

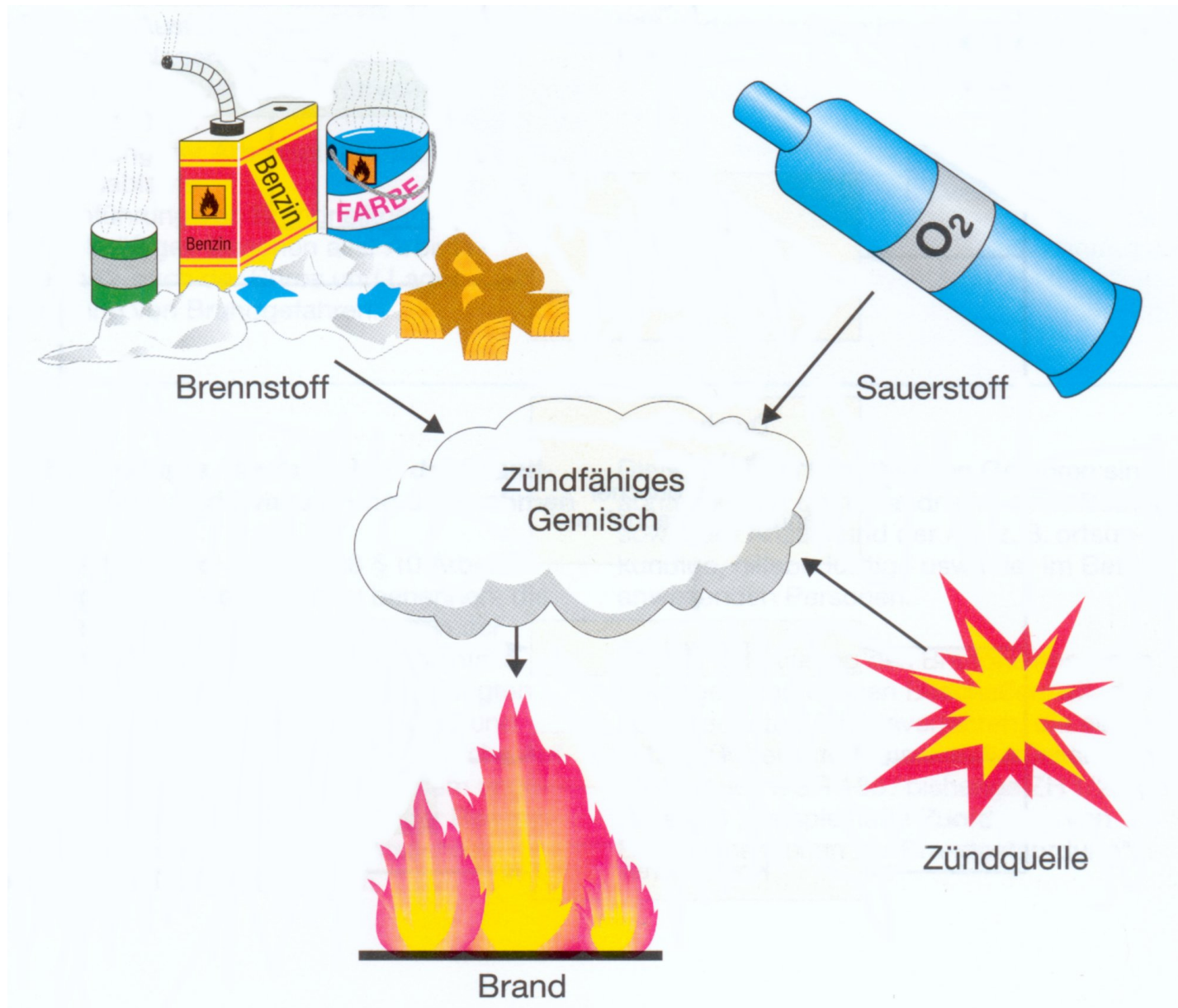
Arbeitsschutztag Sachsen-Anhalt
Leuna, den 23.09.2009

Gefahren und Schutzmaßnahmen brennbarer Stoffe

Experimentalvortrag

Jürgen Gehre
Maschinenbau- und Metall Berufsgenossenschaft

Voraussetzungen für Verbrennungsvorgänge

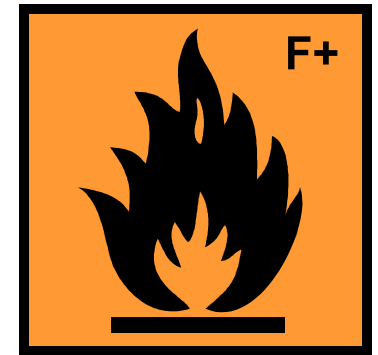


Gefährlichkeitsmerkmale nach GefStoffV

Gefährliche Stoffe und Zubereitungen
sind hochentzündlich, wenn sie

in flüssigen Zustand einen extrem niedrigen Flammpunkt
und einen niedrigen Siedepunkt haben,

als Gase bei gewöhnlicher Temperatur und Normaldruck in Mischung mit Luft
einen Explosionsbereich haben,



Gefährlichkeitsmerkmale nach GefStoffV

Gefährliche Stoffe und Zubereitungen
sind leichtzündlich, wenn sie

sich bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft ohne
Energiezufuhr erhitzen und schließlich entzünden können,

in festem Zustand durch kurzzeitige Einwirkung einer Zündquelle leicht
entzündet werden können und nach deren Entfernung in gefährlicher Weise
weiterbrennen oder weiterglimmen,

in flüssigem Zustand einen sehr niedrigen Flammpunkt haben,

bei Berührung mit Wasser oder feuchter Luft hochentzündliche Gase in
gefährlicher Menge entwickeln,



Gefährlichkeitsmerkmale nach GefStoffV

Gefährliche Stoffe und Zubereitungen
sind entzündlich, wenn sie

in flüssigem Zustand einen niedrigen Flammpunkt haben,

Aluminium-Staubexplosion forderte acht Menschenleben

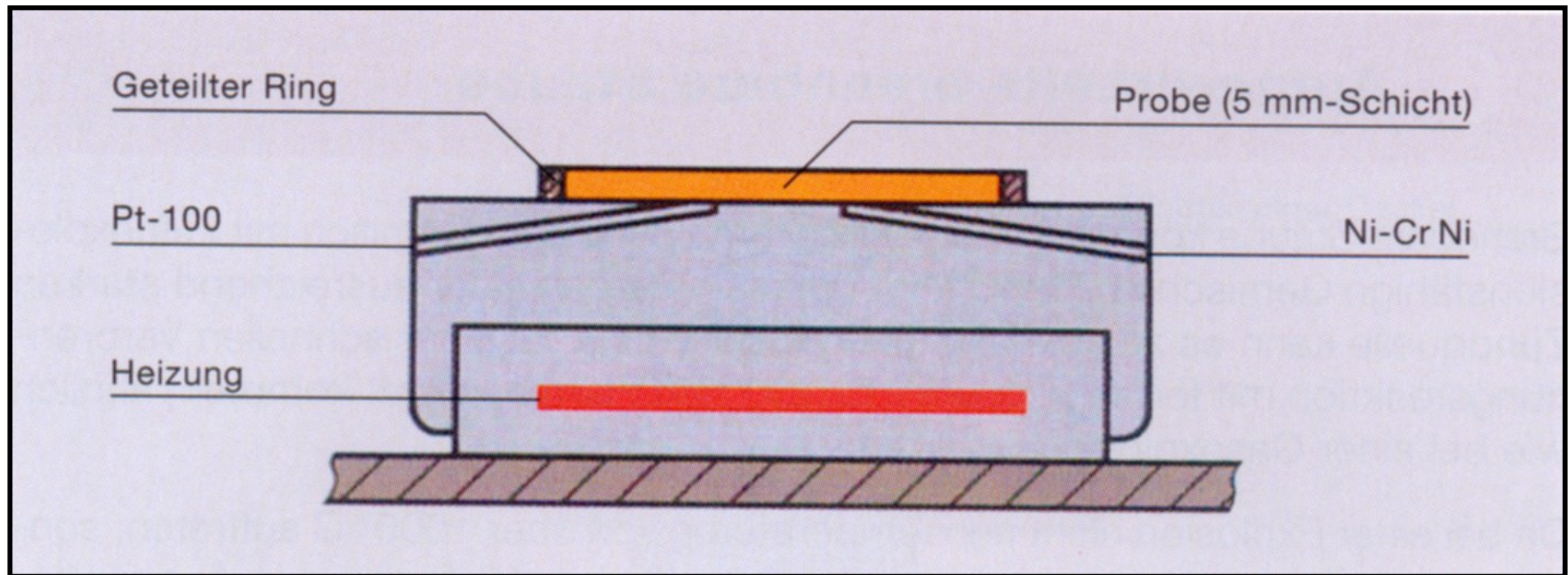


Quelle: s. i. s. Nr. 10/81

Beurteilung brennbarer fester Stoffe

- Entzündbarkeit
- Brennzahl (von Stäuben)
- Glimmtemperatur (von Stäuben)
- untere Explosionsgrenze (von Stäuben)

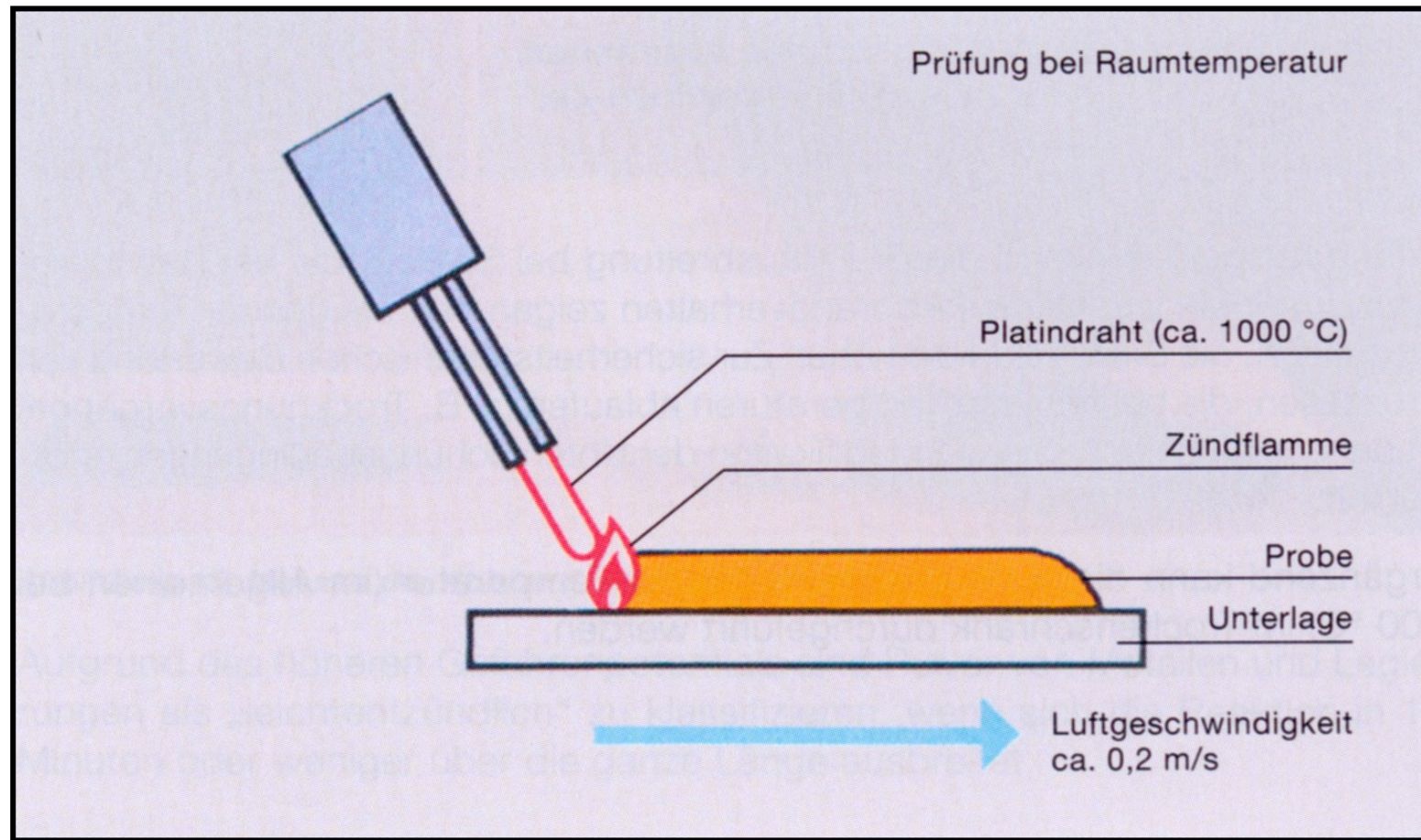
Bestimmung der Glimmtemperatur (VDE 1170/171)



Die Glimmtemperatur ist die unter vorgeschriebenen Versuchsbedingungen ermittelte niedrigste Temperatur einer heißen Oberfläche, bei der eine Staubschicht von 5mm Dicke entzündet wird.

Wichtig für die Auswahl elektrischer und nichtelektrischer Betriebsmittel in Bereichen, in denen es zu Staubablagerungen kommen kann.

Bestimmung der Brennzahl von Feststoffen (VDI 2263-1)



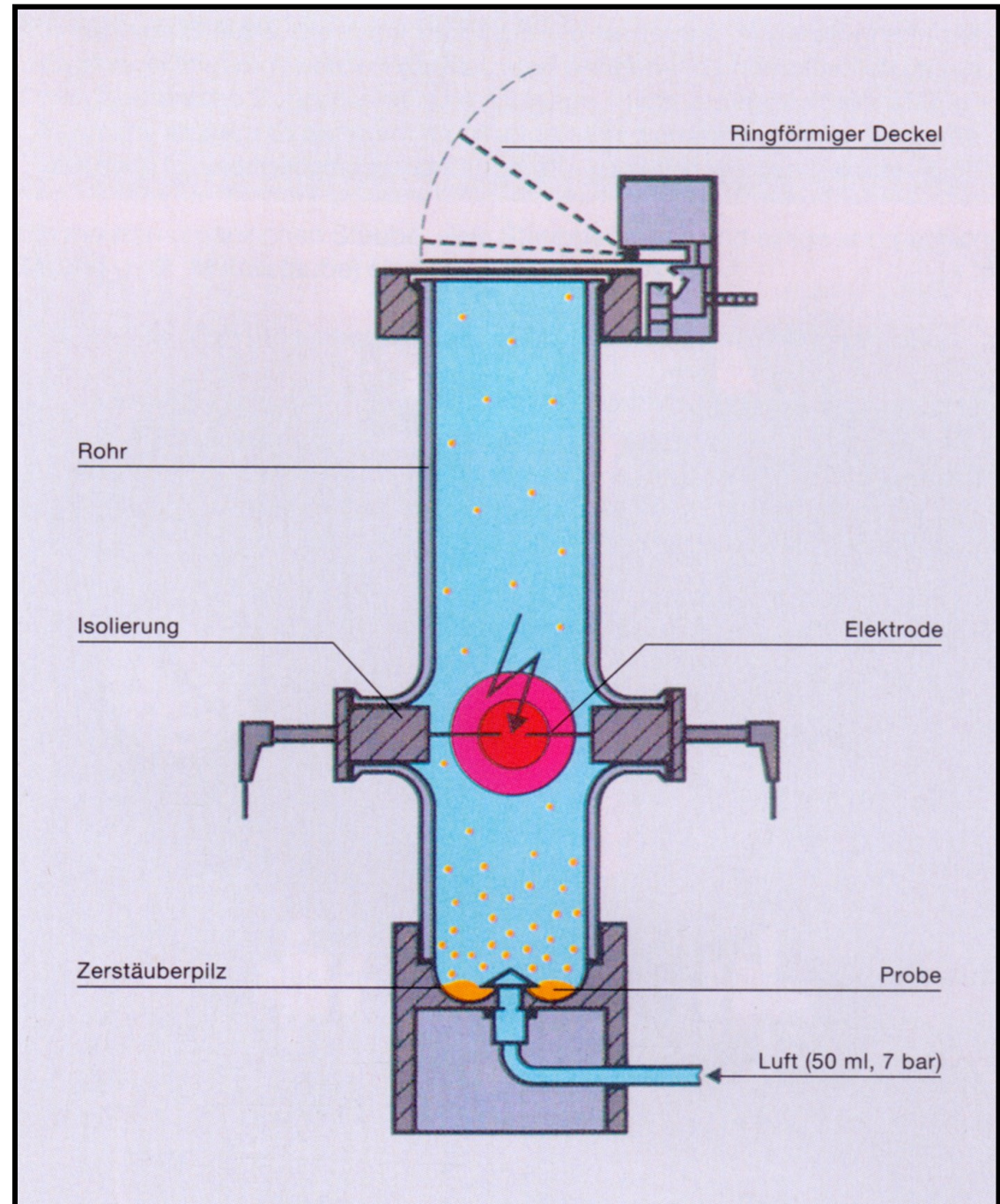
Die Brennzahl (BZ) ist ein Kriterium für die Ausbreitung eines Brandes nach lokaler Einwirkung einer hinreichend starken Zündquelle und somit eine wichtige Kenngröße für das Brandverhalten von Feststoffen und das darauf aufbauende Brandschutzkonzept.

Bestimmung der Brennzahl von Feststoffen (VDI 2263-1)

Art der Reaktion		BZ	Beispiele
Keine Ausbreitung eines Brandes	Kein Anbrennen	1	Kochsalz
	Kurzes Anbrennen und rasches Erlöschen	2	Weinsäure
	Örtliches Brennen oder Glimmen mit höchstens geringer Ausbreitung	3	Milchzucker
Ausbreitung eines Brandes	Durchglühen ohne Funkenwurf (Glimmbrand) oder langsame, flammenlose Zersetzung	4	Lykopodium, Tabak
	Ausbreitung eines offenen Brandes oder Abbrennen unter Funkensprühen	5	Schwefel
	Verpuffungsartiges Abbrennen oder rasche, flammenlose Zersetzung	6	Schwarzpulver

Bestimmung der Staubexplosionsfähigkeit im modifizierten Hartmannrohr (VDI 2263)

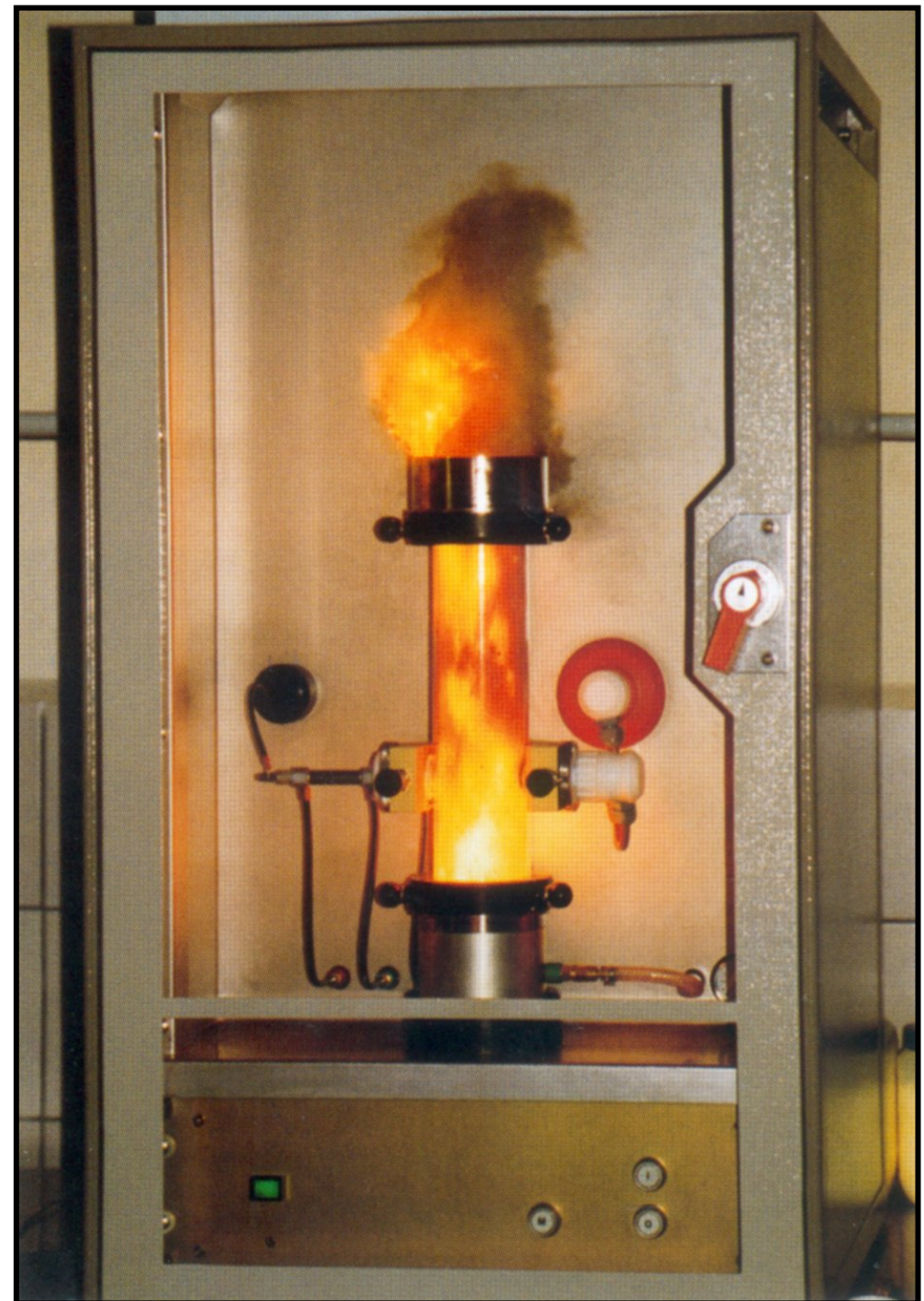
Ein Stoff ist staubexplosionsfähig, wenn er im Gemisch mit Luft durch Einwirkung einer Zündquelle definierter Energie zu einer sich selbst erhaltenden Flammenausbreitung initiiert werden kann, die im geschlossenen Behälter mit einer Drucksteigerung verbunden ist.



Bestimmung der Staubexplosionsfähigkeit im modifizierten Hartmannrohr (VDI 2263)

Explosionsklassen nach K_{st} -Wert für
brennbare Stäube

K_{st} -Wert	Staub- explosions- klasse
> 0 bis 200 bar·m·s ⁻¹	St 1
> 200 bis 300 bar·m·s ⁻¹	St 2
> 300 bar·m·s ⁻¹	St 3



Beurteilung brennbarer flüssiger Stoffe

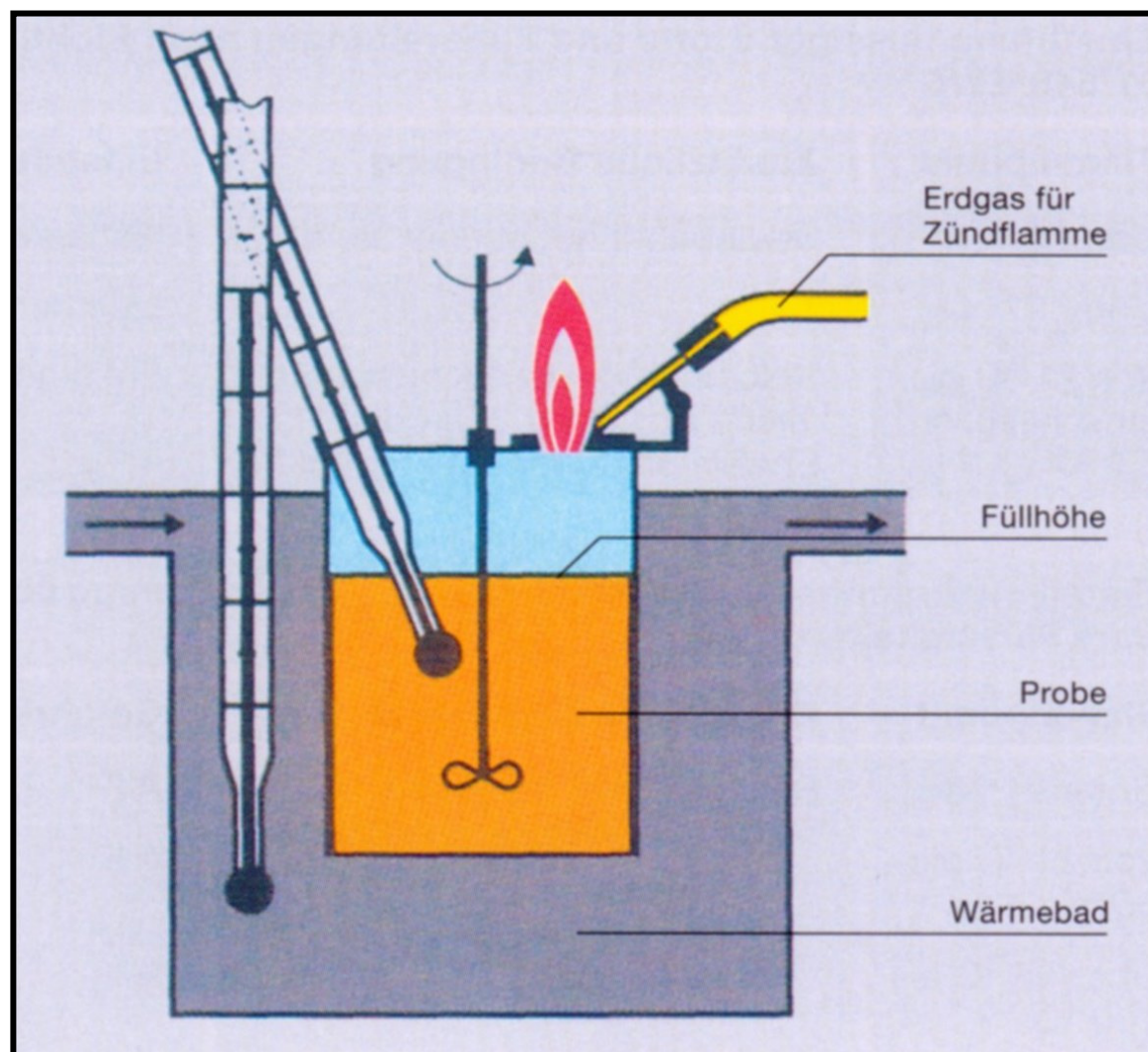
- Entzündbarkeit (Flammpunkt)
- Explosionsbereich
- Dichte

Lacktrockenofen explodierte





Flammpunktprüfung nach Abel-Pensky (DIN 51755)

Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur einer brennbaren Flüssigkeit, bei der unter bestimmten Versuchsbedingungen sich oberhalb des Flüssigkeitsspiegels gerade soviel Dampf bildet, dass dieser sich in Mischung mit Luft beim Hinzufügen einer Zündquelle erstmals entzündet.

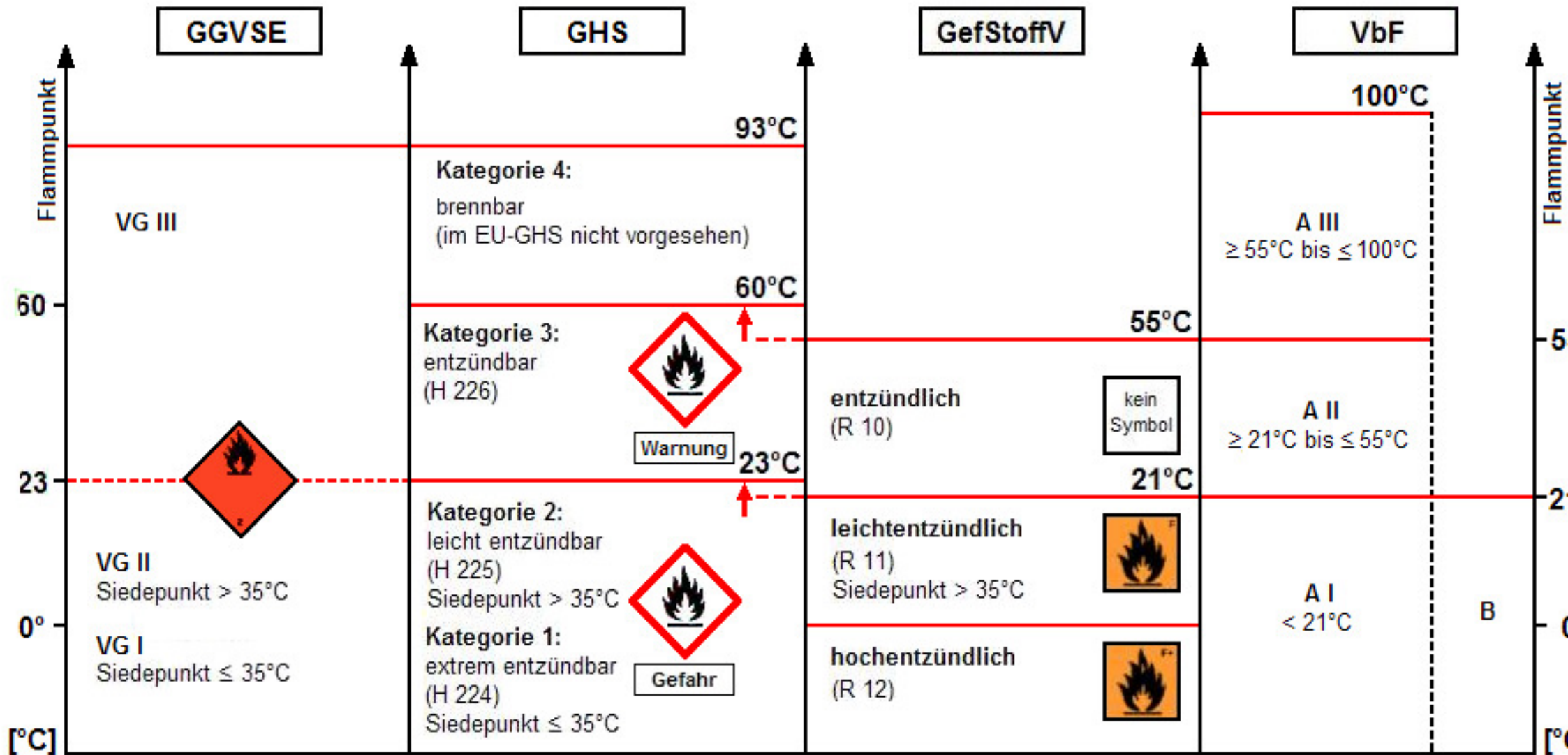


Einteilung brennbarer Flüssigkeiten

(Vergleich GefStoffV - VbF)

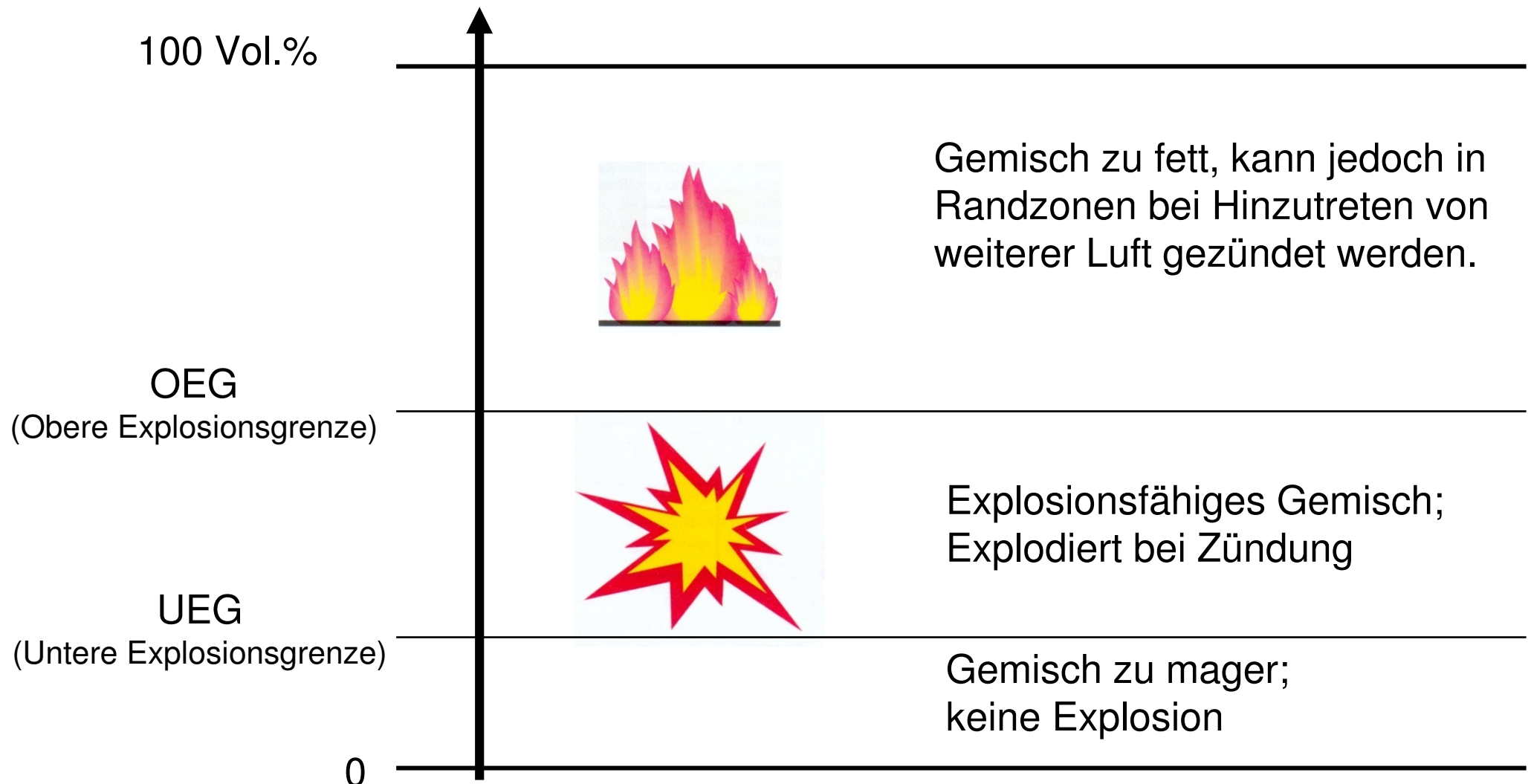
Einteilung nach GefStoffV		Flammpunkt	Alte Einteilung nach VbF	
	hochentzündlich	$< 0^{\circ}\text{C}$	A I ($< 21^{\circ}\text{C}$)	B ($< 21^{\circ}\text{C}$)
	leichtentzündlich	$\geq 0^{\circ}\text{C}$ bis $< 21^{\circ}\text{C}$		
entzündlich		$\geq 21^{\circ}\text{C}$ bis $\leq 55^{\circ}\text{C}$	A II ($\geq 21^{\circ}\text{C}$ - $\leq 55^{\circ}\text{C}$)	-----
-----		-----	A III ($> 55^{\circ}\text{C}$ - $\leq 100^{\circ}\text{C}$)	-----

Einteilung brennbarer Flüssigkeiten



Zündfähigkeit eines Brennstoff/Luft-Gemisches

Anteil brennbarer Gase / Dämpfe in der Luft



Explosionsgrenzen einiger brennbarer Flüssigkeiten

Bezeichnung	Ungefähre Explosionsgrenzen in Luft für reine Dämpfe in VOL%	
	UEG	OEG
Aceton	2,5	13,0
Ottokraftstoff	0,8	7,0
Diesekraftstoff	4,0	15,0
Petroleum	0,6	8,0
Terpentinöl	0,8	6,0
Toluol	1,2	7,0
Xylol	1,0	8,0

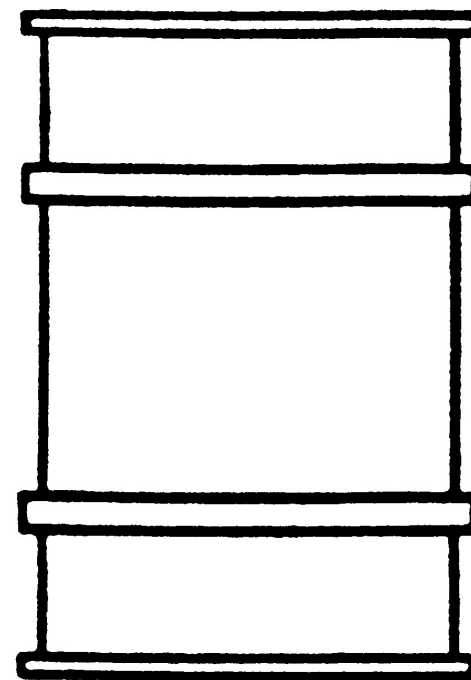
**Aus
0,02 l flüssigem
Benzin**



**werden bei
der Verdunstung
2 l Benzindampf**



**bei Mischung mit Luft
werden daraus 200 l
explosibles Gemisch**



Beurteilung brennbarer gasförmiger Stoffe

- Entzündbarkeit
- Explosionsgrenzen
- Dichte

Schwerverletzter bei Explosion vor Polizeirevier



Explosionsgrenzen einiger brennbarer Gase

Bezeichnung	Ungefährte Explosionsgrenzen in Luft für reine Gase in VOL%	
	UEG	OEG
Acetylen	1,5	82,0
Butan	1,5	8,5
Erdgas	4,0	15,0
Methan	5,0	15,0
Propan	2,1	9,5
Wasserstoff	4,0	75,6

Kleidung mit Sauerstoff angereichert



Gefahren durch Sauerstoffanreicherung (> 21 Vol.- %)



Erhöhter Sauerstoffanteil **steigert** die
Verbrennungsgeschwindigkeit

Erhöhter Sauerstoffanteil **steigert** die
Verbrennungstemperatur

Erhöhter Sauerstoffanteil **verringert** die **Zündtemperatur**

Erhöhter Sauerstoff

wird zur Lebensgefahr!



Daher niemals:

- **Sauerstoff zum Belüften einsetzen.**
- **Späne, Zunder, Rost, o. ä. mit Sauerstoff fortblasen.**
- **mit Sauerstoff Staub oder Schmutz von der Kleidung abblasen oder sich mit dem Sauerstoffstrahl kühlen.**
- **mit undichten, Sauerstoff führenden Geräten arbeiten.**
- **durch Öl oder Fett verunreinigte Kleidung tragen.**
- **mit öl- oder fettverschmutzten Händen an Sauerstoffgeräten hantieren.**

Zündquellen-Arten

- **Heiße Oberflächen**, z. B. Trockner, Heizkessel, heiße Rohrleitungen, Glühlampen, mechanische Vorgänge durch Reibung und Spanabhebung
- **Flammen und heiße Gase**, z. B. Schweißen und Schneiden, offenes Feuer, Rauchen
- **Mechanisch erzeugte Funken**, z. B. Reib-, Schlag- und Schleiffunken
- **Elektrische Anlagen**, z. B. Elektrische Lichtbögen, Trennfunken, heiße Oberflächen
- **Elektrische Ausgleichsströme**, z. B. Körper- und Erdschluss bei Fehlern in elektrischen Anlagen
- **Statische Elektrizität**, z. B. als Folge von Trennvorgängen bzw. durch Reibe Fliesen und Zerstäuben flüssiger oder fester Stoffe
- **Blitzschlag**
- **Elektromagnetische Wellen**, z. B. Laser, Blitzlicht, Hohlspiegel, Erwärmung durch Induktion
- **Ultraschall**, z. B. Erwärmung beschallter Stoffe über Zündtemperatur
- **Adiabatische Kompression**, z. B. Luftverdichter, Kompressionszündung von Ölen
- **Chemische Reaktionen**, z. B. Selbstentzündung