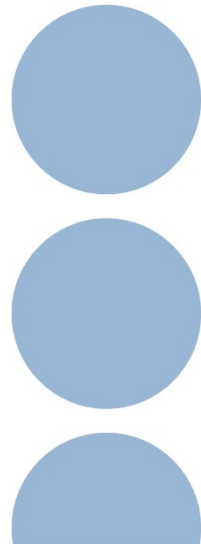


## Gefahrstoffe in der Fertigung



1

## Was sind Gefahrstoffe?

Der Unternehmer hat festzustellen:

- ob die Beschäftigten Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchführen und/oder
- Gefahrstoffe bei Tätigkeiten entstehen bzw. freigesetzt werden.



**Wenn ja: Vor Aufnahme der Arbeit  
Gefährdungsbeurteilung durchführen**



ID 052203

2

## Arbeiten mit Kühlschmierstoffen



ID 033886

3

## Entstehung von Feinstaub



Quelle: © Valeriy Lebedev - Fotolia.com

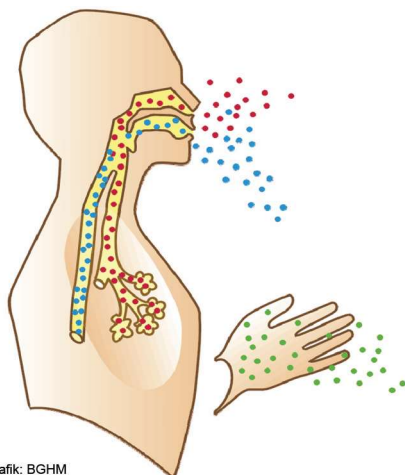


Quelle: BGHM

ID 052204

4

## Aufnahmewege von Gefahrstoffen



Grafik: BGHM

Aufnahme durch:

### Einatmen

Gase, Dämpfe,  
Stäube, Aerosole

### Verschlucken

Stäube und  
Flüssigkeiten

### Hautresorption

Stäube und  
Flüssigkeiten

ID 011128

5

## Neue Gefahrensymbole



### GHS05 Ätzwirkung

Bsp.  
• Hautätzend, Kat. 1  
• Korrosiv gegenüber  
Metallen, Kat. 1



### GHS03 Flamme über einem Kreis

Bsp. Oxidierende  
Stoffe (fest, flüssig,  
gasförmig)



### GHS01 Explodierende Bombe

Bsp. Explosive  
Stoffe



### GHS07 Ausrufezeichen

Bsp.  
• Akute Toxizität, Kat. 4  
• Hautreizend, Kat. 2



### GHS06 Totenkopf mit gekreuzten Knochen

Bsp. Akute Toxizität,  
Kat. 1 – 3



### GHS04 Gasflasche

Gase unter Druck



### GHS09 Umwelt

Gewässergefährdend  
(akut, chronisch)



### GHS08 Gesundheitsgefahr

Bsp.  
• Karzinogenität,  
Kat. 1A/B, 2  
• Atemwege sens.



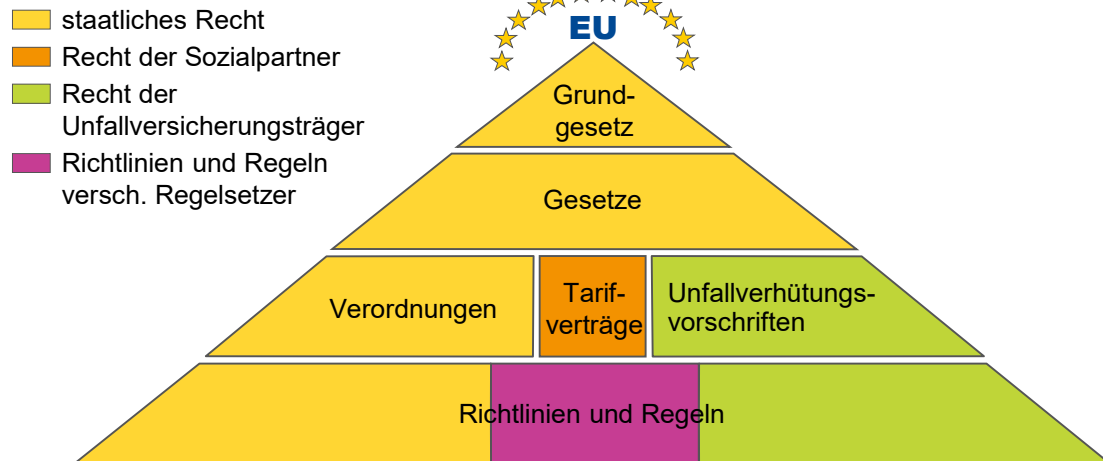
### GHS02 Flamme

Bsp. Entzündbare  
Flüssigkeiten

ID 050344

6

## Rechtssystematik - Deutschland und Europa



ID 030112

7

## Gefahrstoffverordnung

Ziel und Anwendungsbereich

- Schutz von Mensch und Umwelt vor stoffbedingten Schädigungen
- Inverkehrbringen von Gefahrstoffen
- Tätigkeiten mit Gefahrstoffen



ID 033672a

8

## Informationen zu Gefahrstoffen

SICHERHEITSDATENBLATT gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006			
<b>SILIKONTENTFERNER - 20 L</b>			
Version: 5.1	Überarbeitet am: 15.04.2016	SDS-Nummer: 512930-0002	Datum der letzten Ausgabe: 11.02.2016 Datum der ersten Ausgabe: 31.12.2009
<b>ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffs beziehungsweise des Gemischs und des Unternehmens</b>			
<b>1.1 Produktidentifikator</b>			
Handelsname	: SILIKONTENTFERNER - 20 L		
Produktnummer	: 089322220		
Stoffname	: Kohlenwasserstoffe, C8-C12, n-Alkane, Isoalkane, Ringverbindungen, Aromaten (2-25 %)		
<b>1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgesehen wird</b>			
Verwendung des Stoffes / des Gemischs	: Reinigungsmittel, Detergens		
<b>1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt</b>			
Firma	: Adolf Würth GmbH & Co. KG Rheinold-Würth-Str. 74653 Künzelsau		
Telefon	: +49 794015 0		
Telefax	: +49 794015 10 00		
E-Mailadresse der für SDS verantwortlichen Person	: prodsale@wurth.com		
<b>1.4 Notrufnummer</b>			
: +49 30 30686 790			
<b>ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren</b> Quelle: Adolf Würth GmbH & Co. KG, 30.06.16			


- Sicherheitsdatenblatt
- Hersteller
- Datenbank

**Hersteller oder Importeur** eines gefährlichen Stoffes oder eines gefährlichen Gemisches hat **dem Abnehmer** spätestens beim erstmaligen Bezug ein **Sicherheitsdatenblatt** (nach REACH) zu **übermitteln**.

ID 033889b

9

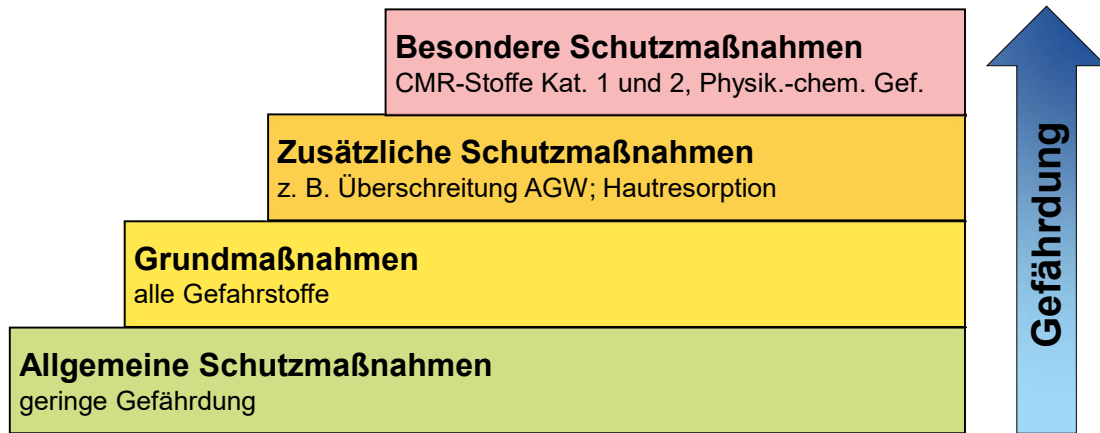
## Kennzeichnung durch den Lieferanten (Bsp.)

<b>Piktogramme</b>		<b>Salzsäure 20 %</b> (Index-Nr.: 017-002-01-X)	<b>Produktname</b>
		Verursacht Hautreizungen.(H315)	
		Verursacht schwere Augenreizungen.(H319)	<b>H-Sätze</b>
		Kann die Atemwege reizen.(H335)	
		Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.(H290)	
<b>Nennmenge</b>	<b>50 l</b>	Einatmen von Gas/Nebel/Aerosol vermeiden.(P261)	<b>P-Sätze</b>
<b>Signalwort</b>	<b>Achtung</b>	(PXXX)...	
		BGHH-Chemie-AG, Mainz, Tel. +49(0)123-45-678	<b>Lieferant</b>

ID 041431

10

## Gefährdungsorientierte Schutzmaßnahmen



Quelle: nach GefStoffV

ID 033868a

11

## Rangfolge der Schutzmaßnahmen

**S**ubstitution

**T**echnische Schutzmaßnahmen

**O**rganisatorische Schutzmaßnahmen

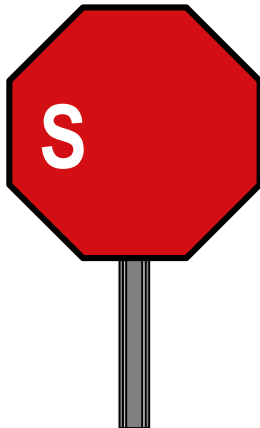
**P**ersönliche Schutzmaßnahmen



ID 033514a

12

## Substitution/Minimierung (§ 7 Grundpflichten)

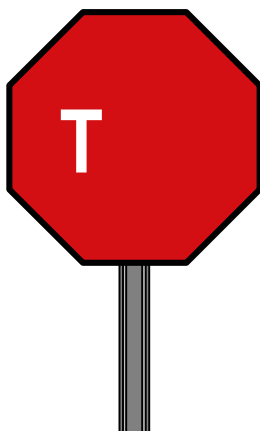


- Pulverlacke, Wasserlacke
- wässrige Reiniger, biologische Reiniger
- KMF mit RAL-Zeichen
- Minimalmengenschmierung

ID 033992a

13

## Technische Maßnahmen (§ 7 Grundpflichten)

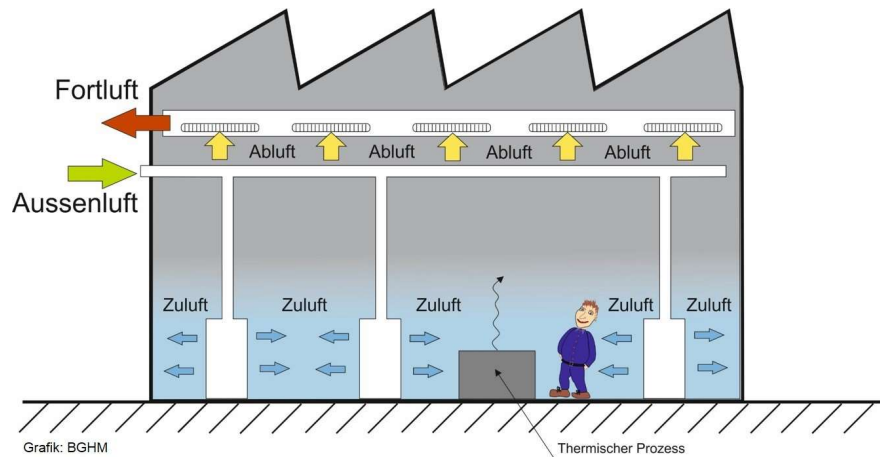


- Vorrang kollektiver Schutzmaßnahmen
- Kapselung, Einhausung, Vakuum
- Absaugung an der Entstehungsstelle
- Lüftungsmaßnahmen, z. B. Schichtlüftung
- Umfüllvorgänge mit Pumpe und Schlauch- bzw. Rohrverbindung
- Handlingsgeräte zur Hautkontaktvermeidung
- Verfahrensoptimierung, z. B. Druckverminderung bei Sprühverfahren

ID 033993a

14

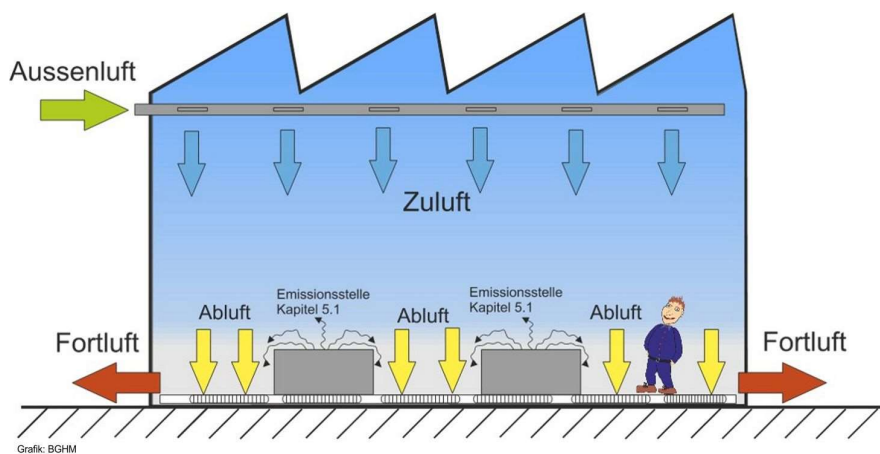
## Schichtlüftung



ID 052207

15

## Verdrängungslüftung

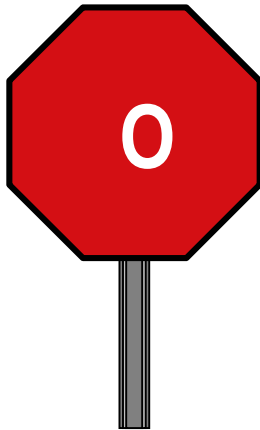


ID 052546

16



## Organisatorische Maßnahmen (§ 7 Grundpflichten)

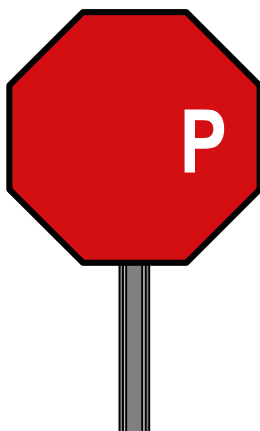


- Arbeitsschutzmanagement
- Betriebsanweisung, Unterweisung
- arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung (Betriebsarzt)
- Arbeitsmedizinische Vorsorge
- Erste-Hilfe-Organisation
- Beschäftigungsbeschränkung
- Verkürzung der Exposition (Rotierendes Sys.)
- zeitliche Trennung
- Kennzeichnung

ID 033994a

17

## Persönliche Maßnahmen (§ 7 Grundpflichten)



- Atemschutz (DGUV Regel 112-190) (ehemals BGR 190)
- Augen- und Gesichtsschutz (DGUV Regel 112-192) (ehemals BGR 192)
- Schutzkleidung (DGUV Regel 112-189) (ehemals BGR 189)
- Schutzhandschuhe (DGUV Regel 112-195) (ehemals BGR 195)
- Hautschutz (DGUV Information 209-022) (ehemals BGI 658)

ID 033995a

18

## Zusätzliche Schutzmaßnahmen

- geschlossenes System bzw. Exposition nach Stand der Technik minimieren
- Zutrittsbeschränkungen
- getrennte Aufbewahrung Arbeitskleidung/Straßenkleidung
- Alleinarbeit nur mit Personen-Notsignal-Anlagen
- ...

ID 050353a

19

## Besondere Schutzmaßnahmen

- Bestimmung der Konzentration des Gefahrstoffes
- Raumabtrennung, Kennzeichnung mit „Verbotszeichen“
- keine Luftrückführung in Arbeitsraum
- Arbeitsmittel Ex-Schutz-Ausführung
- ...

ID 052205

20

## Aktuelle Grenzwerte

- Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)
- Biologischer Grenzwert (BGW)
- ERB (Exposition-Risiko-Beziehung)

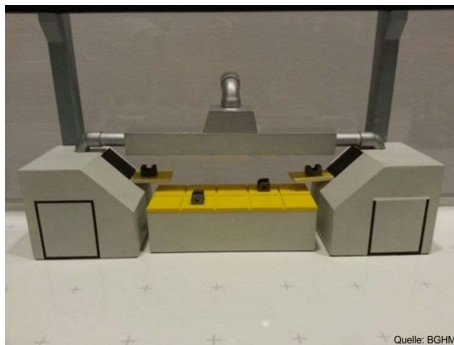
## Regelwerke

- TRGS 900
- TRGS 903
- TRGS 910

ID 052206

21

## Brand- und Explosionsgefahr



ID 052208

22

## Der Einfluss des Sauerstoffs

### Sauerstoff (O<sub>2</sub>):

- Anteil in der Umgebungsluft: 21 %
- nicht sichtbar
- nicht fühlbar
- nicht schmeckbar
- nicht riechbar

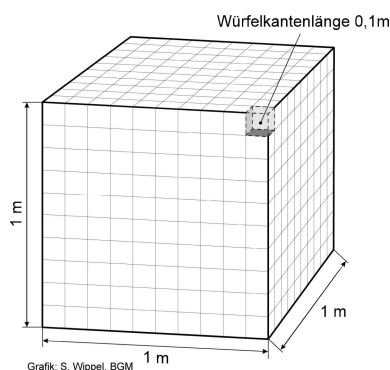


**Faustregel:** Erhöhung des Sauerstoffanteils in der Luft um 1 % bedeutet doppelte Verbrennungsgeschwindigkeit

ID 050361b

23

## Einfluss der Oberflächengröße



Kantenlänge	Oberfläche	Würfelzahl/m <sup>3</sup>	Oberfläche/m <sup>3</sup>
1 m	6 m <sup>2</sup>	1	6 m <sup>2</sup>
0,1 m	6 x 10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	60 m <sup>2</sup>
0,01 m	6 x 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup>	600 m <sup>2</sup>
<b>0,001 m</b>	<b>6 x 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup></b>	<b>10<sup>9</sup></b>	<b>6.000 m<sup>2</sup></b>
0,0001 m	6 x 10 <sup>-8</sup> m <sup>2</sup>	10 <sup>12</sup>	60.000 m <sup>2</sup>

ID 012157a

24

## Brennbarkeit und Oberflächengröße

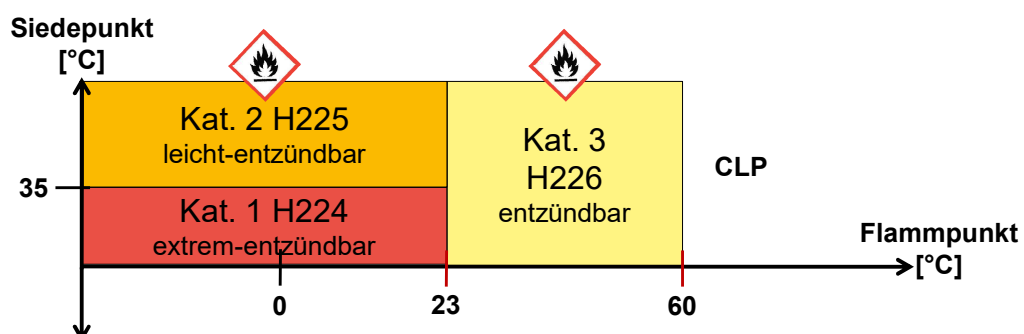
### Sicherheitstechnische Grundlage

1. Bei Stäuben ist der Dispersionsgrad / Verteilungsgrad zur Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre entscheidend. Bei Gasen und Dämpfen ist er immer ausreichend.
2. Bei Stäuben steht die Oberflächengröße in Zusammenhang mit der Korngröße. Staub mit einer Korngröße von mehr als 400 µm ist nicht zündfähig.

ID 050363

25

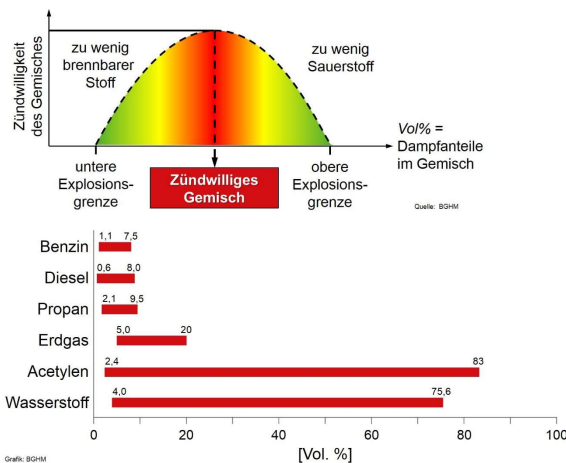
## Flammpunkt entzündbarer Flüssigkeiten



ID 052210

26

## Explosionsgrenzen



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

**OE = obere Explosionsgrenze:**  
Höchste Konzentration eines Gases, bei der Explosion möglich

ID 015864a

27

## Explosionsschutz GefStoffV

### § 6 (9) Gefährdungsbeurteilung Dokumentation:

*Explosionsschutzdokument vor Aufnahme der Arbeit erstellen*


### § 11 Besondere Schutzmaßnahmen:

*Lagerung, Konzentrationsbegrenzung, Zündquellenbetrachtung, Auswirkung...*

*Anhang I Nummer 1 Notwendige Schutzmaßnahmen und Zoneneinteilung*

ID 050380

28



## Explosionsschutzdokument nach § 6 GefStoffV

**Explosionsschutzdokument**  
Beurteilung der Explosionsgefahr durch Gase, Dämpfe,  
Nebel in Räumen/Bereichen bei der Verarbeitung von Beschichtungsstoffen


Formblatt 2 – Seite 1

Explosionsgefährdeter Raum/Bereich:

Gas, Nebel, Dampf/ Beschichtungsstoff	<input type="checkbox"/> Sicherheitsdatenblatt vorhanden <input type="checkbox"/> im Gefahrstoffkataster eingetragen		
Sicherheitstechnische Kenngrößen	Flammpunkt = _____ °C	Zündtemperatur = _____ °C	Explosionsgruppe: _____
Beschreibung der Anlage/ der Verfahren			
<b>Zoneneinteilungen</b> innerhalb des Raumes/ Bereiches	Ex-Zone <input type="checkbox"/>	Keine Ex-Zone	Beurteilungsgrundlage
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

Quelle: DGLUV Information 204-046, Anhang 4.1

ID 008776

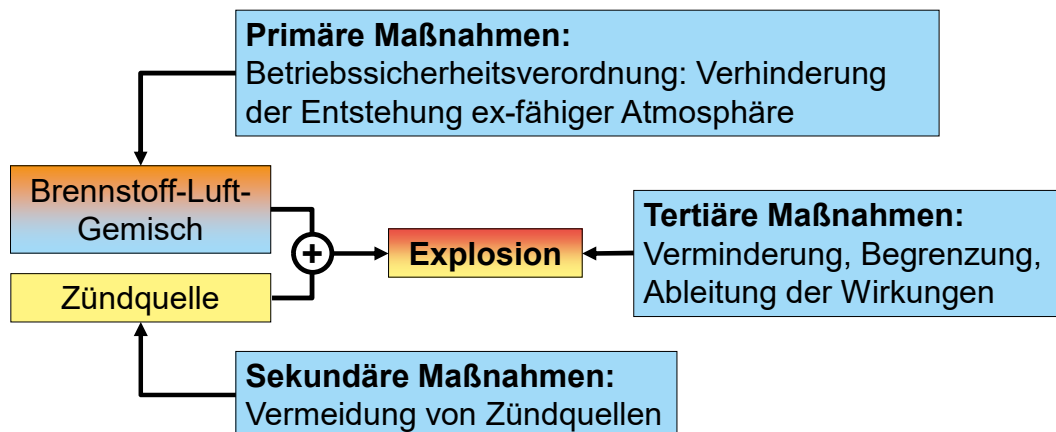


## Zonen explosionsgefährdeter Bereiche

	Gase, Dämpfe	Staub	
Zone	0	20	Ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.
Zone	1	21	Ist ein Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden kann.
Zone	2	22	Ist ein Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt

ID 050382

## Schutzmaßnahmen nach Anhang I GefStoffV



ID 052211

31

## Verarbeitungsbeispiel

Gesonderte Räume (Lackierräume) zum Verarbeiten von flüssigen brennbaren Beschichtungsstoffen.

Verarbeitung von lösemittelhaltigen Beschichtungsstoffen mit einem

- Flammpunkt < 21 °C
- oder einem
- Flammpunkt ≥ 21 °C, wenn sie betriebsmäßig über ihren Flammpunkt erwärmt werden, z. B. beim Heißspritzen.



**Hinweis:**  
Explosionsgefährdete Bereiche gelten immer gleichzeitig als feuergefährdete Bereiche.

ID 050385

32



## Zusammenfassung

Vorgehensweise im Zusammenhang mit Ex-Schutz:

1. Stoffe, Einsatzort und Menge ermitteln
2. Kenndaten der Stoffe ermitteln
3. Zonen mit Ausdehnung einteilen
4. Zone im Grundrissplan einzeichnen
5. Maßnahmen überprüfen und einleiten

ID 050393

33

## Lagerung von Gefahrstoffen



ID 052212

34

## Lagerung von Gefahrstoffen - Was ist „Lagern“?

- Aufbewahren zur späteren Verwendung
- Aufbewahren zur Abgabe an andere
- Ausnahme:  
Bereitstellen zur Beförderung  
(max. 24 h bzw. bis zum nächsten Werktag)



ID 052213

35

## Anforderungen an die Gefahrstofflagerung nach TRGS 510

- zentrale Lagerung, bauliche Abtrennung (FW 90)
- Zugang für Unbefugte verbieten
- Maßnahmen zur Alarmierung im Gefahrfall treffen
- regelmäßige Prüfung von Lüftungseinrichtungen, Augen- und Körperduschen usw.
- Erste-Hilfe-Maßnahmen abgestimmt auf die gelagerten Gefahrstoffe organisieren
- Mittel zur Brandbekämpfung bereithalten

ID 052214

36

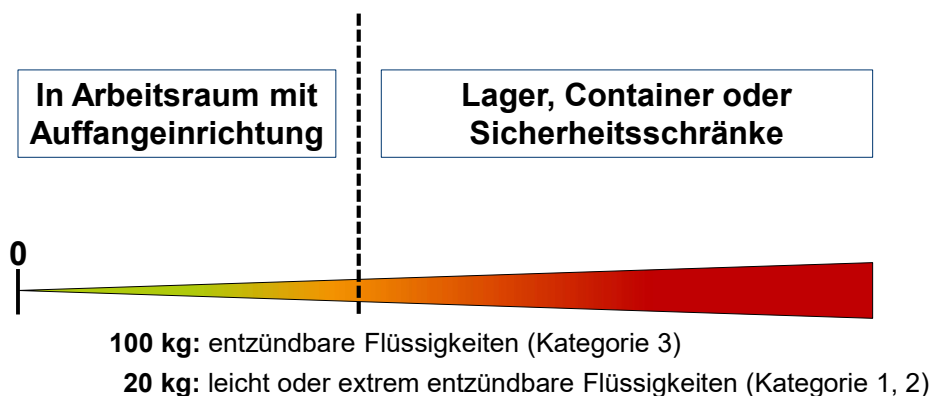
## Lagerungsverbot für Gefahrstoffe

- **Verkehrswege:**  
Flucht- und Rettungswege, Durchgänge u. Durchfahrten, Treppenräume
- **Sozialräume:**  
Pausen-, Bereitschafts-, Sanitär-, Sanitätsräume, Tagesunterkünfte
- **Arbeitsräume:**  
(Ausnahmen: z. B.: im Sicherheitsschrank oder „Kleinmengen“, wenn keine Gefährdung)

ID 052215

37

## Kleinmengenregelung: Beispiel Entzündbare Flüssigkeiten



ID 052216

38

## Kleinmengenregelung TRGS 510

Einstufung/ Eigenschaft	Gefahrenhinweise nach CLP-VO	R-Satz nach EG-RL	Lagerung außerhalb von Lagern unter Berücksichtigung von Nr. 4.2 zulässig	Zusätzliche und besondere Schutzmaßnahmen
alle Gefahrstoffe			So weit nicht nach- folgend genannt bis 1.000 kg	– Nr. 4.3 > 1.000 kg – bei Zusammenlage- rung Nr. 7 > 200 kg
akut toxische Gefahrstoffe	H300, H301, H310, H311, H330 oder H331	R23 bis R28	bis 50 kg	– Nr. 5 und Nr. 8 jeweils > 200 kg

ID 052217

39

## Lagerung entzündbarer Flüssigkeiten

- Zündquellen ausschließen, die bei normalem störungsfreiem Betrieb auftreten können
- Flüssigkeit darf nicht auslaufen bzw. auslaufende Flüssigkeit darf sich nicht unkontrolliert ausbreiten können.  
Die Behälter sind in Auffangräume zu stellen.  
Größe der Auffangvolumens 10 % aller im Auffangraum gelagerter Gefäße, mindestens jedoch den Inhalt des größten in ihm aufgestellten Gebinde.
- Brennbare Flüssigkeiten (FP > 60° C) bis 1000 kg außerhalb vom Lager

ID 052218

40

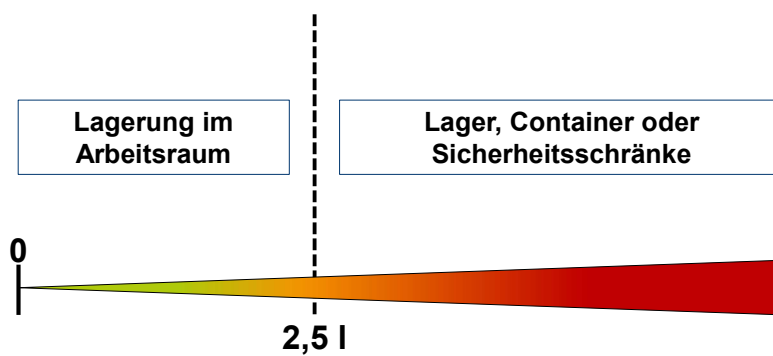
## Lagerung entzündbarer Flüssigkeiten

- 0,4-facher Luftwechsel:  
Passive Lagerung und „kleiner“ Lagerraum dann Zone 2
- 2-facher Luftwechsel:  
bei Lagerraum  $> 100 \text{ m}^3$
- 5-facher Luftwechsel:  
Aktive Lagerung
- Baustoffe Lagerraum grundsätzlich F90 ( $< 1000 \text{ kg}$ : F30 möglich)
- Technische Belüftung Sicherheitsschrank:  
Keine Ex-Zone um Schrank, ohne Belüftung: Umkreis 2,5 m Zone 2

ID 052219

41

## Lagerung von Gasen



ID 052220

42

## TRGS 510 - „Bereitstellen“



### Besonderheit bei Lagerung von Druckgasen „Bereitstellen“

An Stellen, an denen Druckgasbehälter zum Entleeren angeschlossen sind, darf höchstens die gleiche Anzahl von Druckgasbehältern bereitgestellt werden.  
(TRBS 745, Nr. 2 (7))

*bereithalten ≠ gelagert*

ID 041185

43

## Lagerung von Gasen

- Druckgasbehälter gegen Umfallen/Herabfallen gesichert
- kein Umfüllen in Lagerräumen
- Dacheindeckung von Lagerräumen ausreichend widerstandsfähig gegen Wärmeeinstrahlung
- bei Lagerung unter Erdgleiche i. d. R. 2-facher Luftwechsel erforderlich
- erhöhte Anforderungen an Luftwechsel bei giftigen Gasen

ID 052222

44

## Lagerung von Gasen

- Bauteile mind. F30, F90 bei Brand-/Explosionsgefahr im Nachbarbereich
- giftige Gase in Arbeitsraum:  
Sicherheitsschrank mit 120-fachem Luftwechsel
- oxidierende/entzündbare Gase in Arbeitsraum:  
Sicherheitsschrank mit 10-fachem Luftwechsel
- giftige Gase unter Verschluss
- Gase H330:  
Räume mit Gaswarneinrichtung und Atemschutzgeräte außerhalb des gefährdeten Bereiches vorhanden

ID 052223

45

## Lagerung giftiger Stoffe

- ab 800 m<sup>2</sup> Alarmierungseinrichtung vorsehen
- feuerbeständige Bauteile F90 gegenüber anderen Lagerabschnitten durch feuerbeständige Wände und Decken
- > 20 Tonnen pro Lagerabschnitt automatische Brandmeldeanlage erforderlich
- Kennzeichnung Zugang

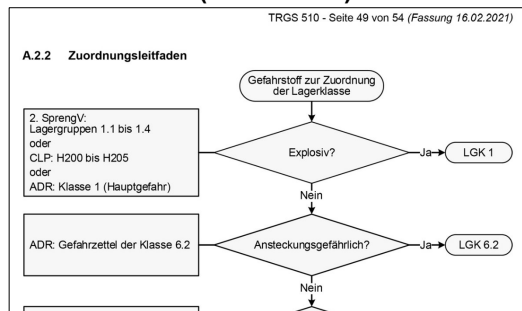


ID 052224

46

## Zusammenlagerung

### Ablaufschema (Ausschnitt)



Legende:

- |     |   |
|-----|---|
| -   | Separatlagerung erforderlich  |
| Nr. | Zusammenlagerung eingeschränkt erlaubt, siehe die Erläuterungen der Nr. im folgenden Absatz 3 |
| +   | Zusammenlagerung erlaubt  |

\* Die Zuordnung der Lagerklassen 10, 11, 12 und 13 ist optional, siehe Anhang 2 Abschnitt A.2.2

LGK	1A	2A	3	4.1A	4.1B	4.2	4.3	5.1A	5.1B	5.1C	5.2	6.1A	6.1B	6.1C	6.1D	6.2	7	8A	8B	10-13	10*	11*	12*	13*
1	1																							
2A		3	2							1								2		2		2	+	+
2B		2	+							1		+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+
3			+	+	+				4					6					5		5	+	+	+
4.1A					1	1				1								1	1	1	1	1	1	1
4.1B				1	+	6	6		4		1	8		6				+	+	+	+	+	+	+
4.2					6	+	6						6	6				6	6	6	6	6	+	+
4.3					6	6	+						6	6				6	6	6	6	6	6	+
5.1A								+																+
5.1B			4		4			+	+	1		4	4	6	6			7	+	7	7	7	+	+
5.1C		1	1						1	1								1	1	1	1	1	1	1
5.2				1	1							+									1	1	1	+
6.1A			+			8			4									+	+	5		5	+	+
6.1B			+						4									+	+	5		5	+	+
6.1C				+		6	6		6				+	+	+			+	+	+	+	+	+	+
6.1D			6		6	6	6		6														+	+
6.2																								+
7																		1						+
8A		2	+	+	1	+	6	6	7	1			+	+	+			+	+	+	+	+	+	+
8B				1	+	6	6		1	+			+	+	+			+	+	+	+	+	+	+
10-13		2	+	5	1	+	6	6	7	1	1	5	5					+	+	+	+	+	+	+
10*				+	1	+	6	6	7	1	1							+	+	+	+	+	+	+
11*		2	+	5	1	+	6	6	7	1	1	5	5					+	+	+	+	+	+	+
12*		+	+	1	+	6	+	+	1	+	+							+	+	+	+	+	+	+
13*				1	+	+	+	+	1									+	+	+	+	+	+	+

ID 033841

47

## Gruppenarbeit: Gefahrstoffe in der Fertigung



Call 1-800-875-1111. Fax 1-800-875-1111.

ID 052221

48