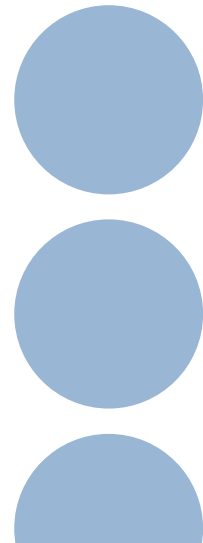


### Brand- und Explosionsschutz

- **Schäden durch Brände und Explosionen**
- **Mögliche Ursache**
- **Maßnahmen zum Brandschutz**
- **Eigenschaften brennbarer Stoffe**

ID 041836



1

### Schadensbilanz in Deutschland

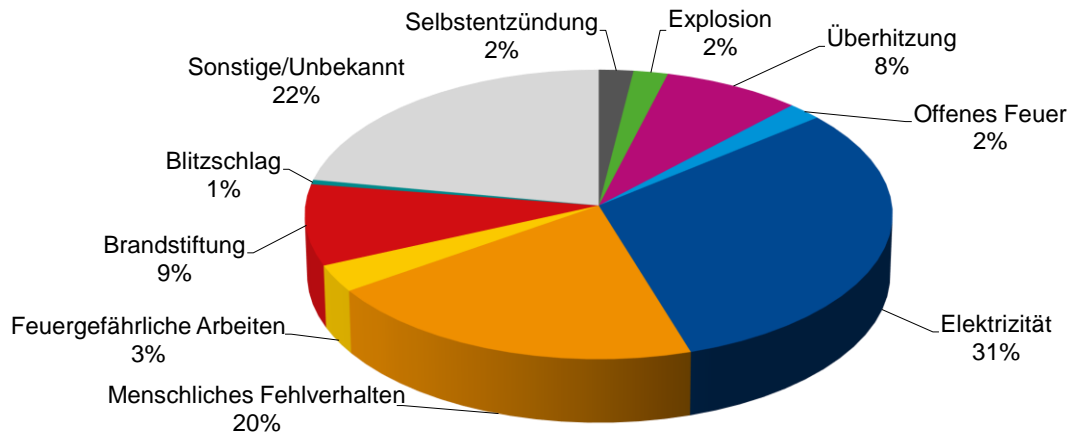
- jährlich ca. 370 - 500 Brandtote,  
80 - 90 % durch Rauchvergiftung,
- mehr als 10.000 Personen mit bleibenden Schäden  
(z. B. Lungenerkrankungen, psychische Schäden)
- Sachschäden ca. 2,5 Mrd. €/Jahr,
- 1/3 der Brandfälle ereignen sich nachts,  
sie erzeugen ca. 2/3 der Schadensumme,
- 70 % der von einem Großbrand betroffenen Firmen verschwinden  
vom Markt, 43 % sofort, der Rest innerhalb von 3 Jahren.

Quelle: „sicher arbeiten“ 4/2002, Seite 95 ff; „Gesund + Sicher“ 8/2002 S. 232 ff; Deutscher Feuerwehrverband 2018

ID 015862b

2

## Brandursachen in der Bundesrepublik Deutschland



Datenquelle: IFS Institut für Schadensverhütung und Schadenforschung, Brandursachenstatistik 2018

ID 002073

3

## Organisatorische Maßnahmen (I)

- **Spezielle Gefährdungsbeurteilung** (sofern „gefährliche explosionsfähige Atmosphäre“ auftreten kann)
- **Brandlast** feststellen („erhöhte Brandgefährdung“ in Kfz-Werkstätten gem. ASR A2.2)
- **Kennzeichnung** der feuergefährlichen Bereiche
- **Rauchverbote** kennzeichnen
- **Feuerlöscheinrichtungen** bereitstellen
- **Brandschutzhelfer** durch Unterweisung und Übung mit Feuerlöscheinrichtungen und Brandschutzorganisation vertraut machen



4



## Organisatorische Maßnahmen (II)

- **Brandschutzordnung** und Alarmplan aufstellen
- **Erlaubnisschein** bei Feuer- und Schweißarbeiten ausstellen
- Sicherheitsmaßnahmen beim Arbeiten mit **offenem Feuer** beachten
- Vorschriften zur **Lagerung** brennbarer Flüssigkeiten und Gase beachten (TRGS)
- **Prüfung** der Feuerlöscheinrichtungen dokumentieren
- **Unterweisung** der Mitarbeiter
- **Beratung** und **Brandschau** durch Fachpersonal (Feuerwehr, Baubehörde, Versicherungen usw.)

ID 002706b

5



## Feuerlöscher

**Anzahl** der Feuerlöscher:

- Abhängig von Brandgefahr (siehe ASR A2.2)
- Fläche der Arbeitsstätte (siehe ASR A2.2)

**Betrieb** der Feuerlöscher:

- Standorte kennzeichnen
- genügende Anzahl vorhanden (s.o.)
- Personen in Handhabung einweisen → Brandschutzhelfer





**Prüfung** der Feuerlöscher:

- mindestens alle 2 Jahre durch einen Sachkundigen
- Prüfvermerk auf Feuerlöscher

ID 000166

6

Brandklassen und Eignung von Feuerlöschern

Arten von Feuerlöschern	 A Feste, glutbildende Stoffe	 B Flüssige oder flüssig werdende Stoffe	 C Gasförmige Stoffe, auch unter Druck	 D Brennbare Metalle (Einsatz nur mit Pulverbrause)
<b>Pulverlöscher</b> mit ABC-Löschpulver	●	●	●	—
<b>Pulverlöscher</b> mit BC-Löschpulver	—	●	●	—
<b>Pulverlöscher</b> mit Metallbrandlöschpulver	—	—	—	●
<b>Kohlendioxidlöscher</b>	—	●	—	—
<b>Wasserlöscher</b> (auch mit Zusätzen, z.B. Netzmittel, Frostschutzmittel oder Korrosionsschutzmittel)	●	—	—	—
<b>Wasserlöscher</b> mit Zusätzen, die in Verbindung mit Wasser auch Brände der Brandklasse B löschen	●	—	—	—
<b>Schaumlöscher</b>	●	●	—	—

● geeignet      — nicht geeignet

ID 000030

7

Branddreieck



Quelle: BGHM

ID 002102

8

## 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



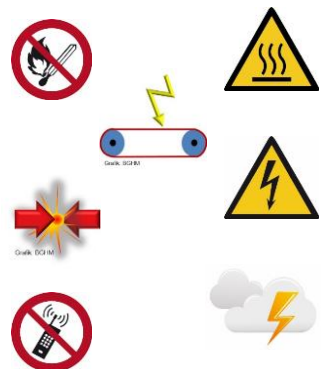
ID 015011

9

## Zündquellen

Zündquellen werden in folgende Arten eingeteilt:

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



ID 064081

10

## Häufige Zündquelle !



ID 035835

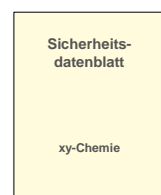
11

## Brennbarer Stoff - Kriterien für die Gefährlichkeit

- Temperatur
  - Zündung
  - Zersetzung / Pyrolyse
  - Verbrennungstemperatur
- Aggregatzustand
  - fest, flüssig, gasförmig
- Zerteilungsgrad (Geometrie)
  - Block → Staub
  - Flüssigkeit → Nebel → Dampf
- Chemisch-physikalische Eigenschaften
  - Abbrandgeschwindigkeit
  - Verbrennungsprodukte (Rauch, Rauchmenge, giftige Stoffe)

### Informationsquellen:

- Sicherheitsdatenblätter
- Datenbanken, z. B.
  - GESTIS
  - GESTIS-STAU-EX



ID 081535

12

## Brandklassen nach DIN EN 2



**Brände von festen Stoffen,  
hauptsächlich organischer Natur (keine Metalle!!)**



Brände von flüssigen oder flüssig  
werdenden Stoffen



Brände von Gasen (insbesondere unter Druck)



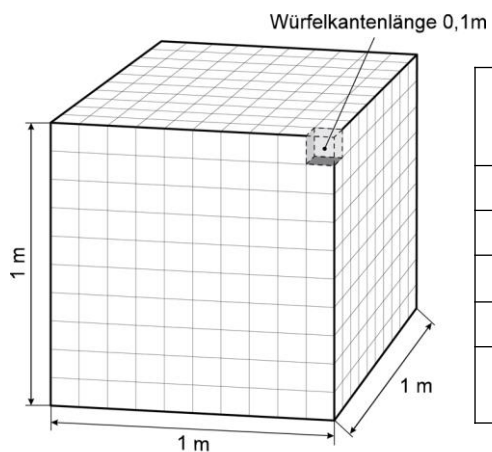
Brände von Metallen

Grafiken: BGHM, nach DIN EN 2

ID 000165

13

## Brennbarkeit und Oberflächengröße



Grafik: BGHM

Kanten- länge	Oberfläche pro Würfel	Würfel- zahl	Oberfläche (gesamt)
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>
0,001 m	6 x 10 <sup>-6</sup> m <sup>2</sup>	10 <sup>9</sup>	6.000 m <sup>2</sup>
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

14

## Schäden durch Brände und Explosionen



**Explosion von 4500 Tonnen Düngemittel  
(Ammoniumnitrat)**

**BASF, Ludwigshafen-Oppau,  
21. September 1921**

**Schwerstes Unglück  
in der deutschen Industrie**

561 Tote, über 2000 Verletzte

900 zerstörte Gebäude

Kraterdurchmesser: 120 m

Kratertiefe: 19 m

Ursache: Auflockerung von  
zusammengebackenem  
Dünger in einem Silo mit Dynamit

ID 018753a

15

## Brandklassen nach DIN EN 2



**A**

Brände von festen Stoffen,  
hauptsächlich organischer Natur (keine Metalle!!)



**B**

**Brände von flüssigen oder flüssig  
werdenden Stoffen**



**C**

Brände von Gasen (insbesondere unter Druck)



**D**

Brände von Metallen

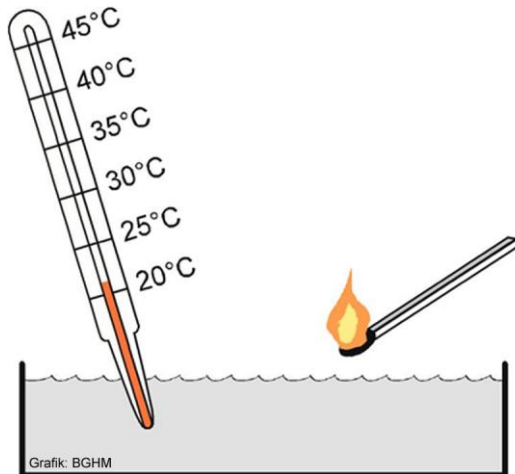
Grafiken: BGHM, nach DIN EN 2

ID 000165

16



## Der Flammpunkt

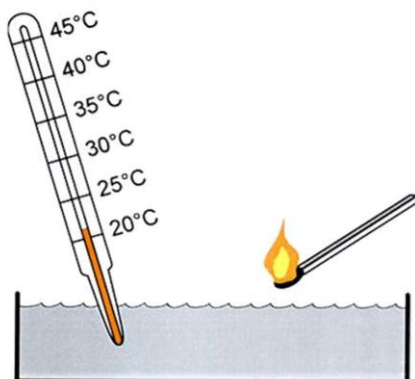


Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur, bei der sich aus der zu prüfenden Flüssigkeit unter festgelegten Bedingungen Dämpfe in solcher Menge entwickeln, dass sie mit der Luft über dem Flüssigkeitsspiegel entzündet werden können

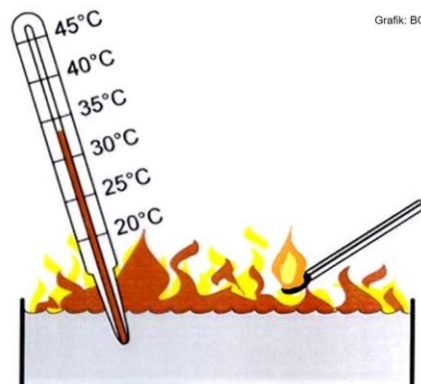
ID 015002

17

## Flammpunkt von Terpentin



Terpentin von 21°C (Raumtemperatur) entflammt nicht.



Erst bei einer Erwärmung auf 33°C ist ein Entflammen möglich.

Grafik: BGHM

ID 015863

18

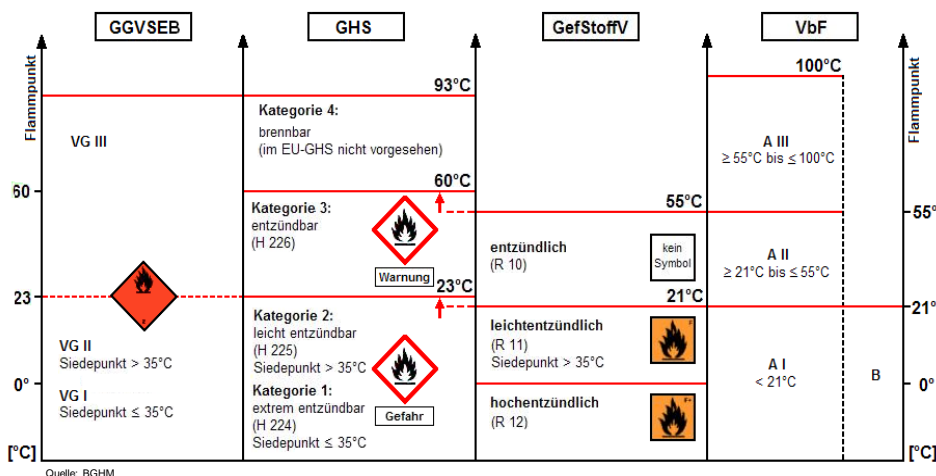
## Flammpunkte brennbarer Flüssigkeiten

Stoff	Flammpunkt (ca. °C)
Petroläther	-41
Normalbenzin	-20
Äther	-16
Benzol	-11
Methylalkohol	+11
Spiritus	+16
Testbenzin	+35
Petroleum	+40
Dieselöl	+55 – +70
Stearin	+196
Schmieröl	+220

ID 002705a

19

## Einstufung brennbarer Flüssigkeiten



ID 000162

20

## Brandklassen nach DIN EN 2



Brände von festen Stoffen,  
hauptsächlich organischer Natur (keine Metalle!!)



Brände von flüssigen oder flüssig  
werdenden Stoffen



**Brände von Gasen (insbesondere unter Druck)**



Brände von Metallen

Grafiken: BGHM, nach DIN EN 2

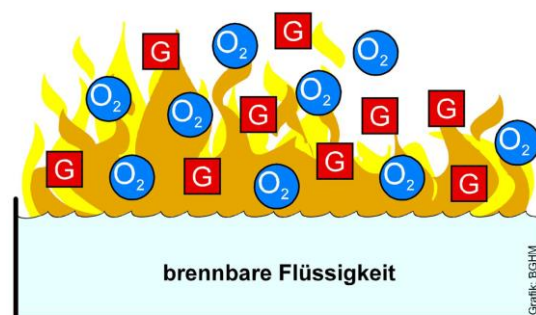
ID 000165

21

## Explosionsfähiges Dampf-Luft-Gemisch

**Explosionsgefährlich** sind Stoffe und Zubereitungen, wenn folgende Voraussetzungen vorliegen:

- Zündquelle vorhanden
- explosionsfähige Atmosphäre vorhanden  
(Gas, Dampf, Nebel, Staub in bestimmten Mischungsverhältnis mit Luft)



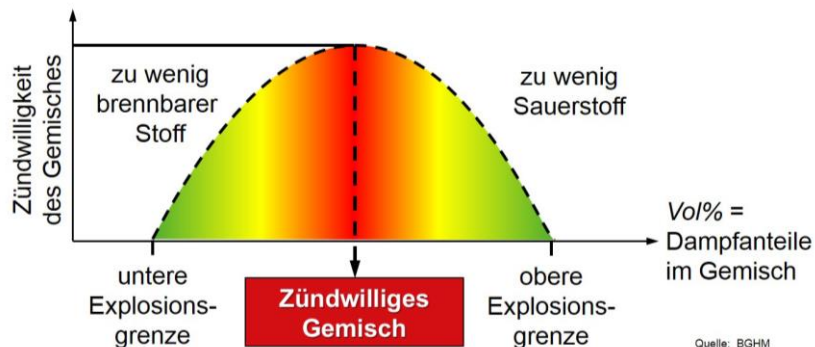
 Sauerstoffteilchen  Gasteilchen

ID 012152

22

## Zünd- und Explosionsgrenzen

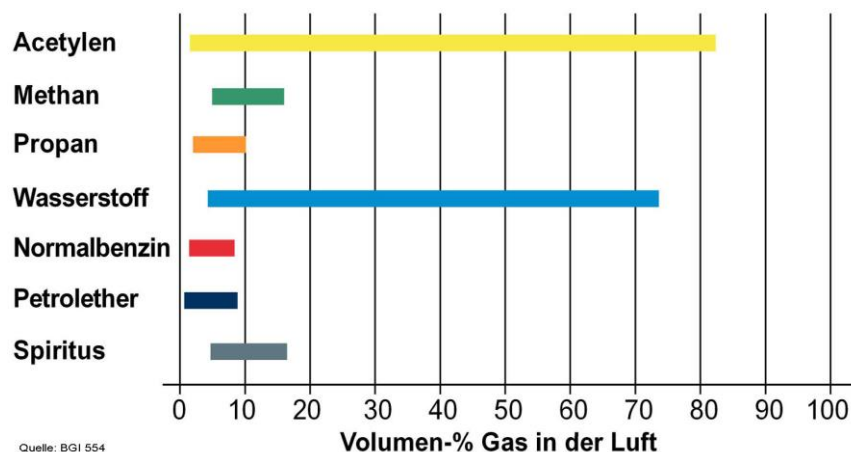
Die Grenzen, innerhalb denen ein Gas-(Dampf-) Luft-Gemisch zur Explosion gebracht werden kann und sich nach erfolgter Zündung weiter fortpflanzt.



ID 012150

23

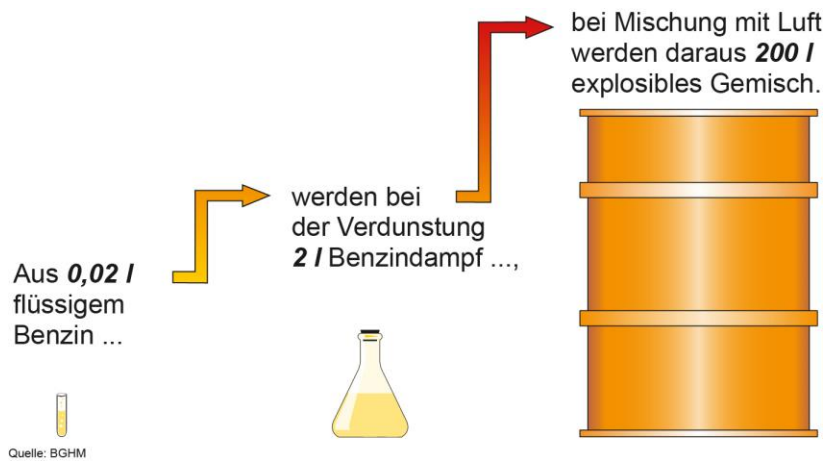
## Explosionsbereiche einiger Gase



ID 002119

24

## Gefährliche Reste



ID 012133a

25

## Acetyलगas-Explosion – Unfallstelle



Foto: Dr. R. Gayde, Landesdirektion Sachsen, Abteilung Arbeitsschutz, Chemnitz

ID 030617

26

## Gasflaschenexplosion im Transporter

### Schadensausmaß:

- 1 Schwerverletzter
- Totalschaden des Kleintransporters

### Ursache:

- Unsachgemäßer Transport von Gasflaschen:
  - keine Ladungssicherung
  - Schutzkappe nicht aufgeschraubt
  - keine Lüftungsmaßnahmen ( $2 \times 10 \text{ cm}^2$ )



ID 018756

27

## Lackiererei Verpuffung



Quelle: Versicherungskammer Bayern

ID 061403

28

## Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre

- Mehr als 10 Liter explosionsfähiger Atmosphäre als zusammenhängende Menge müssen in geschlossenen Räumen unabhängig von der Raumgröße immer als gefährliche explosionsfähige Atmosphäre (geA) angesehen werden.
- In Räumen  $< 100 \text{ m}^3$ : geA bereits ab  $1/10.000$  des Raumvolumens (8 Liter bei  $80 \text{ m}^3$  Raumvolumen).
- Bei den meisten brennbaren Stäuben reicht bereits eine gleichmäßig über die gesamte Bodenfläche verteilte Staubablagerung von weniger als 1 mm Schichtdicke aus, um beim Aufwirbeln einen Raum normaler Höhe mit explosionsfähigem Staub-/Luft-Gemisch vollständig auszufüllen.

ID 000157

29

## Brandklassen nach DIN EN 2



Brände von festen Stoffen,  
hauptsächlich organischer Natur (keine Metalle!!)



Brände von flüssigen oder flüssig  
werdenden Stoffen



Brände von Gasen (insbesondere unter Druck)



**Brände von Metallen**

Grafiken: BGHM, nach DIN EN 2

ID 000165

30



## Entzündbarkeit von Stahlwolle



Foto: BGHM

ID 016687a

31

## Gefahr durch Löschgase, z. B. CO<sub>2</sub>



Quelle: Kraft & Bauer Brandschutzsysteme GmbH

ID 043947

32





ID 042528