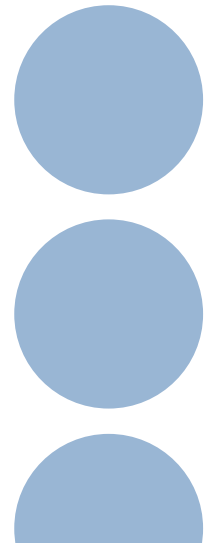


Brand- und Explosionsschutz

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

ID 041836



1

Schadensbilanz in Deutschland

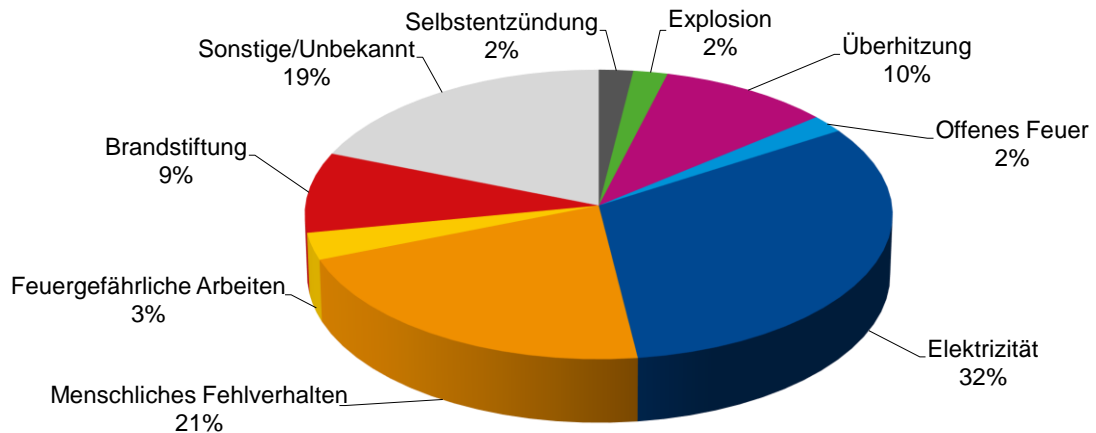
- jährlich ca. 370 - 500 Brandtote,
80 - 90 % durch Rauchvergiftung,
- mehr als 10.000 Personen mit bleibenden Schäden
(z. B. Lungenerkrankungen, psychische Schäden)
- Sachschäden ca. 2,5 Mrd. €/Jahr,
- 1/3 der Brandfälle ereignen sich nachts,
sie erzeugen ca. 2/3 der Schadensumme,
- 70 % der von einem 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 2021

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)
Pulverlöscher mit ABC-Löschpulver	●	●	●	—
Pulverlöscher mit BC-Löschpulver	—	●	●	—
Pulverlöscher mit Metallbrandlöschpulver	—	—	—	●
Kohlendioxidlöscher	—	●	—	—
Wasserlöscher (auch mit Zusätzen, z.B. Netzmittel, Frostschutzmittel oder Korrosionsschutzmittel)	●	—	—	—
Wasserlöscher mit Zusätzen, die in Verbindung mit Wasser auch Brände der Brandklasse B löschen	●	—	—	—
Schaumlöscher	●	●	—	—

● 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



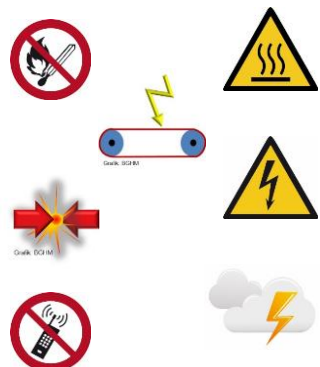
ID 015011

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

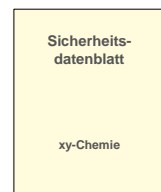
11

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)



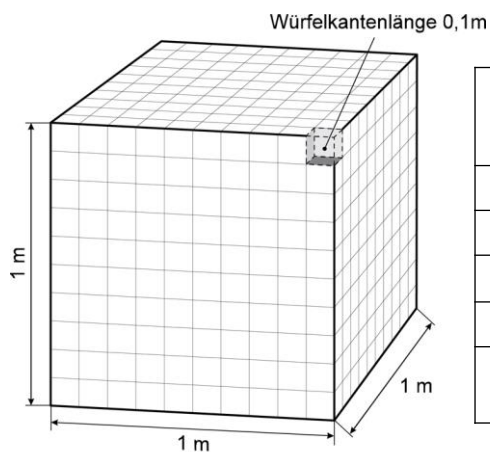
Brände von Metallen

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 ²	1	6 m ²
0,1 m	6 x 10 ⁻² m ²	10 ³	60 m ²
0,01 m	6 x 10 ⁻⁴ m ²	10 ⁶	600 m ²
0,001 m	6 x 10 ⁻⁶ m ²	10 ⁹	6.000 m ²
0,0001 m	6 x 10 ⁻⁸ m ²	10 ¹²	60.000 m ²

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

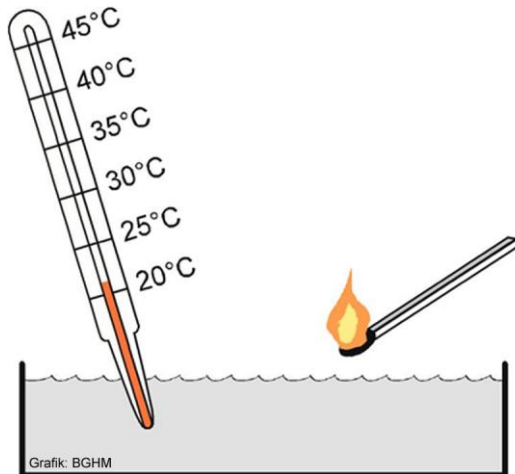
Brände von Metallen

Grafiken: BGHM, nach DIN EN 2

ID 000165

16

Der Flammpunkt

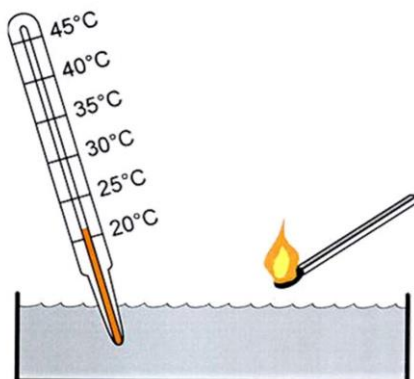


Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur, bei der sich aus der zu prüfenden Flüssigkeit unter festgelegten Bedingungen Dämpfe in solcher Menge entwickeln, dass sie mit der Luft über dem Flüssigkeitsspiegel entzündet werden können

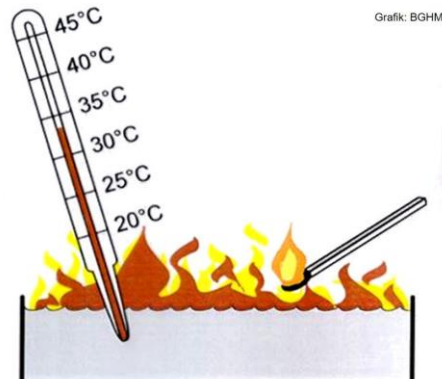
ID 015002

17

Flammpunkt von Terpentin



Terpentin von 21°C (Raumtemperatur) entflammt nicht.



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

ID 015863

18

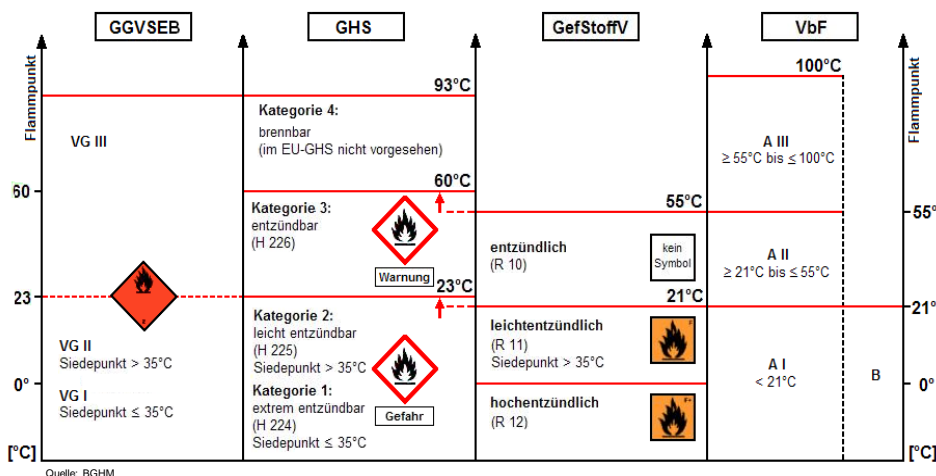
Flammpunkte brennbarer Flüssigkeiten

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



Quelle: BGHM

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

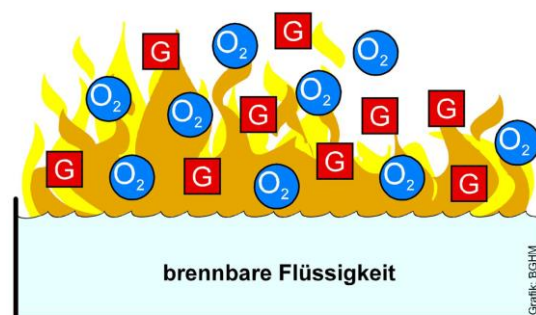
ID 000165

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)



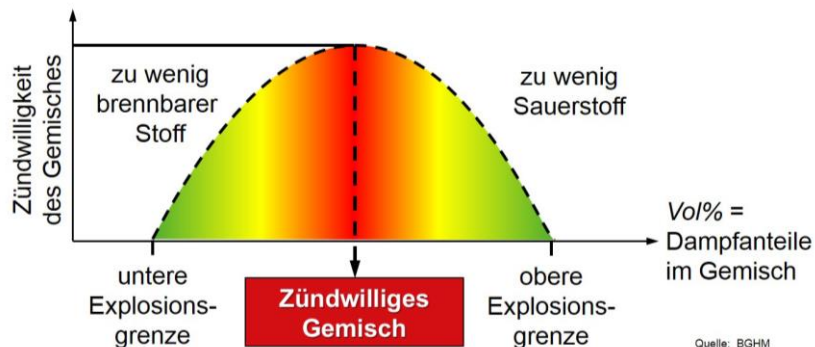
 Sauerstoffteilchen  Gasteilchen

ID 012152

22

Zünd- und Explosionsgrenzen

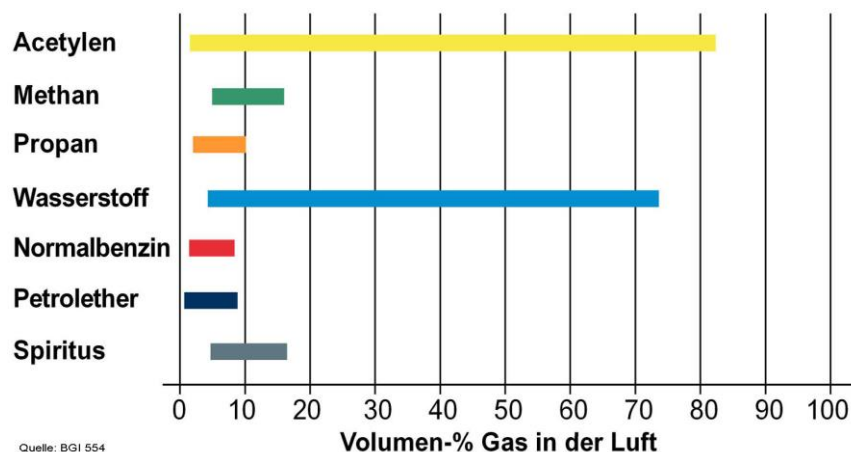
Die Grenzen, innerhalb denen ein Gas-(Dampf-) Luft-Gemisch zur Explosion gebracht werden kann und sich nach erfolgter Zündung weiter fortpflanzt.



ID 012150

23

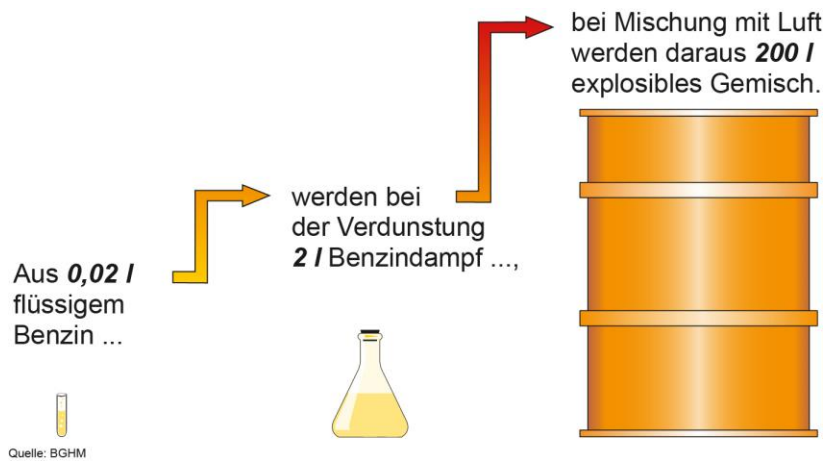
Explosionsbereiche einiger Gase



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 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. CO₂



Quelle: Kraft & Bauer Brandschutzsysteme GmbH

ID 043947

32



ID 042528