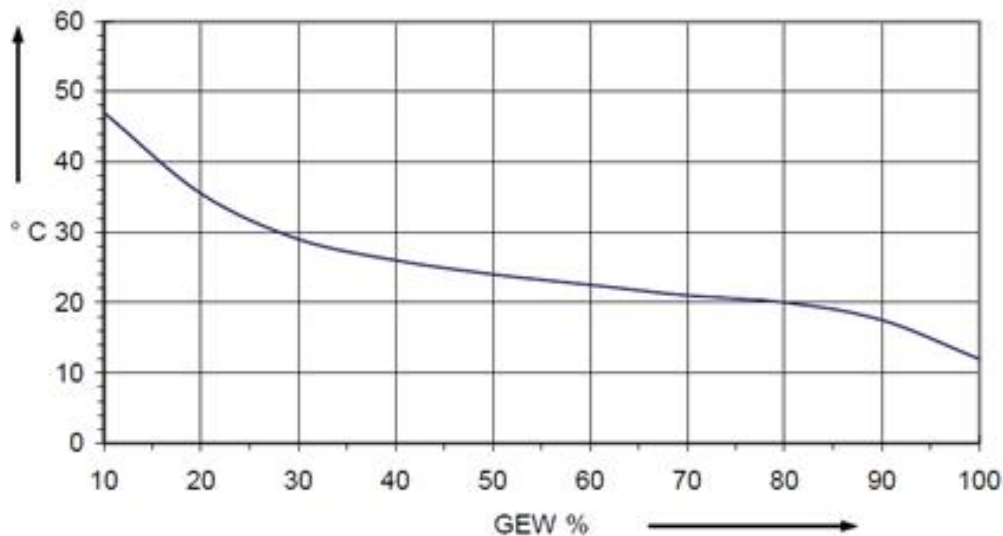
- Mindestzündenergie
- Mindestzündtemperatur einer Staubwolke sowie Glimmtemperatur (Staubschicht)
- Korngrößenverteilung (Feinanteil)
- untere Explosionsgrenze

- Sicherheitsdatenblatt
- GESTIS
- CHEMSAFE
- Narbert,/ Schön/ Redeker
Sicherheitstechnische Kenngrößen
brennbarer Gase und Dämpfe“

Physikalische Grundlagen

Der Flammpunkt als wichtige Kenngröße zur Gefährdungsbeurteilung (brennbare Flüssigkeiten)

Als **Flammpunkt** bezeichnet man die Temperatur, bei der die Flüssigkeit soviel Dämpfe zu entwickeln beginnt, dass sie mit einer Zündquelle zur Entflammung gebracht werden kann.



Ethanol: Flammpunkt in Anhängigkeit von der Konzentration

Physikalische Grundlagen

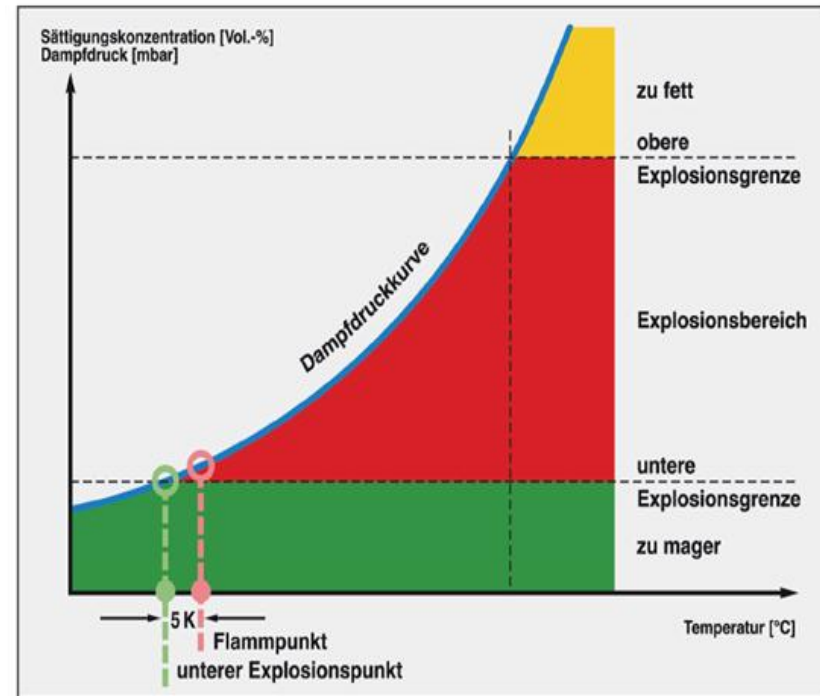
Weitere wichtige Kenngrößen brennbarer Flüssigkeiten

Untere Explosionsgrenze (UEG):

unterste Konzentration, bei der ein Gas- Luft-Gemisch gerade noch gezündet werden kann. Darunter: „zu mageres Gemisch“

Obere Explosionsgrenze (OEG):

die Konzentration, oberhalb der eine Explosion eines Gas- Luft-Gemisches nicht mehr möglich ist. Darüber: „zu fettes Gemisch“



Video

Physikalische Grundlagen

Weitere wichtige Kenngrößen brennbarer Stoffe

Zündtemperatur: Niedrigste Temperatur, bei der ein Stoff ohne äußere Energiezufuhr an einer heißen Oberfläche gerade entzündet werden kann (z.B. Elektromotoren, Abdichtung eines Rührers)

Mindestzündenergie (MZE): kleinste Energie, die ausreicht, das zündwilligste Gemisch (Gas/ Luft oder Staub/ Luft) zu entzünden.

Normspaltweite: beschreibt das Zünddurchschlagsvermögen eines explosionsfähigen Gemisches, dient zur Auslegung z.B. von flammendurchschlagssicherern Geräten.

Physikalische Grundlagen

Sicherheitstechnische Kenngrößen für Ethanol

Siedepunkt	78°C
relative Dichte (Luft = 1)	1,59
Flammpunkt	12°C
Untere Explosionsgrenze (UEG)	3,1 Vol.-% (59 g/m ³)
Obere Explosionsgrenze (OEG)	27,7 Vol.-% (531 g/m ³)
Zündtemperatur	400 °C
Temperaturklasse	T2
Mindestzündenergie (MZE)	< 0,3 mJ
Dampfdruck/	58 mbar/112 g/m ³ (bei 20°C)
Sättigungskonzentration in Luft	100 mbar/183 g/m ³ (bei 30°C) 293 mbar/480 g/m ³ (bei 50°C)
Verdunstungszahl	8,3
Leitfähigkeit bei 25°C:	1,35 · 10 ⁻⁷ S/m (hohe Leitfähigkeit)
Normspaltweite	0,89 mm (bei 30°C)
Sauerstoffgrenzkonzentration	8,5 Vol.-% (bei 20°C) 8,1 Vol.-% (bei 100°C)
Geruchsschwelle	93 ppm (178 mg/m ³)

Physikalische Grundlagen

Zündquellen

nach DIN EN 1127-1

- Es sind 13 Zündquellen- Arten zu bewerten, insbesondere
 - heiße Oberflächen
 - Flammen & heiße Gase
 - mechanisch erzeugte Funken
 - elektrische Anlagen
 - statische Elektrizität
 - Blitzschlag
- *Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung klären:
Welche der Zündquelle sind zündwirksam?*
Dies ist abhängig von
Energie (Zündquelle) ⇔ Zündempfindlichkeit des brennbaren Stoffes

Physikalische Grundlagen

Zündquellen

	Typische Zündquellen
Heiße Oberflächen	Heizeinrichtungen, elektrische Betriebsmittel, Betriebsstörungen
Flammen und heiße Gase	i.d.R. prozessbedingt oder bei Heißenarbeiten Anmerkung: wirksamste Zündquellen aufgrund der Hitze der Flamme (>1000°C)
Mechanisch erzeugte Funken	Teilchen mit erhöhter Temperatur (Freisetzung durch Schlag-, Schleif-, und Reibprozessen) Anmerkung: Zündgefahr insbesondere, wenn mehrere Funken gleichzeitig entstehen
Elektrische Anlagen	Mangelhafte Ausführung des elektrischen Ex- Schutzes; Kurzschlüsse Anmerkung: Verschiedene Zündschutz- und Gehäuseschutzarten

Physikalische Grundlagen

Zündquellen

	Typische Zündquellen
Statische Elektrizität	<p>Entladung von aufgeladenen, nicht geerdeten leitfähigen Teilen oder von Personen mit isolierendem Schuhwerk</p> <p>Büschel- Entladungen & evt. auch Gleitstielbüschel-Entladungen möglich (z.B bei schnellen Trennvorgängen)</p>
Blitzschlag	Ist als Zündquelle auszuschließen, sofern eine funktionsfähige Blitzschutzanlage vorhanden ist

Agenda

- **Physikalische Grundlagen**
 - Das Explosionsdreieck
 - Kenngrößen von Stoffen zur Beurteilung der Ex- Gefahr
 - Zündquellen
- **Gesetzliche Anforderungen**
 - Pflichten des Unternehmers
 - Gefährdungsbeurteilung im Ex- Schutz
 - Zoneneinteilung
- **Schutzkonzepte**
 - Vermeiden einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre (geA)
 - Vermeiden wirksamer Zündquellen
 - Beschränken der Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß
- **Umsetzung im Betrieb**
 - Kennzeichnung explosionsgefährdeter Bereiche
 - Instandhaltung, Reinigung und Aufsicht
 - Unterweisungen
 - Zusammenfassung der organisatorischen Maßnahmen
- **Aufbau des ESD**

Gesetzliche Anforderungen

Pflichten des Unternehmers

- Der Unternehmer hat sicherzustellen, dass ein ESD erstellt wird:
 - Ermitteln und Bewerten der Ex- Gefährdungen
 - Nachweis, dass Schutzvorkehrungen angemessen sind.
 - Das ESD wird vor Aufnahme der Arbeit erstellt und ist aktuell zu halten.
- Unterweisungen:
 - Die Beschäftigten hinsichtlich der Ex- Gefahren und der Schutzmaßnahmen (wiederholt) unterweisen
- Erforderliche Betriebsanweisungen schreiben
- Ex- Bereiche an den Zugängen kennzeichnen
- Ex- Zonenplan aushängen



Gesetzliche Anforderungen

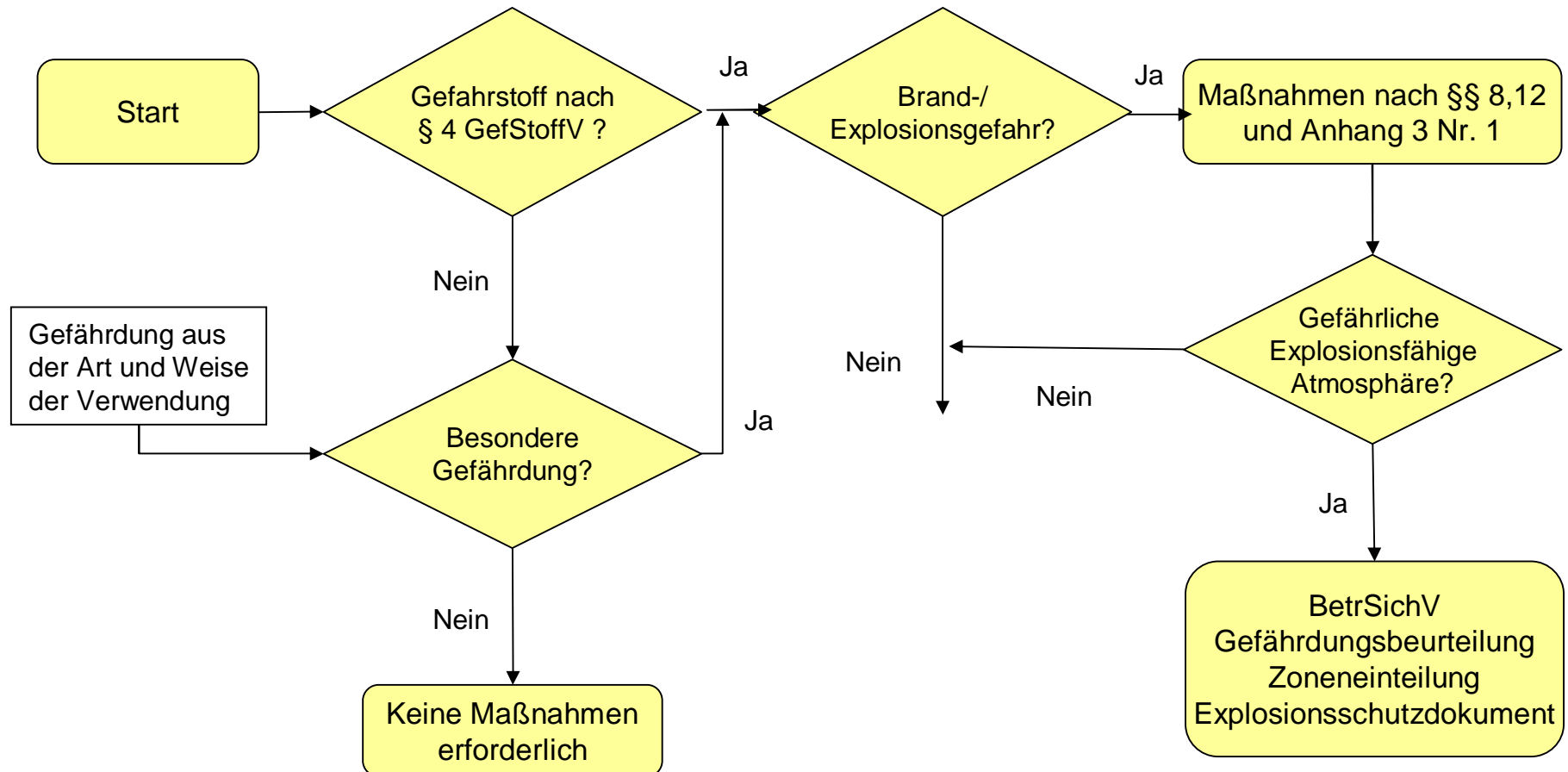
Gefährdungsbeurteilung im Ex- Schutz

1. Kann im Bereich der zu beurteilenden Anlage oder im Innern von Apparaturen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten?
 - Sind im Betrieb brennbare Stoffe fein verteilt vorhanden?
 - Wo genau? Im Innern oder in der Umgebung von Apparaten?
 - Sind die zu erwartenden Mengen gefahrdrohend?
2. Sind Zündquellen vorhanden? Sind diese zündwirksam?

Video

Gesetzliche Anforderungen

Gefährdungsbeurteilung im Ex- Schutz



Gesetzliche Anforderungen

Zoneneinteilung

Zone: Art, Ausdehnung und Häufigkeit einer gefährlichen Explosionsfähigen Atmosphäre (geA)

- Inneres der Apparatur
- Umgebung der Apparatur

Siehe
Beispielsammlung
der BG RCI

Zone	nach Häufigkeit und Dauer durch - ein Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln - eine Wolke eines „brennbaren Staubes in Luft“
0 - 20	Ein Bereich, in dem eine g.e.A. ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist (typisch: mehr als 50% der Betriebszeit)
1 - 21	Ein Bereich, bei dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine g.e.A. bilden kann.
2 - 22	Ein Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine g.e.A. normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt (typisch: weniger als 0,5 Stunden im Jahr)

Gesetzliche Anforderungen

Beispiele für Zonen

Zone 0	Im Innern von Behältern, Rohrleitungen, Apparaturen
Zone 1	<ul style="list-style-type: none">• in der näheren Umgebung von Zone 1• im Innern von Apparaten, in denen nur beim An-/Abfahren eine geA durchfahren wird• in der Nähe von Behälteröffnungen, Stutzen u.ä.• in der Nähe von Stopfbuchsen, z.B. an Pumpen und Schiebern
Zone 2	<ul style="list-style-type: none">• um Zonen 0 der 1

Agenda

- **Physikalische Grundlagen**
 - Das Explosionsdreieck
 - Kenngrößen von Stoffen zur Beurteilung der Ex- Gefahr
 - Zündquellen
- **Gesetzliche Anforderungen**
 - Pflichten des Unternehmers
 - Gefährdungsbeurteilung im Ex- Schutz
 - Zoneneinteilung
- **Schutzkonzepte**
 - Vermeiden einer gefährlichenexplosionsfähigen Atmosphäre (geA)
 - Vermeiden wirksamer Zündquellen
 - Beschränken der Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß
- **Umsetzung im Betrieb**
 - Kennzeichnung explosionsgefährdeter Bereiche
 - Instandhaltung, Reinigung und Aufsicht
 - Unterweisungen
 - Zusammenfassung der organisatorischen Maßnahmen
- **Aufbau des ESD**

Schutzkonzepte

Drei verschiedene Ansätze

1. Vermeiden einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre (geA)
2. Vermeiden wirksamer Zündquellen
3. Die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken (Konstruktiver Explosionsschutz)

Schutzkonzepte

„Vermeiden einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre (geA)“

- **Dichtheit**

- Anlagenteile gelten als auf Dauer technisch dicht, wenn sie aufgrund ihrer Konstruktion technisch dicht bleiben oder ihre technische Dichtheit durch Wartung und Überwachung ständig gewährleistet wird.
- Anlagen, die auf Dauer technisch dicht sind, verursachen durch ihre Bauart in ihre Umgebung im ungeöffneten Zustand keine explosionsgefährdeten Bereiche. (TRBS 2152-2)

- **Lüftung**

- Stärke (Luftwechselrate) hängt ab von den Freisetzungsmengen
- auf eine gute Luftführung achten

- **Inertisieren**

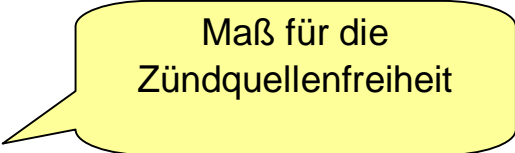
- typisch mit Stickstoff
- Unterschreiten der Sauerstoff- Grenzkonzentration

Schutzkonzepte

Vermeiden wirksamer Zündquellen

Anforderungen an Geräte & Schutzsysteme

- Basis ist das Zoning!
- In Zonen von Anlagen dürfen nur Geräte, Komponenten und Schutzsysteme eingesetzt werden, die der Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95) entsprechen.



Maß für die
Zündquellenfreiheit

- Die Geräte werden in verschiedene **Geräte Kategorien** unterteilt → Darstellung der sicherheitstechnischen Anforderungen für die Verwendung in einer bestimmten Zone.
- Altanlagen: Gefährdungsbeurteilung

Schutzkonzepte

Vermeiden wirksamer Zündquellen

Anforderungen an Geräte → Gerätekategorie

	Ex- Zone	Geräte kategorie
Gase Dämpfe	0	1G
	1	2G oder 1G
	2	3G oder 2G oder 1G
Stäube	20	1D
	21	2D oder 1D
	22	3D oder 2D oder 1D Leitfähige Stäube*: 2D oder 1D

Schutzkonzepte

Vermeiden wirksamer Zündquellen

Anforderungen an Geräte → Temperaturklassen

- Die max. Oberflächentemperatur eines Betriebsmittels muss kleiner sein als die Zündtemperatur.
- Um Betriebsmittel demnach auswählen zu können, gibt es die **T- Klassen T1 bis T6**. Entsprechend kann man die Gase nach ihrer Zündtemperatur diesen T- Klassen zuordnen.

Zu beachten z.B. bei Heizflächen oder Rührwerks- Abdichtungen

Temperaturklassen	Zündtemperaturbereich der Gemische	zulässige Oberflächentemperatur der elektrischen Betriebsmittel
T1	> 450 °C	450 °C
T2	> 300 ... ≥450 °C	300 °C
T3	> 200 ... ≥300 °C	200 °C
T4	> 135 ... ≥200 °C	135 °C
T5	> 100 ... ≥135 °C	100 °C
T6	> 85 ... ≥100 °C	85 °C

Schutzkonzepte

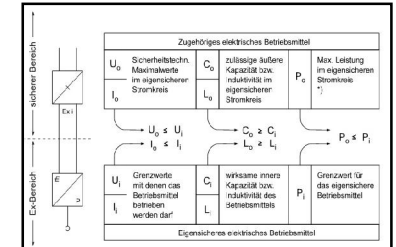
Vermeiden wirksamer Zündquellen

Anforderungen an Geräte → Explosionsgruppen

Zündfähigkeit/ Zünddurchschlagsvermögen eines Gemisches sind stoffabhängig. Man unterteilt deshalb die Gase und Dämpfe in die Explosionsgruppen **II A bis IIC**.



- druckfeste Kapselung → erforderliche Spaltabmessungen
- eigensichere Stromkreise → die max. zulässigen Strom- und Spannungswerte



Die Gefährlichkeit der Gase nimmt von **II A → II C** zu, entsprechend steigen die Anforderungen.

Betriebsmittel zugelassen für II C sind auch für IIB und II A einsetzbar.

Schutzkonzept

Sicherheitstechnische Kenngrößen für Ethanol

Siedepunkt	78°C
relative Dichte (Luft = 1)	1,59
Flammpunkt	12°C
Untere Explosionsgrenze (UEG)	3,1 Vol.-% (59 g/m ³)
Obere Explosionsgrenze (OEG)	27,7 Vol.-% (531 g/m ³)
Zündtemperatur	400 °C
Temperaturklasse	T2
Mindestzündenergie (MZE)	< 0,3 mJ
Dampfdruck/	58 mbar/112 g/m ³ (bei 20°C)
Sättigungskonzentration in Luft	100 mbar/183 g/m ³ (bei 30°C) 293 mbar/480 g/m ³ (bei 50°C)
Verdunstungszahl	8,3
Leitfähigkeit bei 25°C:	1,35 10 ⁻⁷ S/m (hohe Leitfähigkeit)
Normspaltweite	0,89 mm (bei 30°C)
Sauerstoffgrenzkonzentration	8,5 Vol.-% (bei 20°C) 8,1 Vol.-% (bei 100°C)
Geruchsschwelle	93 ppm (178 mg/m ³)

Agenda

- **Physikalische Grundlagen**
 - Das Explosionsdreieck
 - Kenngrößen von Stoffen zur Beurteilung der Ex- Gefahr
 - Zündquellen
- **Gesetzliche Anforderungen**
 - Pflichten des Unternehmers
 - Gefährdungsbeurteilung im Ex- Schutz
 - Zoneneinteilung
- **Schutzkonzepte**
 - Vermeiden einer gefährlichenexplosionsfähigen Atmosphäre (geA)
 - Vermeiden wirksamer Zündquellen
 - Beschränken der Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß
- **Umsetzung im Betrieb**
 - Kennzeichnung explosionsgefährdeter Bereiche
 - Instandhaltung, Reinigung und Aufsicht
 - Unterweisungen
 - Zusammenfassung der organisatorischen Maßnahmen
- **Aufbau des ESD**

Umsetzung im Betrieb

Kennzeichnung explosionsgefährdeter Bereiche

- Alle Zugänge zu explosionsgefährdeten Bereichen sind zu kennzeichnen.
- Des Weiteren sollen Verbotsschilder verwendet werden.



Umsetzung im Betrieb

Instandhaltung, Reinigung und Aufsicht

- Bei der **Instandhaltungsarbeit** können
 - explosionsfähige Atmosphären entstehen/ vorhanden sein.
 - Tätigkeiten erforderlich sein, die nicht im Explosionsschutzdokument berücksichtigt sind.
 - Schutzmaßnahmen:
 - Die zu bearbeitende Anlagenteile frei machen von brennbaren Stoffen.
 - Während der Arbeiten dürfen keine brennbaren Stoffe an den Arbeitsort gelangen.
 - Angrenzende Räume → ebenso Schutzmaßnahmen treffen
 - Werkzeuge
 - Ersatzteile ATEX- konform
- **Reinigung**
 - zur Verhinderung von explosionsgefährdeten Bereichen in der Umgebung von Anlagen.
- **Aufsicht**
 - Regelmäßige Kontrollgänge:
 - Dichtheit der Anlage/ Leckagen
 - Funktioniert die Lüftung
 - ...

Instandhaltung =
Inspektion (Prüfung),
Wartung und
Instandsetzung

Umsetzung im Betrieb

Unterweisungen

- Beschäftigte sind ausreichend und angemessen hinsichtlich des Ex-Schutzes zu unterweisen (jährlich)
 - mögliche Gefahren und Schutzmaßnahmen
 - Einen Verantwortlichen für die Unterweisung benennen.
 - Anlässe:
 - Bei der Einstellung (vor Arbeitsaufnahme!)
 - Einer Versetzung/ Veränderung des Aufgabenbereichs
 - Einführung/ Änderung von Arbeitsmitteln, Produkten und Verfahren
 - Einführung einer neuen Technologie
- Die Unterweisungspflicht gilt gleichermaßen auch für Fremdfirmen

Umsetzung im Betrieb

Zusammenfassung der organisatorischen Maßnahmen

- Schriftliche Anweisungen
- Arbeitsfreigaben (Freigabebeschein ins. bei Heiß- und Trennarbeiten)
- Fremdfirmenkoordination
 - Abstimmung bezüglich der zu treffenden Schutzmaßnahmen
 - Einbeziehung von benachbarten Anlagen und des laufenden Betriebes
- Kennzeichnung der Ex- Zonen
- Aufsicht
- Instandhaltung und Reinigung
- Erstmalige und wiederkehrende Prüfungen
- Unterweisung der Arbeitnehmer

Agenda

- **Physikalische Grundlagen**
 - Das Explosionsdreieck
 - Kenngrößen von Stoffen zur Beurteilung der Ex- Gefahr
 - Zündquellen
- **Gesetzliche Anforderungen**
 - Pflichten des Unternehmers
 - Gefährdungsbeurteilung im Ex- Schutz
 - Zoneneinteilung
- **Schutzkonzepte**
 - Vermeiden einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre (geA)
 - Vermeiden wirksamer Zündquellen
 - Beschränken der Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß
- **Umsetzung im Betrieb**
 - Kennzeichnung explosionsgefährdeter Bereiche
 - Instandhaltung, Reinigung und Aufsicht
 - Unterweisungen
 - Zusammenfassung der organisatorischen Maßnahmen
- **Aufbau des ESD**

Typischer Aufbau eines ESD's

1. Angabe des Betriebes/Betriebsteils/Arbeitsbereichs
➔ Anlage, Lager, Gebäude, Abfüllstelle
2. Verantwortlicher für den Betrieb/ Betriebsteil/ Arbeitsbereich,
Erstellungsdatum und Anhänge
3. Kurzbeschreibung der baulichen und geografischen Gegebenheiten
➔ Lageplan, Gebäudeplan, Aufstellungsplan, Gebäude- bzw.
Anlagenlüftung
4. Verfahrensbeschreibung
 - für den Explosionsschutz wesentliche Verfahrensparameter
 - verfahrenstechnische Kurzbeschreibung, relevante Tätigkeiten
(z. B. Probenahme), Stoffe und Einsatzmenge/ Fördermenge,
Aggregatzustand, Druck- und Temperaturbereich
5. Stoffdaten

Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit und stehe für Ihre Fragen gerne zur Verfügung !

Dipl. Ing. Rainer Scholl
Leiter SHE Compliance Germany
Henkel AG & Co. KGaA Düsseldorf
Tel. 0211/ 797 9557 rainer.scholl@henkel.com

