

## 9. Vorlesung

# Brandschutz

Vorbeugender baulicher Brandschutz

Vorbeugender anlagentechnischer Brandschutz

Vorbeugender organisatorischer Brandschutz

Abwehrender Brandschutz

## **Drei Ziele des Brandschutzes**

- 1. Entstehung eines Brandes verhindern!**
- 2. Brand- und Rauchausbreitung verhindern!**
- 3. Sichere Flucht- und Rettungswege schaffen!**

Es entspricht der Lebenserfahrung,  
dass mit der Entstehung eines Brandes  
praktisch jederzeit gerechnet werden muss.  
Der Umstand, dass in vielen Gebäuden  
jahrzehntelang kein Brand ausbricht,  
beweist nicht, dass keine Gefahr besteht,  
sondern stellt für die Betroffenen einen Glücksfall dar,  
mit dessen Ende jederzeit gerechnet werden muss.

(Oberverwaltungsgericht Münster 10 A 363/86 vom 01.12.1987)

## Was steht bei einem Brand auf dem Spiel?

Die Sicherheit des Personals und Gäste des Hauses.

Das Ansehen des Betriebes.

Die Arbeitsplätze der Beschäftigten.

Die Existenz des Betriebes.

Jeder Mitarbeiter hat somit die Aufgabe,

- die **Sicherheit der Kollegen und der Gäste** (Kunden, Besucher) zu gewährleisten
- das **Ansehen des Betriebes** durch entsprechende Mitarbeit beim Brandschutz zu erhalten
- den eigenen und die **Arbeitsplätze** der Kollegen zu sichern und
- die **Existenz des Betriebes** durch Vermeidung von Leichtsinn zu schützen

# Vorbeugende Maßnahmen

- Für den Brandfall ist eine Brandschutzordnung sowie ein Alarmplan aufzustellen und auszuhängen.
- Schweiß-, Löt- und Trennschleifarbeiten in dazu bestimmten Räumen durchführen. Ansonsten nur mit zusätzlichen Sicherheitsmaßnahmen (Schweißerlaubnischein!)
- In technischen Bereichen ausreichend
  - Feuerlöschdecken bzw. Metallbrand-Feuerlöscher oder
  - CO<sub>2</sub>-Feuerlöscher bereitstellen

**Erlaubnisschein**  
für Schweiß-, Schweiß-, Löt-, Aufba- und Trennschleifarbeiten

|   |   |  |
|---|---|--|
| 1 | Arbeitsort /-stelle                             |  |
| 2 | Arbeitsauftrag (z.B. Korrosion anschleifen)     |  |
| 3 | Art der Arbeiten                                | <input type="checkbox"/> Schweißen <input type="checkbox"/> Schneiden<br><input type="checkbox"/> Trennschleifen <input type="checkbox"/> Löten<br><input type="checkbox"/> Aufbauen   |
| 4 | Sicherheitsvorkehrungen vor Beginn der Arbeiten | <input type="checkbox"/> Entfernen sämtlicher brennbarer Gegenstände und Stoffe, auch Staubablagerungen, im Umkreis von _____ m und - soweit erforderlich - auch in angrenzenden Räumen<br><input type="checkbox"/> Abdecken der gefährdeten brennbaren Gegenstände, z.B. Holzbohlen, Holzwände und -fußböden, Kunststoffteile u.s.w.<br><input type="checkbox"/> Entfernen von Umkleidegängen und Isolierungen<br><input type="checkbox"/> Beseitigung der Explosionsgefahr in Behältern und Rohrleitungen<br><input type="checkbox"/> Bereitstellen einer Brandwache mit gefüllten Wassereimer, besser nach Feuerlöschern, oder mit angeschlossenen Wasserschlauch |
| 5 | Brandwache                                      | während der Arbeit<br>Name _____<br>nach Beendigung der Arbeit<br>Name _____ Dauer _____ Stunden   |
| 6 | Alarmierung                                     | Standort des nächstgelegenen Brandmelders<br>Telefons<br>Feuerwehr Ruf-Nr. _____   |
| 7 | Löschergerät/-mittel                            | <input type="checkbox"/> Feuerlöschmittel mit <input type="checkbox"/> Wasser <input type="checkbox"/> CO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/> Schaum <input type="checkbox"/> Pulver<br><input type="checkbox"/> gefüllte Wassereimer<br><input type="checkbox"/> angeschlossener Wasserschlauch   |
| 8 | Erlaubnis                                       | Die aufgeführten Sicherheitsmaßnahmen sind durchzuführen. Die Unfallhaftungsgesetzliche der Berufsgenossenschaft (§§ 4, 24, 44, 45 SGB 1 sowie SGB 10, 11, 12) der Landesregierung zur Verfügung von Betriebs- und die Sicherheitsvorschriften der Versicherer sind zu beachten.   |

Quadrat: Unterschrift des Betriebsleiters oder des dem Beauftragten  
Kreis: Unterschrift des Ausführenden

**Einrichtung**  
**ALAR MPL**  
Alarmierung in Brandfall

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Feuerwehr                         |  |
| Betriebsfeuerwehr                 |  |
| Schutzbeauftragter                |  |
| Werkleitung                       |  |
| Vorleiter                         |  |
| Stichtuntennehmer                 |  |
| Löscher für öffentliche Feuerwehr |  |

**Wichtige Rufnummern**

**Intern**

|                      |  |
|----------------------|--|
| Betriebsunterhaltung |  |
| Elektrische Anlagen  |  |
| Gas                  |  |
| Wasser               |  |
| Heizung              |  |
| Druckluft            |  |
| Betriebsarzt         |  |

**Extern**

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Polizei                            |  |
| Rotes Kreuz                        |  |
| Technische Hilfswerk               |  |
| Gaswerk (Störungsdienst)           |  |
| Wasserversorgung (Störungsdienst)  |  |
| Elektrizitätswerk (Störungsdienst) |  |
| Feuerwehr                          |  |

**Räumungsalarm**  
Alarmierungsmittel: (z.B. Sirene)  
Alarmzeichen: (z.B. Hellrot)  
Anordnung zur Räumung nur durch Brandschutzbeauftragten oder

**Brände verhüten**

Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten

**Verhalten im Brandfall**

Ruhe bewahren

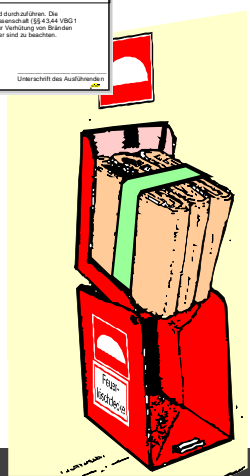
Brand melden Notruf 112

Handfeuermelder betätigen  
Ort:

In Sicherheit bringen Gefährdete Personen warnen  
Hilflose mitnehmen  
Türen schließen  
Gekennzeichneten Fluchtwegen folgen

Löschversuch unternehmen Feuerlöscher benutzen  
 Wandhydrant benutzen  
Einrichtungen zur Brandbekämpfung benutzen (z.B. Löschdecke)

## Alarmplan



## Voraussetzungen für Brände - Verbrennungsvorgang

Chemischer Prozess, bei dem ein brennbarer Stoff eine Verbindung mit Sauerstoff unter Abgabe von Wärme / Licht eingeht (Oxidation).

Einflussfaktoren auf den Verbrennungsvorgang:

Zündtemperatur / **Zündquelle**

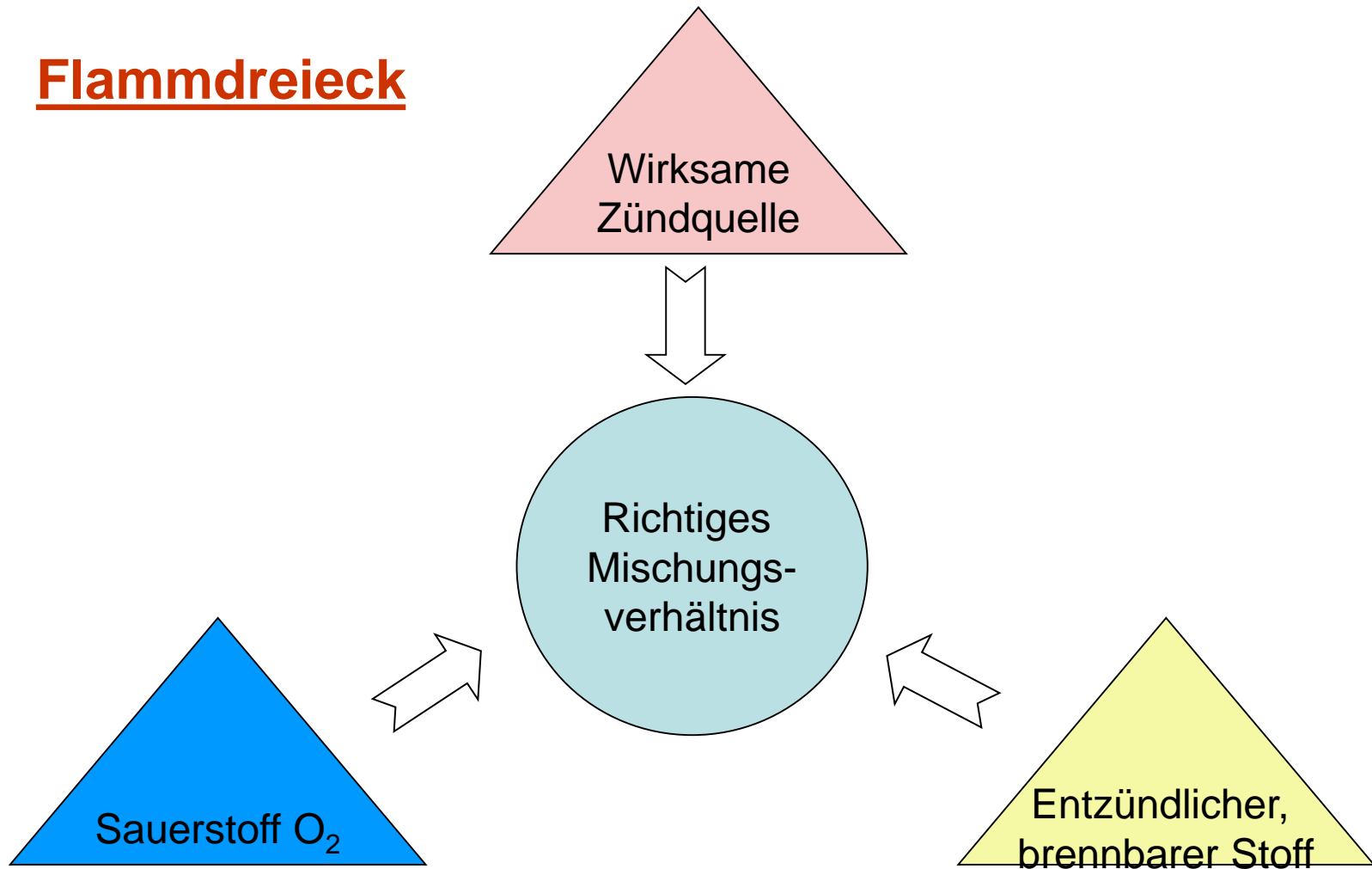
Mindesttemperatur zum Weiterverbrennen / Brandtemperatur

**Brennbarkeit der Stoffe**

Verbrennungsort (offenes Gelände, geschlossener Raum)

**Sauerstoffkonzentration**

## Flammdreieck



## Sauerstoff O<sub>2</sub>

Farbloses, geruchloses, ungiftiges und nicht brennbares Gas, das brandfördernd wirkt.

**Zu 21 % in der Atemluft enthalten.**

Ein Absenken der Konzentration auf 15 % bewirkt ein Erlöschen der Flammen und Erstickungsgefahr

Erhöhte Sauerstoffkonzentration beeinflusst die Entzündbarkeit und macht Verbrennungsvorgänge heller, heißer und schneller.



## Zünd- und Wärmequellen

Zur Auslösung eines Brandes muss der viel strapazierte zündende Funke überspringen. Es ist unerheblich, was letztendlich den Brand auslöst, wichtig ist nur, dass die Zündquelle die **Mindestzündenergie** an das Stoffgemisch abgibt. Generell werden Zündquellen in innere und äußere unterschieden.

## Innere Zündquellen

- Selbstentzündung von ölhaltigen Putzlappen
- Selbstentzündung durch chemischen Reaktionen

# Äußere Zündquellen

- Blitzeinschläge
- Elektrische Anlagen und Betriebsmittel → Wackelkontakte, schadhafte Verbindungsteile und Kurzschlüsse, Überhitzungen durch Überlastung
- Statische Elektrizität → Ladungsaustausch und Funkenbildung
- Offene Flammen → Tabakreste, Zündhölzer, Kerzen (Adventsgestecke !!!) und Flammen bei der Materialbearbeitung (Schweißen, Löten)
- Mechanisch erzeugte Funken → Funkenbildung durch Trennschleifen, Abschleifen oder Hämmern
- Heiße Oberflächen und Reibungswärme → Heizkörper, Kochplatten oder Beleuchtungseinrichtungen

**Energiequelle**

Vergaserkraftstoff

Wachs schmilzt

Sprinkleranlagen werden ausgelöst

Holz bei langandauernder Hitze entzündet

Gardinenhaken, Lautsprecher erweichen

Streichhölzer, Zeitungspapier

Temperatur von 40-60 Watt Glühlampen

Dieselkraftstoff(DIN 51601)

Heu

**glimmende Zigarette****Elektroleitungen beim Kurzschluss**

Spiritus

Stahl beginnt zu glühen

Zigarettenlut beim Ziehen

**Flamme einer Kerze**

Temperatur beim Wohnungsbrand

Flamme Streichholz

Schleif- und Schweißfunken

Hitze beim Schweißen

Temperatur eines Blitzes

**Flammpunkt in °C**

0 - 5

64

70

80

120

160 - 180

170

220 - 300

230

**300****300**

425

525

550

**650 - 950**

800 - 1200

1000

1000

1500

15000 - 30000



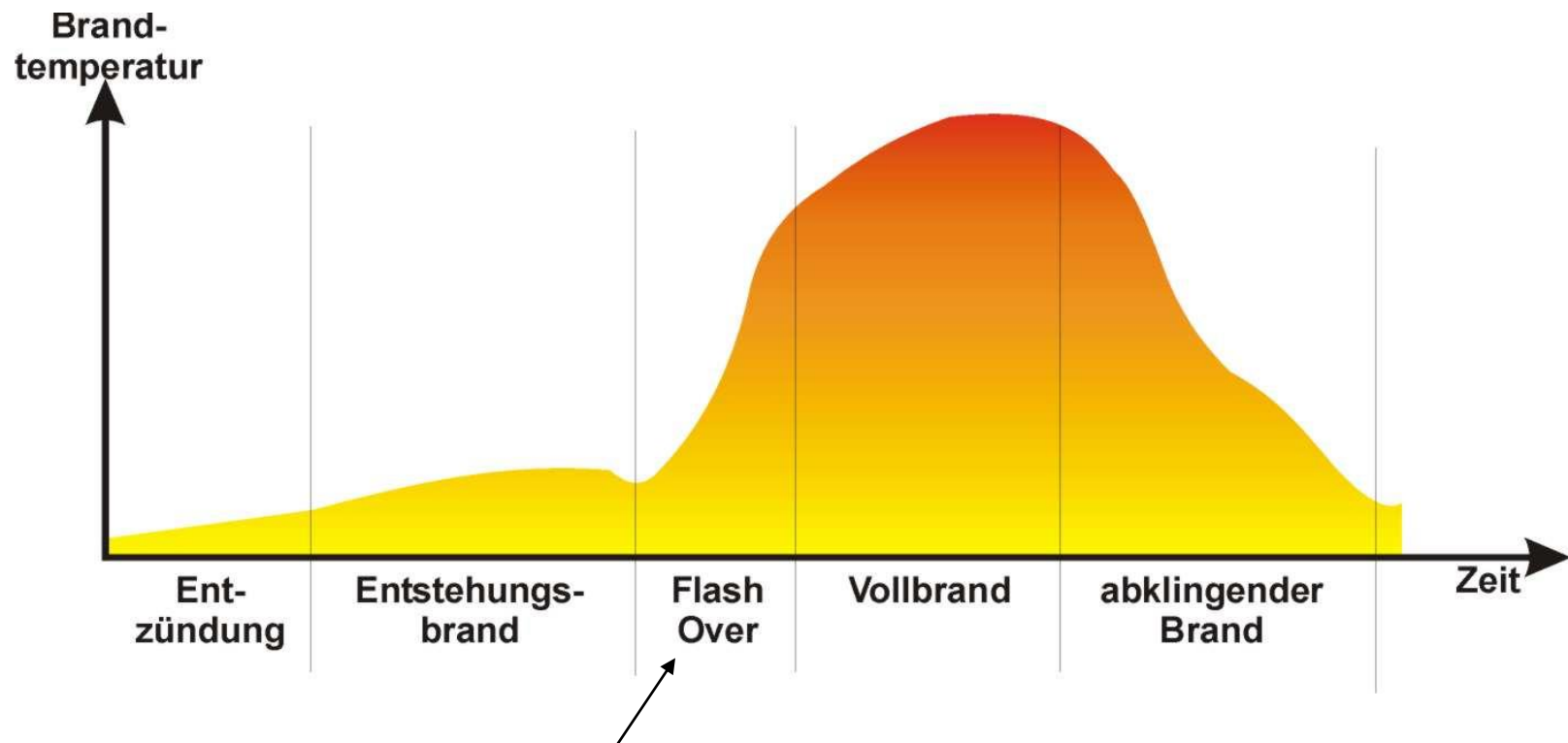
# Verbrennungsvorgang: Verpuffung, Flash Over

Anfangsphase: geringe Brandtemperatur (Entzündung)

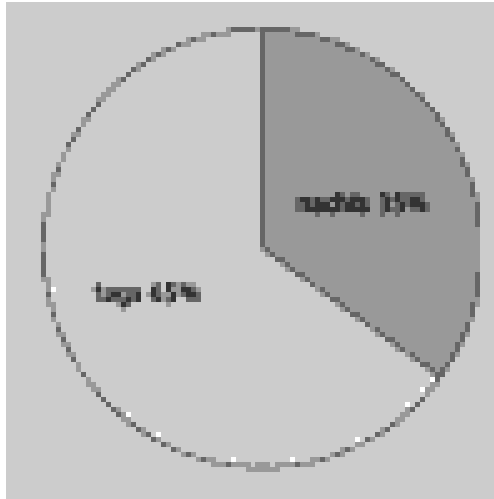
thermische Zersetzung von Stoffen, Zunahme der thermischen Energie im Raum (Entstehungs- / Schwelbrand)

blitzartiger Anstieg des Sauerstoffgehaltes, z.B. durch Bersten von Fensterscheiben oder Öffnen von Türen führt zu einem Flammenübersprung (flash over) und einem starkem Brand (Vollbrand)

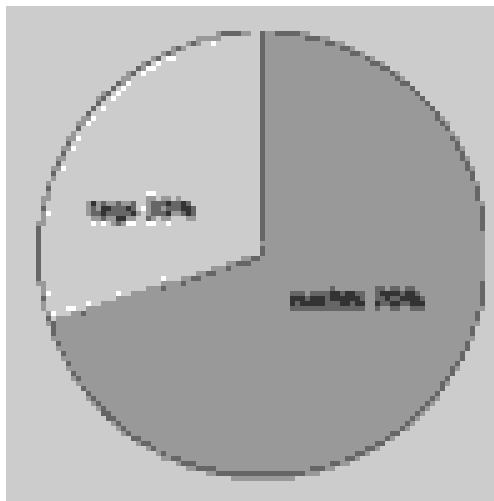
abklingender Brand aufgrund fehlender brennbarer Stoffe



Oberflächen brennbarer Stoffe entzünden sich mehr oder weniger gleichzeitig.



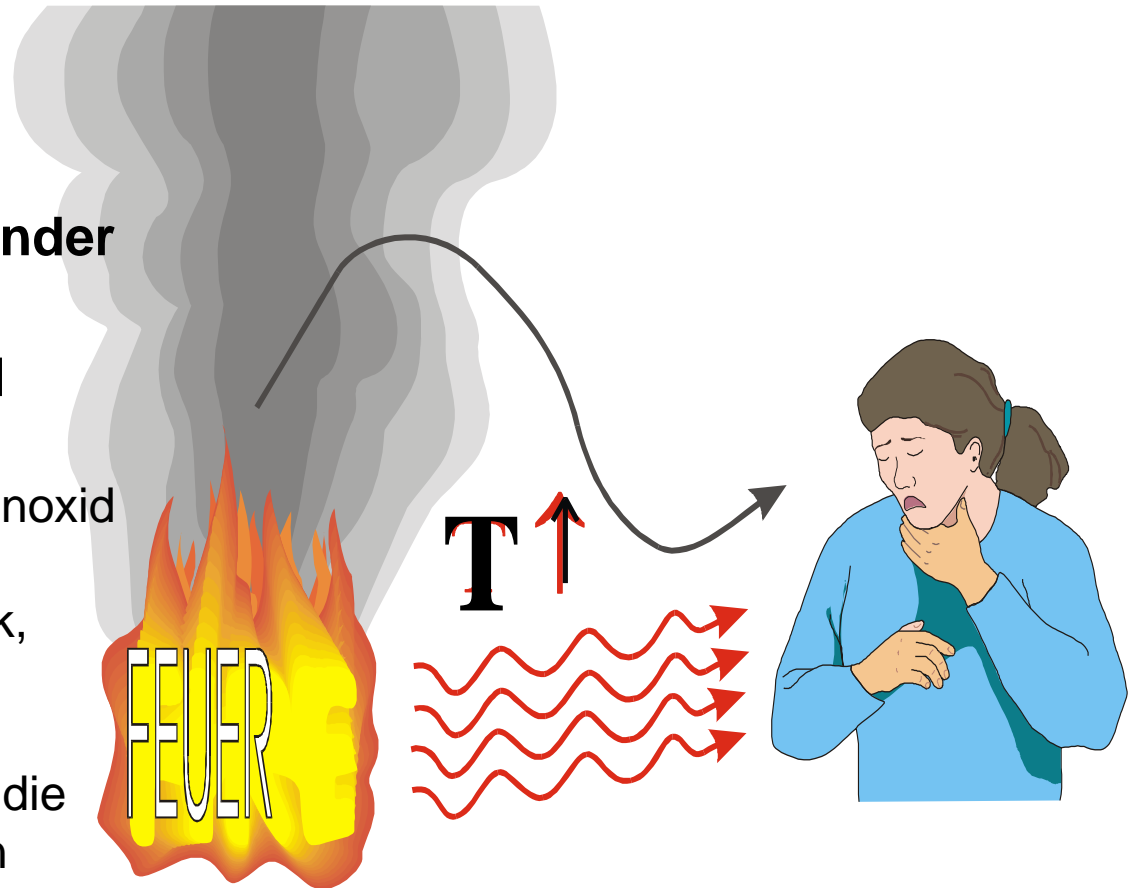
35 % aller Brände entstehen in der Nacht, 65 % entstehen am Tag



30 % aller Toten sterben in den Flammen am Tag, jedoch 70 % sterben nachts in den Flammen

## Beim Brand entstehende Gefahren

- **Sauerstoffmangel**
- **Hitze**
- **Dichter, sichtbehindernder Rauch**
- **Ätzende, reizende und giftige Gase/Dämpfe**
  - Kohlendioxid, Kohlenmonoxid ( CO<sub>2</sub>, CO )
  - Nitrose Gase, Ammoniak, Chlorwasserstoff
  - Ätzende oder korrosiv wirkende Säuredämpfe, die bei der Verbrennung von Kunststoffen entstehen



## Atemgift mit Reiz- und Ätzwirkung auf die Atemwege Ammoniak

Entsteht beim Verschwelen von Kunststofffasern, Wolle, Seide, Nylon

## Atemgifte mit erstickender Wirkung

### Kohlendioxid

Entsteht bei einem offenen Brand

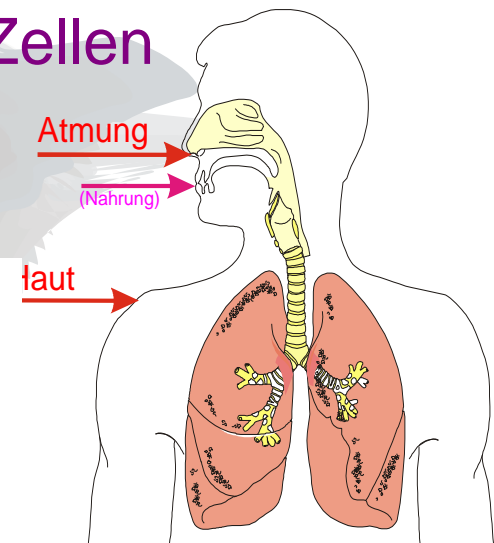
## Atemgift mit Wirkung auf Blut, Nerven und Zellen

### Blausäure

Entsteht beim Verbrennen von Polyuretan,  
Schaumstoffen, Polster möbeln, Wolle, Seide, Daunen

### Kohlenmonoxid

Ist hochgiftig und entsteht beim Verschwelen fast aller  
organischer Produkte





## Vorbeugender baulicher Brandschutz

### Gebräuchliche Abkürzungen im Brandschutz:

### Feuerwiderstandsklassen:

- **F 30**      30 min. Feuerwiderstand
  - **F 60**      60 min. Feuerwiderstand
  - **F 90**    90 min. Feuerwiderstand
  - **F120**    120 min. Feuerwiderstand
  - **F180**    180 min. Feuerwiderstand
- } feuer-  
hemmend
- } feuer-  
beständig
- hoch feuer-  
beständig

## Vorbeugender organisatorischer Brandschutz

# Ordnung und Sauberkeit

Rauchen und Umgang mit offenem Feuer



Elektrische Betriebsmittel

Fluchtwege und Rettungswege





- Zigaretten niemals achtlos wegwerfen!
- Rauchverbotszonen in Gebäuden beachten!
- Nur in zugelassenen Räumen rauchen!
- Sicherheitsaschenbecher benutzen!
- Brennende Kerzen oder sonstiges offenes Feuer niemals unbeaufsichtigt lassen!



# Verhalten im Brandfall (Zusammenfassung)

## ■ Ruhe bewahren!

- Brand sofort mit genauen Angaben über Brandstelle und Umfang des Feuers melden.



## ■ Mitarbeiter warnen.

- Lüftungs-, Transport- und Heizungsanlagen abschalten, Rohrleitungen absperren, Gashauptahn schließen, elektrische Anlagen ggf. spannungsfrei machen.
- Gefahrenbereiche sofort über Treppenträume sowie über die gekennzeichneten Flucht- und Rettungswege verlassen.



- Aufzüge nicht mehr benutzen.
- Gebückt gehen. (Schutz vor Rauch und Hitze)
- Festgelegte Maßnahmen gemäß Brandschutzordnung durchführen.
- **Rettung von Menschenleben geht vor Brandbekämpfung.**

# Verhalten im Brandfall

- Ohne Gefährdung der eigenen Person sich bis zum Eintreffen der Feuerwehr an den Bergungs- und Löschmaßnahmen beteiligen.
- Brennenden Personen Feuerlöschdecken, Mäntel o.ä. überwerfen bzw. sie darin einwickeln.  
(Feuer notfalls auch durch Rollen des Verletzten ersticken.)
- Brennendes Fett nie mit Wasser löschen.
- Beim Eintreffen der Feuerwehr deren Einsatzleiter einweisen, Haus-, Flucht- und Rettungswegepläne sowie entsprechende Schlüssel übergeben.



- **Jeder Mitarbeiter hat die gesetzliche Pflicht, sich an der Brandbekämpfung zu beteiligen.**
- **Die Mitwirkung an der Brandbekämpfung muss nach Einschätzung der Lage für den Mitarbeiter zumutbar sein.**
- **Der Mitarbeiter muss einen Brand nur dann bekämpfen, wenn für ihn nach Einschätzung der Lage keine größere Eigengefährdung besteht.**

# Löschmittel, Löschgeräte, Löschtaktik Handhabung von Feuerlöschern



13:15

## Löschmittel:

**Als Löschmittel bezeichnet man Stoffe, die geeignet sind durch bestimmte Löschwirkungen (Löscheffekte) die Verbrennung zu unterbinden.**

Löschwirkungen gegen...

..die stofflichen Voraussetzungen der Verbrennung durch:

**ERSTICKEN**

..die energetischen Voraussetzungen der Verbrennung durch:





**ABKÜHLEN**

**INHIBITION**



## Eignung der Feuerlöscher

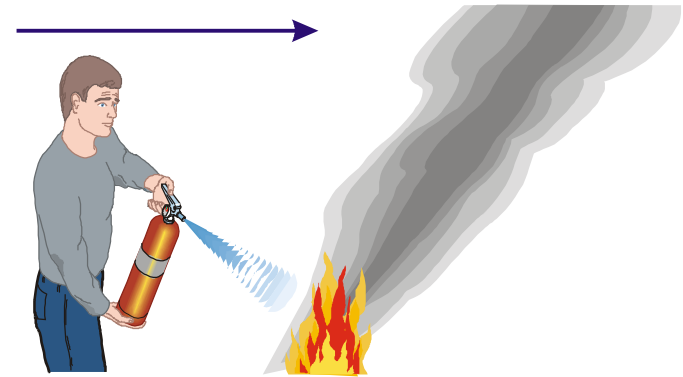
### Übersicht über den Anwendungsbereich der Löschmittel

| Brandklasse   | Art des brennbaren Stoffes  | Geeignete Handfeuerlöscher  |
|---|---|---|
|    | Brennbare <b>feste Stoffe</b> (außer Metalle), z.B. Holz, Kohle, Papier, Stroh, Textilien usw.  | Pulverlöscher mit <b>ABC-Löschpulver</b> , Wasserlöscher, Schaumlöscher.                                      |
|    | Brennbare <b>flüssige Stoffe</b> , z.B. Benzin, Fett, Lack, Öl, Teer, Verdünnung usw.   | Kohlendioxidlöscher, Pulverlöscher mit • <b>ABC-Löschpulver</b> oder • <b>BC-Löschpulver</b> , Schaumlöscher. |
|    | Brennbare <b>gasförmige Stoffe</b> , insbesondere unter Druck ausströmende Gase z.B. Azetylen, Butan, Methan, Propan, Wasserstoff, Erd- und Stadtgas usw. | Pulverlöscher<br>• mit <b>ABC-Löschpulver</b><br>oder<br>• mit <b>BC-Löschpulver</b> .                        |
|  | Brennbare <b>Metalle</b> z.B. Aluminium, Kalium, Lithium, Magnesium, Natrium und deren Verbindungen   | Pulverlöscher mit <b>Metallbrandlöschpulver</b> .   |

| <b>Brandklasse</b>       |  A |  B |  C |  D |
|--------------------------|---|---|---|---|
| <b>Wasser</b>            | X   |   |   |   |
| <b>Wasser mit Zusatz</b> | X   | X   |   |   |
| <b>ABC-Löschpulver</b>   | X   | X   | X   |   |
| <b>BC-Löschpulver</b>    |   | X   | X   |   |
| <b>Metallbrandpulver</b> |   |   |   | X   |
| <b>Kohlendioxid</b>      |   | X   | X   |   |
| <b>Schaum</b>            | X   | X   |   |   |

# Vorgehen beim Löschen

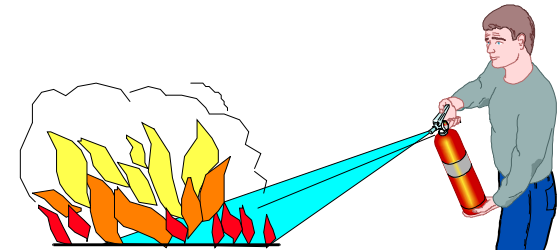
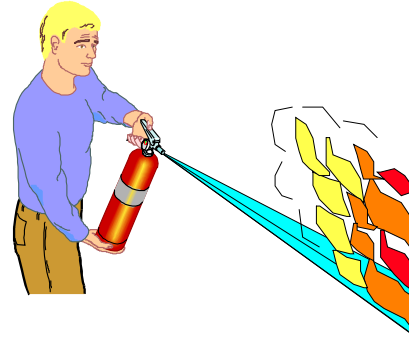
- Elektrische Verbraucher abschalten, Gashähne schließen, Fenster und Türen schließen, Lüftungsanlagen abschalten.
- Feuerlöscher erst am Brandherd in Betriebsetzen.
- Wind soll möglichst im Rücken sein.



- Vorsicht beim Öffnen geschlossener Türen:
  1. Türen erst vorsichtig einen Spalt breit öffnen, dabei Deckung hinter dem Türrahmen suchen,
  2. evtl. kurzen Löschstrahl aus dem Feuerlöscher, dann Tür weiter öffnen und Feuer bekämpfen

# Vorgehen beim Löschen

- Feuerlöscher senkrecht halten.
- Von unten nach oben und von vorn nach hinten löschen.



- Bei Kfz-Motorbränden:

Nicht auf die geschlossene Motorhaube spritzen, sondern durch die Kühleröffnungen oder von unten her löschen.

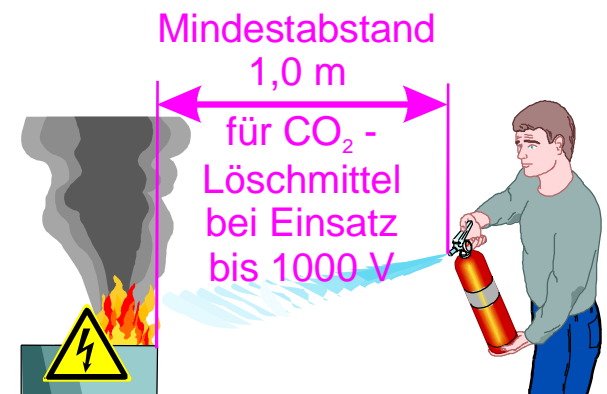
- Brände ruhender Flüssigkeiten:

Nicht mit vollem Strahl auseinander treiben, sondern Löschwolke über den Brandherd legen.

- Nur mit geeignetem Löschgerät löschen.

**Löschmitteleignung und Einsatzbedingungen beachten!**

z.B.: Wasserlöscher - nur bis 1000 Volt einsetzbar,  
Mindestabstand beim Löschen **3,0 m**



- **Nach jedem erfolgreich bekämpften Brand ist IMMER die Feuerwehr zur Brandnachschau hinzuzuziehen.**
- **Vorgesetzte sind IMMER über den erfolgreich bekämpften Entstehungsbrand zu informieren.**

Teil 2

# Explosionsschutz

Begriffe

Risikoeinschätzung








Zoneneinteilung

# Begriffsbestimmung

- Eine explosionsfähige Atmosphäre ist ein Gemisch von brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben mit Luft in gefahrdrohender Menge unter atmosphärischen Bedingungen, in dem sich nach erfolgter Entzündung eine Reaktion selbstständig fortpflanzt
- Eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ist eine explosionsfähige Atmosphäre, die in einer solchen Menge (gefahrdrohende Menge) auftritt, dass besondere Schutzmaßnahmen für die Aufrechterhaltung des Schutzes von Sicherheit und Gesundheit der betroffenen Arbeitnehmer oder anderen erforderlich werden.





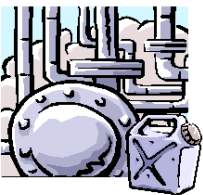



# Entstehung explosionsfähiger Atmosphären

|   | Branche                       | Beispiel für Explosionsgefährdung  |
|---|-------------------------------|--|
|    | Chemische Industrie           | In der chemischen Industrie werden brennbare Gase, Flüssigkeiten und Feststoffe in vielfältigen Prozessen umgewandelt und verarbeitet. Bei diesen Prozessen können explosionsfähigen Gemische entstehen.   |
|    | Deponien und Tiefbauarbeiten  | In Deponien können brennbare Deponiegase entstehen. Damit diese nicht unkontrolliert ausgasen und evtl. gezündet werden können, sind umfangreiche technische Maßnahmen notwendig. Brennbare Gase unterschiedlichen Ursprungs können sich in schlecht belüfteten Tunnels, Kellern usw. ansammeln. |
|    | Energieerzeugende Unternehmen | Aus stückigen, im Gemisch mit Luft nicht explosionsfähigen Kohlen können durch Förderung, Mahlung und Trocknung Kohlenstäube entstehen, die explosionsfähige Staub/Luft-Gemische bilden können.  |
|    | Entsorgungsunternehmen        | Bei der Abwasserbehandlung in Klärwerken können die entstehenden Faulgase explosionsfähige Gas/Luft-Gemische bilden.   |
|    | Gasversorgungsunternehmen     | Bei der Freisetzung von Erdgas durch Leckagen oder ähnliches kann es zur Bildung von explosionsfähigen Gas/Luft-Gemischen kommen.  |
|   | Holzverarbeitende Industrie   | Beim Bearbeiten von Werkstücken aus Holz fallen Holzstäube an. Diese können z. B. in Filtern oder Silos explosionsfähige Staub/Luft-Gemische bilden.   |
|  | Lackierbetriebe               | Das beim Lackieren von Oberflächen mit Sprühpistolen in Spritzkabinen entstehende Overspray können ebenso wie die freigesetzten Lösungsmitteldämpfe mit Luft explosionsfähige Atmosphäre bilden.   |



# Entstehung explosionsfähiger Atmosphären

|   |   |   |
|---|---|---|
|    | Landwirtschaft                            | In einigen landwirtschaftlichen Betrieben werden Anlagen zur Gewinnung von Biogas betrieben. Tritt Biogas aus, z. B. aufgrund von Leckagen, können explosionsfähige Biogas/Luft-Gemische entstehen.   |
|    | Metallverarbeitende Betriebe              | Werden Formteile aus Metallen hergestellt, können bei der Oberflächenbehandlung (Schleifen) explosionsfähige Metallstäube entstehen. Dies ist insbesondere bei Leichtmetallen der Fall. Diese Metallstäube können in Abscheidern ein Explosionsrisiko hervorrufen.                          |
|    | Nahrungsmittel- und Futtermittelindustrie | Beim Transport und der Lagerung von Getreidekörnern, Zucker etc. können explosionsfähige Stäube entstehen. Werden diese abgesaugt und in Filtern abgeschieden, kann im Filter explosionsfähige Atmosphäre auftreten.  |
|    | Pharmaindustrie                           | In der pharmazeutischen Produktion werden häufig Alkohole als Lösungsmittel eingesetzt. Außerdem können auch staubexplosionsfähige Wirk- und Hilfsstoffe, z. B. Milchzucker, eingesetzt werden.   |
|   | Raffinerien                               | Die in Raffinerien gehandhabten Kohlenwasserstoffe sind alle brennbar und je nach Flammpunkt schon bei Umgebungstemperatur in der Lage, explosionsfähige Atmosphäre hervorzurufen. Die Umgebung der erdölverarbeitenden Apparaturen wird meist als explosionsgefährdeter Bereich angesehen. |
|  | Recyclingbetriebe                         | Bei der Aufbereitung von Recyclingmüll kann es beispielsweise zu Explosionsgefährdungen durch nicht restentleerte Dosen und andere Behältnisse mit brennbaren Gasen und/oder Flüssigkeiten oder durch Papier- oder Kunststoffstäube kommen.   |

# Auftreten gefährl. Atmosphären

## Gase und Dämpfe:

- Dichteverhältnis bezogen **auf Luft**, denn je schwerer die Gase **und** Dämpfe sind, desto **schneller fallen** sie nach unten, wobei sie sich **fortschreitend mit der zur Verfügung stehenden Luft vermischen** und in **Gruben, Kanälen und Schächten verbleiben**.



Ausbreitungsverhalten  
von verflüssigten Gasen

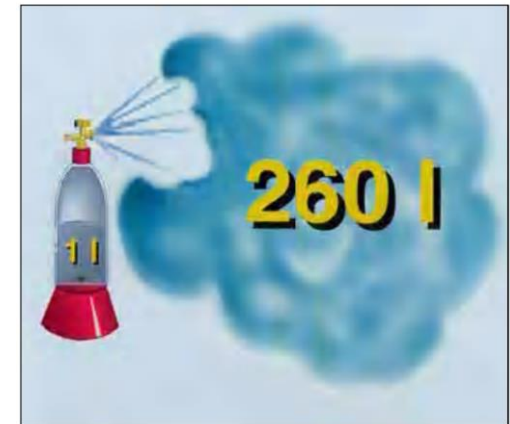
## Stäube

- Auftreten von aufgewirbeltem Staub, z. B. in Filtern, bei der Förderung in Behälter, an Übergabestellen oder im Inneren von Trocknern, Bildung von Staubablagerungen, bevorzugt auf waagerechten oder schwach geneigten Flächen und Aufwirbeln von Stäuben.  
Korngröße.

# Auftreten gefährl. Atmosphären

## Flüssigkeiten und Nebel:

- **Verdunstungszahl, die bei einer bestimmten Temperatur die sich bildende Menge explosionsfähiger Atmosphäre bestimmt.**
- **Größe der Verdunstungsfläche und Verarbeitungstemperatur, z. B. bei Versprühen oder Verspritzen von Flüssigkeiten.**
- **Überdruck, durch den versprühte Flüssigkeiten in die Umgebung freigesetzt werden und explosionsfähige Nebel bilden.**



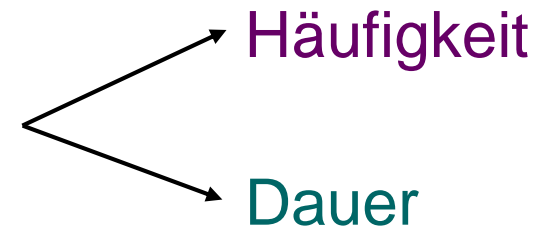
Bereits kleine Mengen brennbarer Flüssigkeiten können bei ihrer Verdampfung zu großen Mengen brennbarer Dämpfe führen (Beispiel verflüssigtes Propan). Hinweis: 1 Liter Flüssigpropan ergibt, wenn im gasförmigen Zustand mit Luft bis zur unteren Explosionsgrenze verdünnt, 13 000 Liter explosionsfähige Atmosphäre.<sup>4</sup>

# Begriffsbestimmung

- Explosionsgefährdete Bereiche sind räumliche Bereiche, in denen aufgrund der örtlichen und betrieblichen Verhältnisse eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann. Diese Bereiche werden nach Häufigkeit und Dauer des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in Zonen unterteilt.



Zonen-Zuordnung in  
Abhängigkeit von



# Explosionsschutz

Zur Vermeidung von Gefährdungen hat der Arbeitgeber

- festzustellen, ob gefährliche Stoffe durch ungefährliche Stoffe ersetzt werden können (nach GefStoffV), mit dem Ziel der Verhinderung der Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre;
- Maßnahmen zu treffen, die die Zündung einer explosionsfähigen Atmosphäre verhindern;
- Maßnahmen zu treffen, die die schädlichen Auswirkungen auf ein unbedenkliches Maß abschwächen.

Bei Vorliegen einer Gefährdung durch Explosion ist unabhängig von der Anzahl der Beschäftigten vor Aufnahme der Arbeit das Explosionsschutzdokument zu erstellen.

# Primärer Explosionsschutz

Maßnahmen, die die Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre verhindern oder einschränken:

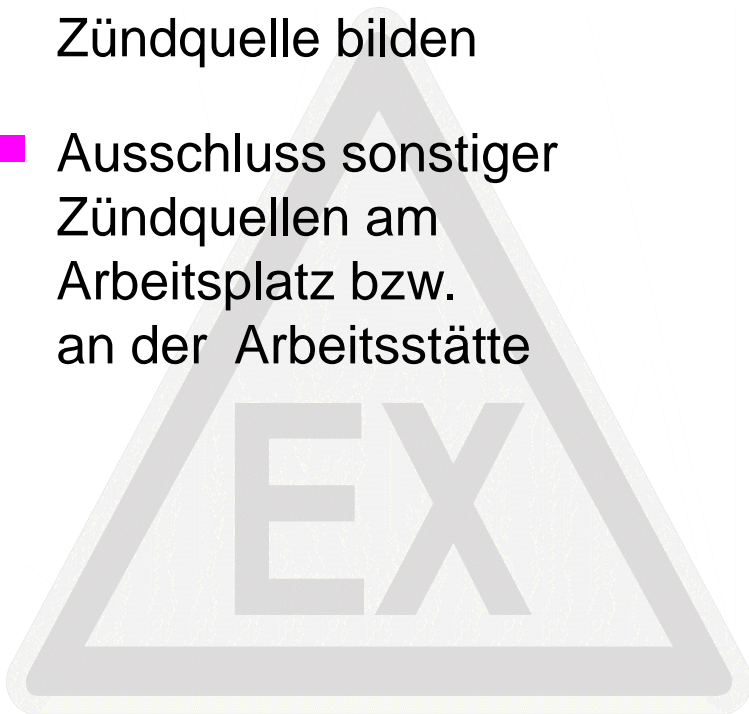
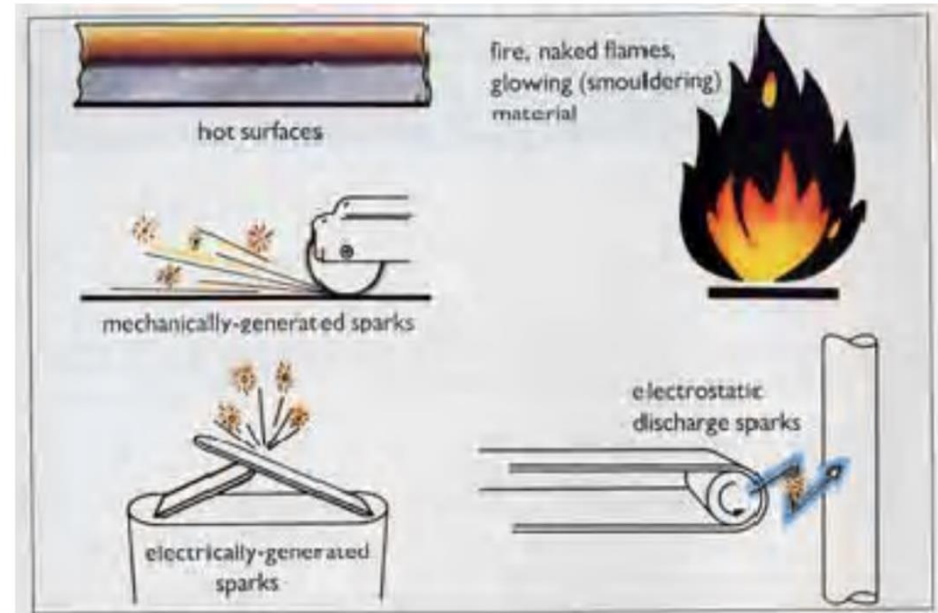
- Ersatz der leicht brennbaren Flüssigkeiten, brennbaren Gase und Stäube durch Stoffe, die keine explosionsfähige Atmosphäre bilden
- Inertisierung
- Verwendung geschlossener Systeme
- Lüftungsmaßnahmen
- Konzentrationsüberwachung, die im Ereignisfall automatisch weitere Schutzmaßnahmen auslöst
- Konzentrationsbegrenzung im Inneren von Apparaturen, wodurch die Konzentration der brennbaren Stoffe außerhalb des Explosionsbereichs gehalten wird



# Sekundärer Explosionsschutz

Maßnahmen, die eine Entzündung einer explosionsfähigen Atmosphäre verhindern:

- Einsatz von Anlagen und Betriebsmitteln, die keine Zündquelle bilden
- Ausschluss sonstiger Zündquellen am Arbeitsplatz bzw. an der Arbeitsstätte



# Kennzeichnung von Ex-Bereichen

- Explosionsgefährdete Bereiche sind an ihren Zugängen mit Warnzeichen zu kennzeichnen:

*Zeichen nach Anhang III der Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphäre gefährdet werden können (Fünfzehnte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Abs. 1 der Richtlinie 89/391/EWG)*





## Verhinderung der explosionsfähigen Atmosphäre

Die **Verhinderung der explosionsfähigen Atmosphäre** ist die einzige dauerhaft und kontinuierlich sichere Methode zum Arbeiten.

Die Maßnahmen dazu sind individuell zu prüfen und zu realisieren.

Wenn das nicht möglich ist,

- muss das konkrete Risiko ermittelt werden,
- muss der Bereich nach Anhang 3 in Zonen eingeteilt werden,
- müssen die Maßnahmen nach Anhang 4 ergriffen werden,
- muss ein Explosionsschutzdokument angefertigt werden.



# Risikoermittlung

Wenn sich eine explosionsfähige Atmosphäre nicht verhindern lässt, sind die konkreten Risiken durch die explosionsfähige Atmosphäre zu ermitteln.

Dabei sind von erheblicher Bedeutung:

- beteiligte Stoffe
- Explosionsgrenzen
- Zündung
- Umgebungsbeschaffenheit

$$R = W \times S$$

R: Risiko

W: Wahrscheinlichkeit des Eintritts einer Gefährdung

S: Ausmaß des Schadens

# Zoneneinteilung

- Für explosionsgefährdete Bereiche ist eine Gefährdungsbeurteilung anzufertigen.
- Entsprechend den Risiken sind die explosionsgefährdeten Bereiche in Zonen einzuteilen.
- Aus dieser Einteilung ergibt sich der Umfang der zu ergreifenden Sicherheitsvorkehrungen (Anhang 4).

**Zuordnung der  
explosionsfähigen Bereiche**

**Zone 0**

**Zone 1**

**Zone 2**

**Zone 20**

**Zone 21**

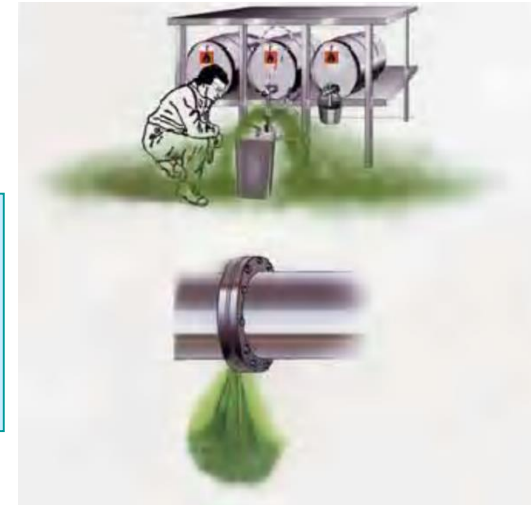
**Zone 22**

# Bereiche mit explosionsfähiger Atmosphäre

Explosionsgefährdete Bereiche sind in Zonen zu unterteilen:

## Zone 0

Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln **ständig, über lange Zeiträume oder häufig** vorhanden ist.



## Zone 1

Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.

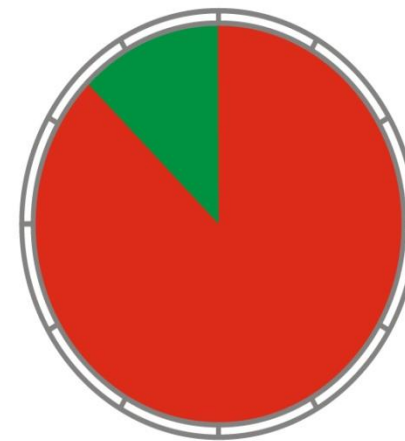
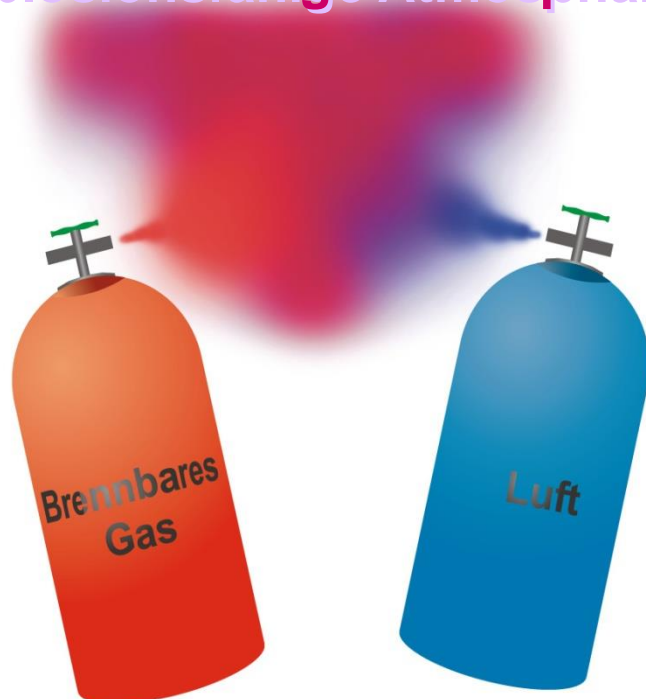
## Zone 2

Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln **normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig** auftritt.

# Zone 0

- Zone 0 ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

## explosionsfähige Atmosphäre

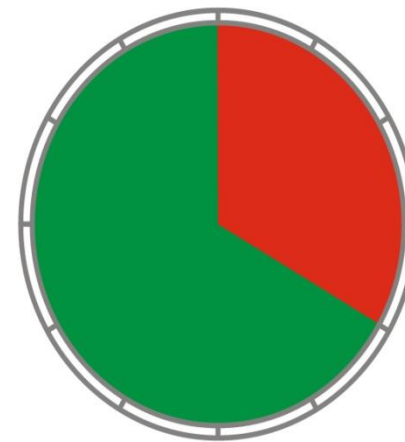


**ständig,  
über lange  
Zeiträume,  
häufig**

# Zone 1

- Zone 1 ist ein Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.

## explosionsfähige Atmosphäre

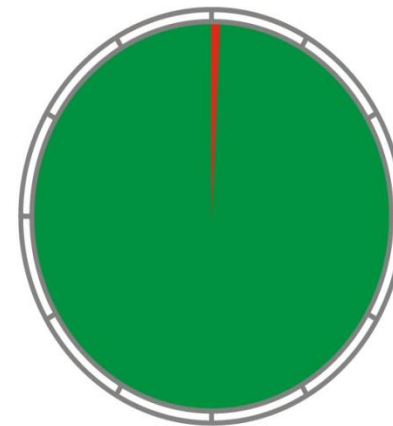


gelegentlich

# Zone 2

- Zone 2 ist ein Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

## explosionsfähige Atmosphäre



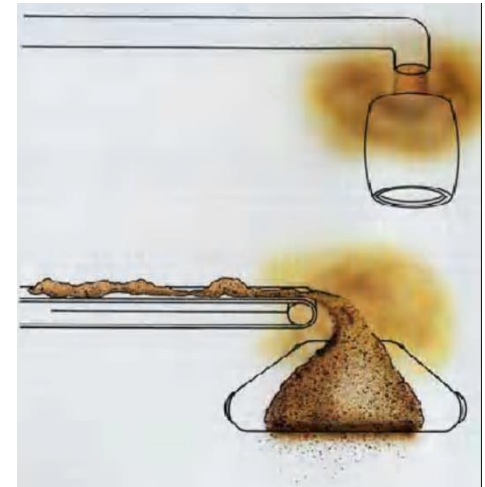
nie,  
kurzzeitig

# Bereiche mit explosionsfähiger Atmosphäre

Explosionsgefährdete Bereiche sind in Zonen zu unterteilen:

## Zone 20

Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.



## Zone 21

Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub bilden kann.

## Zone 22

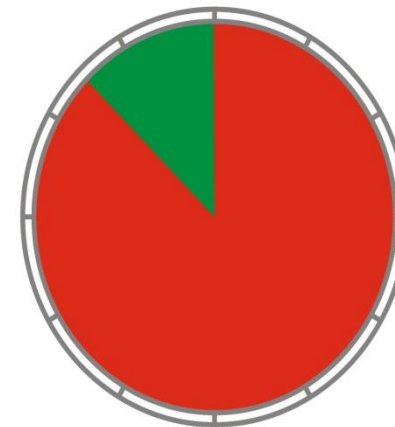
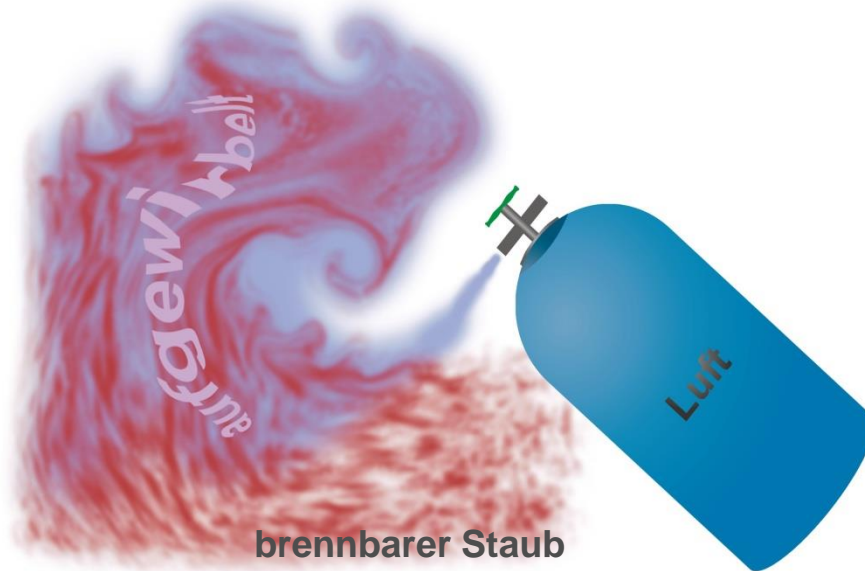
Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.



# Zone 20

- Zone 20 ist ein Bereich, in dem gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

## explosionsfähige Atmosphäre

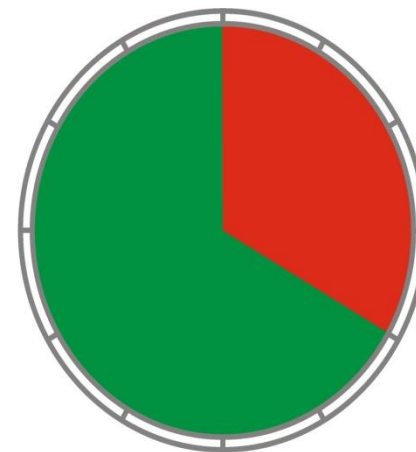
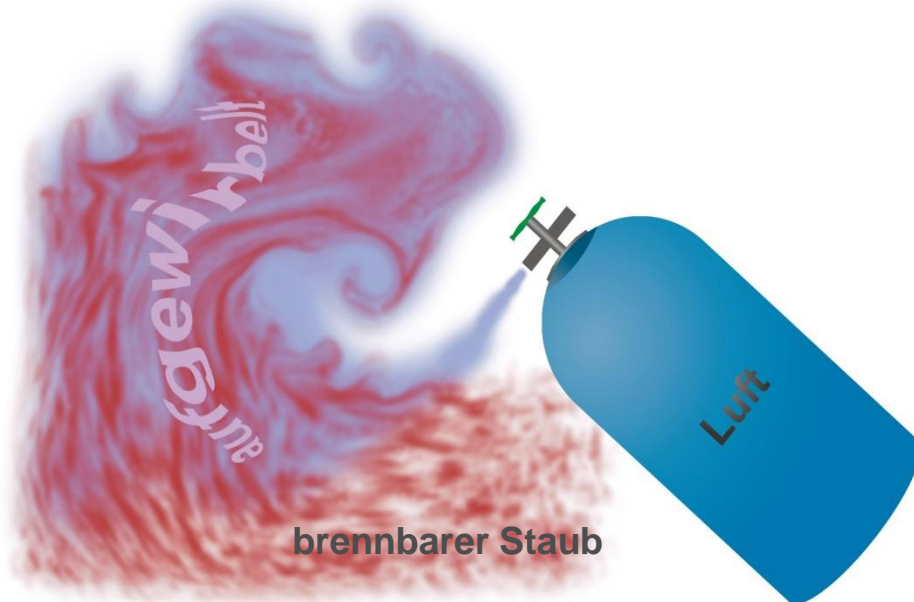


**ständig,  
über lange  
Zeiträume,  
häufig**

# Zone 21

- Zone 21 ist ein Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub bilden kann.

## explosionsfähige Atmosphäre

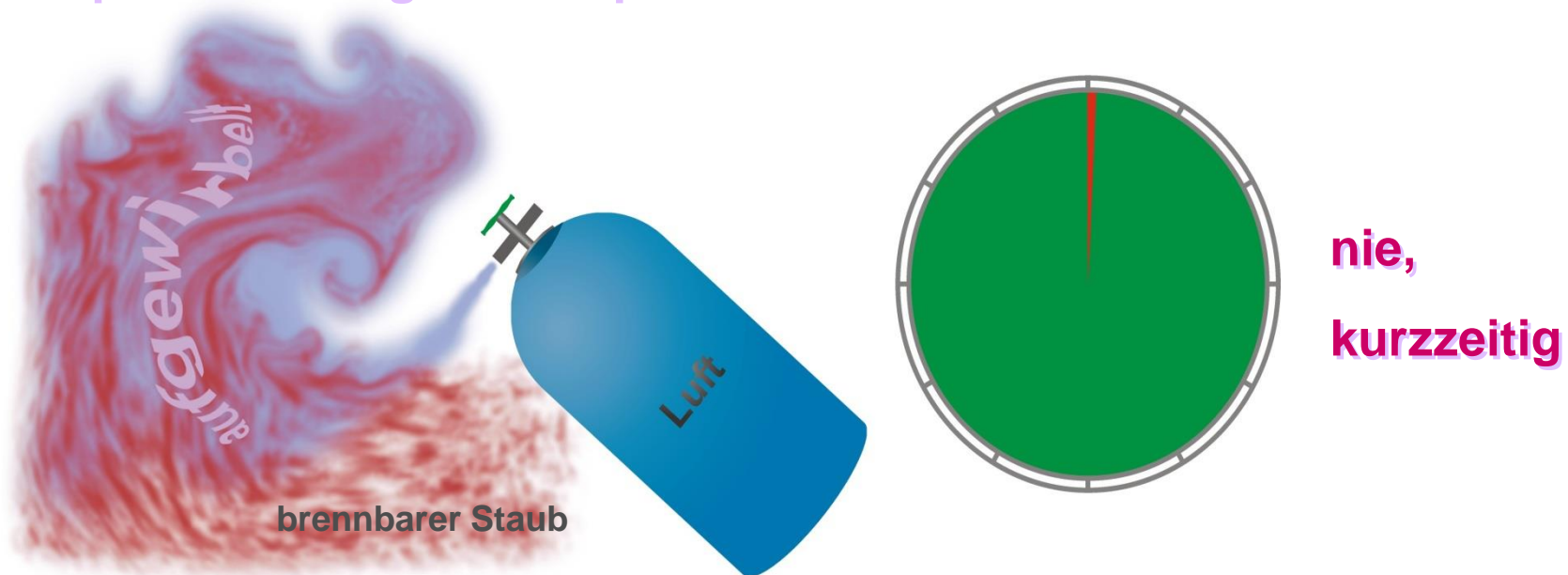


gelegentlich

# Zone 22

- Zone 22 ist ein Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke aus in der Luft enthaltenem brennbarem Staub normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

## explosionsfähige Atmosphäre



# Explosionsschutzdokument

Der Unternehmer hat ein Dokument zu erstellen und auf aktuellem Stand zu halten. Aus diesem Explosionsschutzdokument muss hervorgehen,

- dass die Explosionsgefährdungen ermittelt und einer Bewertung unterzogen worden sind,
- dass angemessene Vorkehrungen getroffen wurden, um die Ziele des Explosionsschutzes zu erreichen,
- welche Bereiche in Zonen eingeteilt worden sind,
- für welche Bereiche die Mindestvorschriften (des Anhangs 4) gelten.



Das Explosionsschutzdokument ist vor Aufnahme der Arbeit zu erstellen.

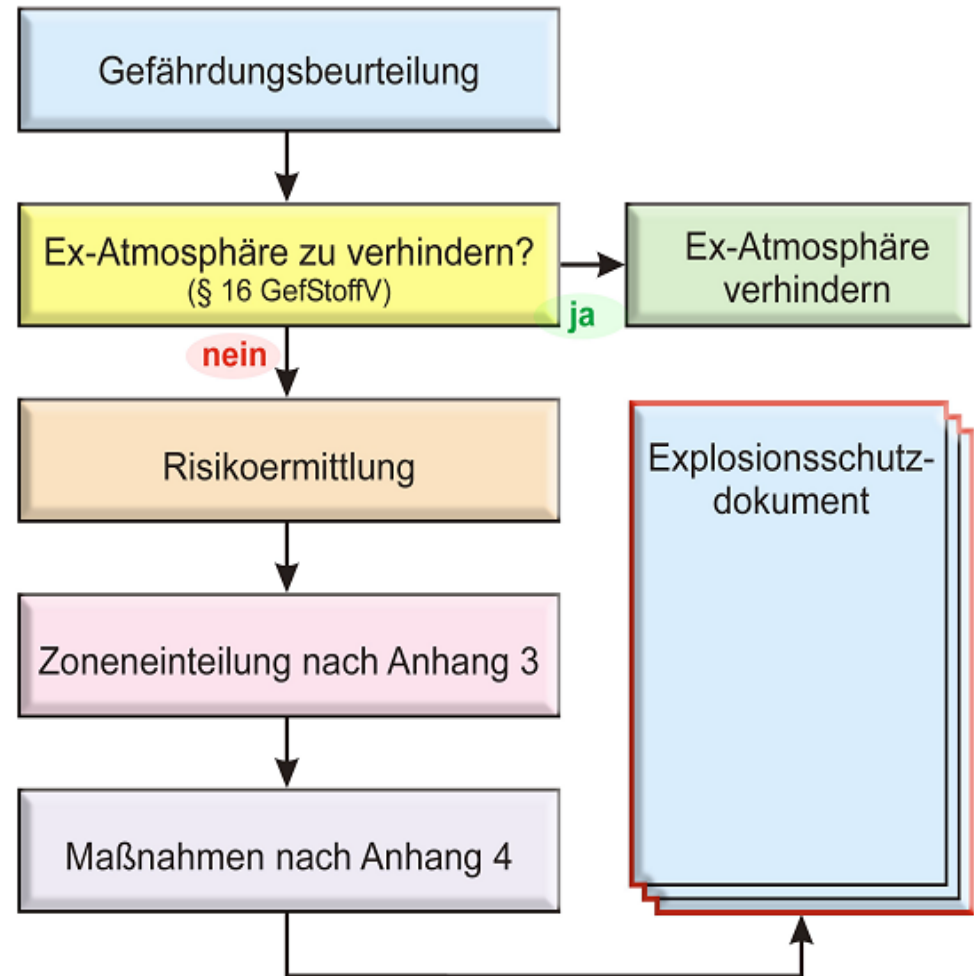
# Explosionsschutzdokument

- umfassender Überblick über die Gefahren und die Schutzmaßnahmen
- Arbeitsgrundlage für den verantwortlichen Betreiber zur Verbesserung des Arbeitnehmer- und Nachbarschaftsschutzes
- Genehmigungsverfahren werden vereinfacht
- Das Explosionsschutzdokument kann ggf. im Rahmen von Auditierungen verwendet werden.
- ein einziges Dokument für alle Beteiligten (Betreiber, Planer, Lieferanten, Arbeitssicherheit, Betriebsrat, Versicherung, Behörden)

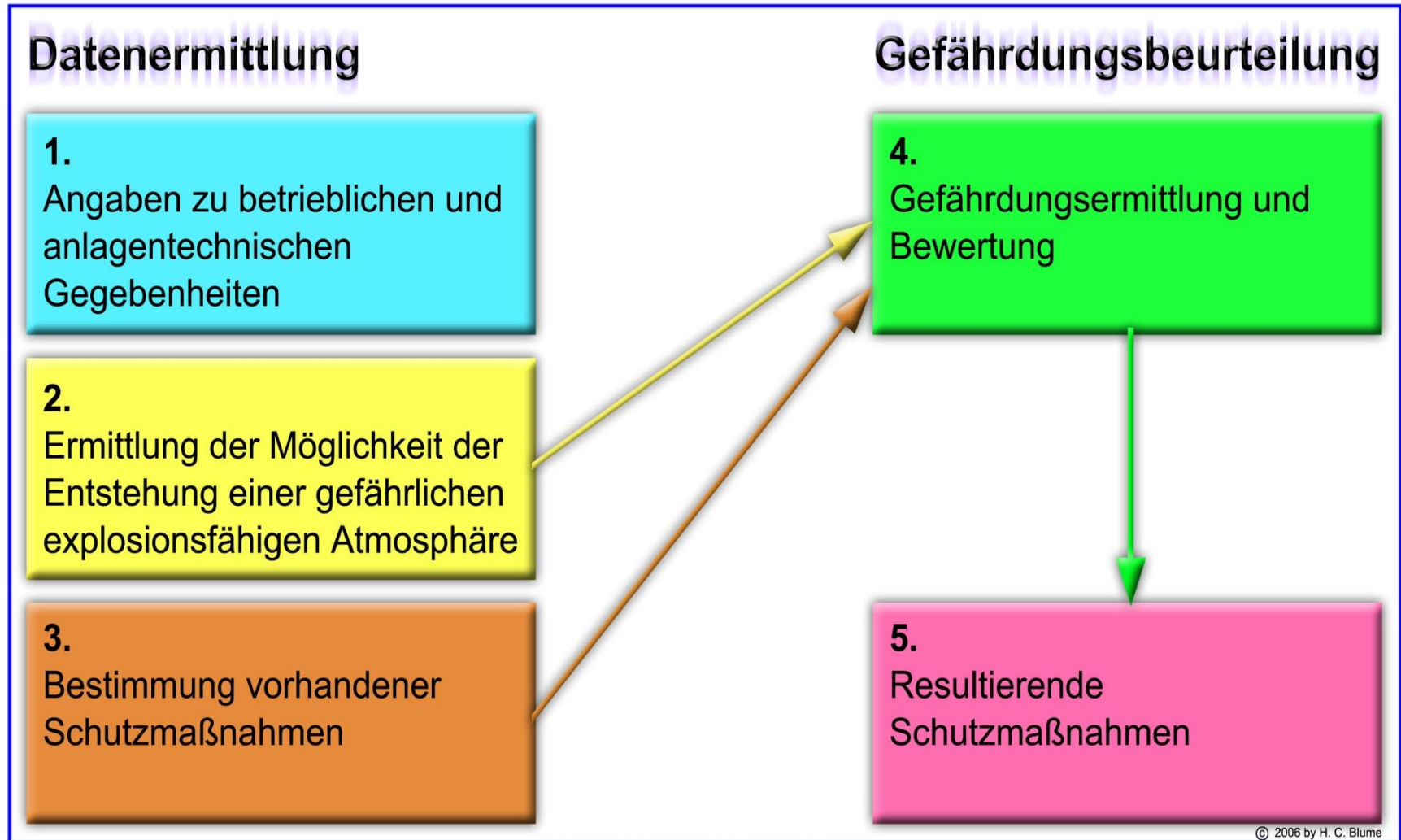


# Explosionsschutzdokument

Die Grafik zeigt die Vorgehensweise zur Erstellung eines Explosionsschutzdokuments.



# Explosionsschutzdokument



# Explosionsschutzdokument

Beim Zusammenwirken von mehreren Arbeitgebern muss das Explosionsschutzdokument genauere Angaben über

- das Ziel,
- die Maßnahmen,
- die Bedingungen der Durchführung

der Koordinierung zwischen den Beteiligten enthalten.

Koordinator ist der Arbeitgeber, der die Arbeitsmittel bereitstellt.

Zur Erstellung des Explosionsschutzdokuments kann auf vorhandene gleichwertige Unterlagen, die aufgrund von Verpflichtungen nach anderen Rechtsvorschriften erstellt worden sind, zurückgegriffen werden.

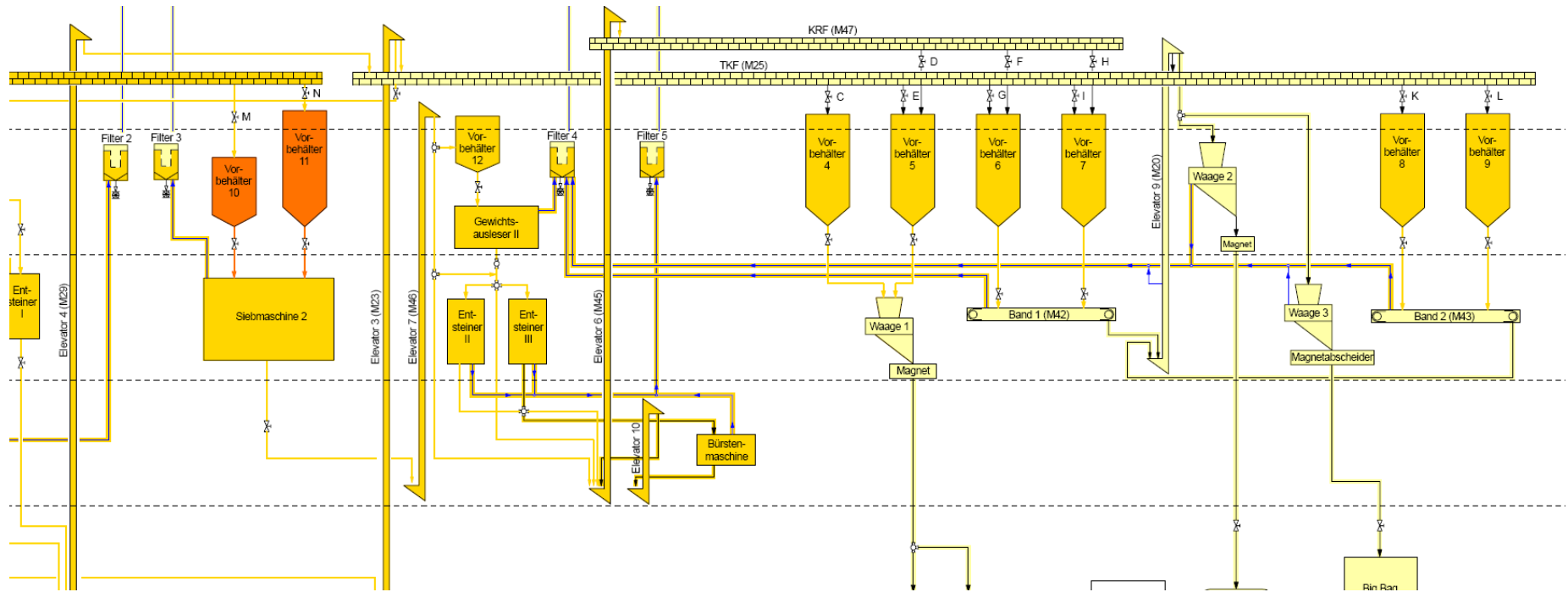
## Explosionsschutzdokument

Koordination mehrerer Arbeitgeber

- Ziel
- Maßnahmen
- Bedingungen der Durchführung



# Ex-Zonen Plan



Definition der Zoneinteilung gemäß BGR 104:



**Zone 20:** Umfasst Bereiche, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre, die aus Staub / Luft-Gemischen besteht, ständig, langfristig oder häufig (im Sinne von "zeitlich überwiegend") vorhanden ist.



**Zone 21:** Umfasst Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus Staub / Luft-Gemischen gelegentlich auftritt.