



Baulicher Brandschutz

Grundlagen der Verbrennung

Dr.-Ing. U. Max
uni@brandschutz-agb.de
<http://www.brandschutz-agb.de>



Gliederung

- 1) Brandentstehung
- 2) Grundlagen der Verbrennungsprozesse
- 3) Zeitlicher Ablauf von Schadenfeuer
- 4) Formen des Brandschutzes
- 5) Brandverhalten von Stoffen

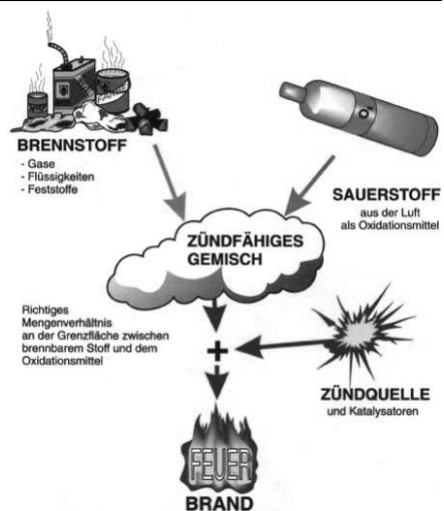


1) Brandentstehung



Voraussetzungen für einen Brand:

- Zündtemperatur
- Sauerstoff
- Brennbarer Stoff
- Richtiges Mischungsverhältnis





Zündenergie bzw. Zündtemperatur:

- niedrigste Temperatur bei der sich ein Stoff entzündet
- Zündtemperatur für verschiedene Stoffe

Stoff (flüssig)	Temperatur (°C)	Stoff (fest)	Temperatur (°C)
Azeton	540	Braunkohle	250 – 280
Benzin	470 – 530	Holz	220 – 320
Gasöl	350 – 400	Koks	500 – 640
Schmieröl	510 – 610	Papier	360
Spiritus	425 – 650	PMMA	270
Terpentinöl	275	PVC	220 – 350



Zündpunkt

Beispiele:

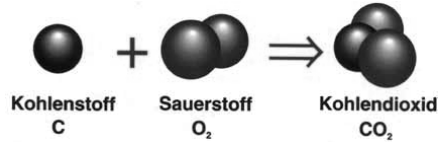
Stoff	Flammpunkt	Brennpunkt
Benzol	- 11°C	- 9°C
Schmieröl	148°C	190°C

Brennpunkt

Flammpunkt



Auswirkungen des Sauerstoffs auf die Verbrennung



Optimale Verbrennung	Ventilations-gesteuert	Brandlast-gesteuert
O ₂ und Brandgut sind im optimalen Verhältnis vorhanden	Für vollständige Verbrennung fehlt ausreichend O ₂	Für vollständige Verbrennung fehlt das Brandgut



Brennstoff

Brandklasse	Art des Brandes	Brandverhalten	Beispiele
	Brände fester Stoffe , hauptsächlich organischer Natur.	Mit Flamme und Glut	Papier Holz Textilien
	Brände flüssiger oder flüssig werdender Stoffe	Nur mit Flamme	Öle Fette Benzin

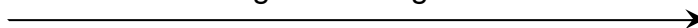


2.) Grundlagen des Verbrennungsprozesses



Oxidation

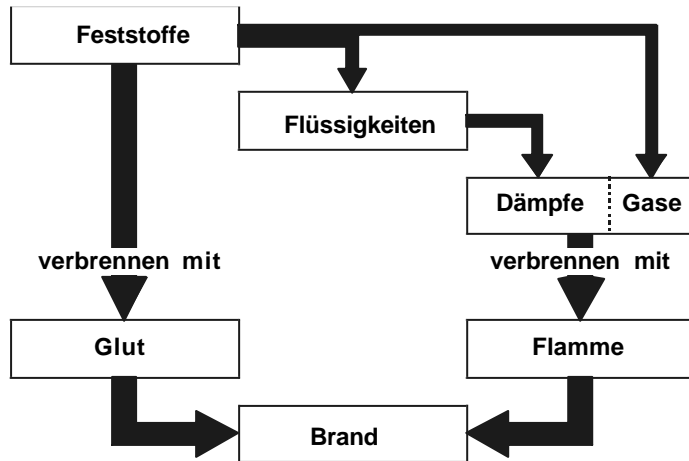
Oxidationsgeschwindigkeit nimmt zu



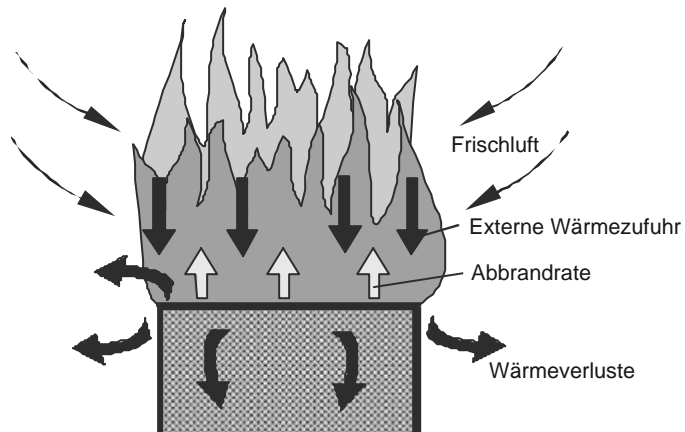
Gären, rosten, verwesen	Normales Brennen	Verpuffung	Deflagration	Detonation
v [m/s]		< 1 m/s	< 330 m/s	Einige km/s
Δp [bar]		< 1 bar	1 - 14 bar	> 10 bar



Erscheinungsformen von Bränden

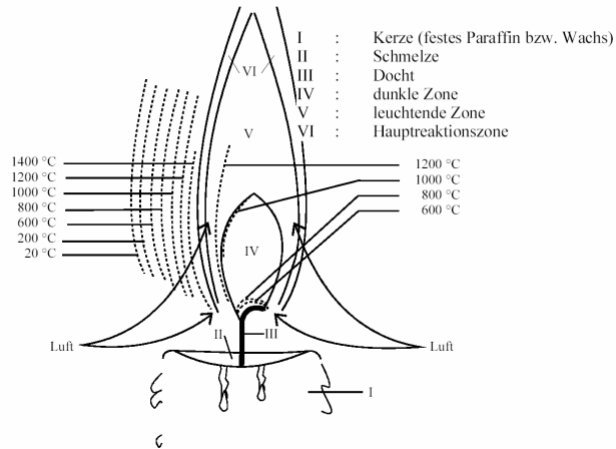


Flüssigkeitsbrand

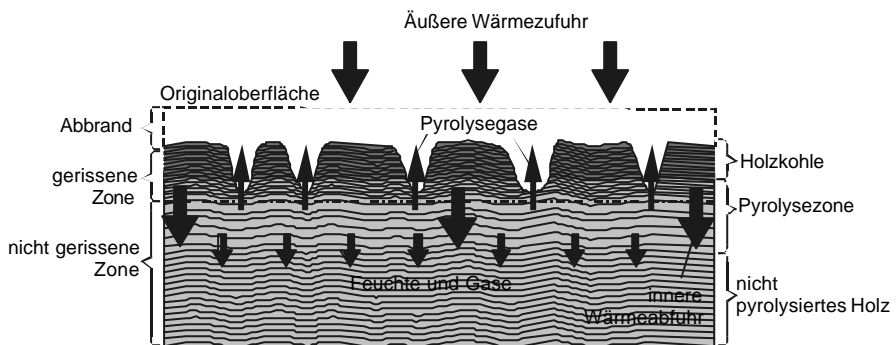




Brennen einer Kerze



Pyrolyse

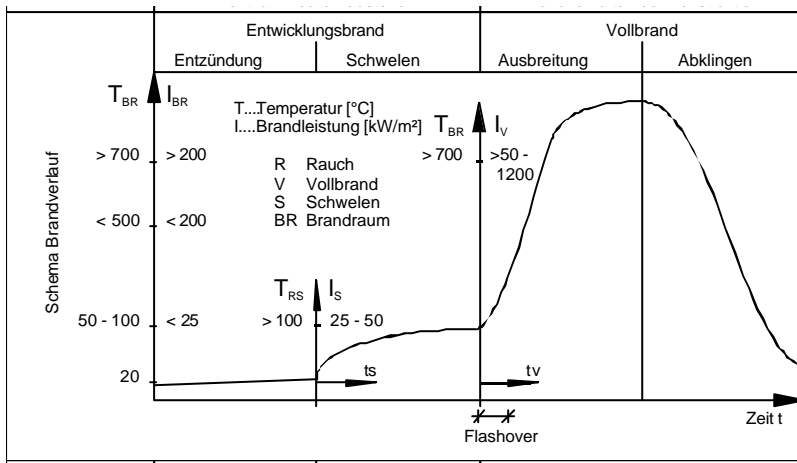




3.) Zeitlicher Ablauf eines Schadenfeuer



Brandverlauf eines Schadenfeuers





Beispiel: Entzündung eines Christbaumes





Beispiele eines Flash-Overs





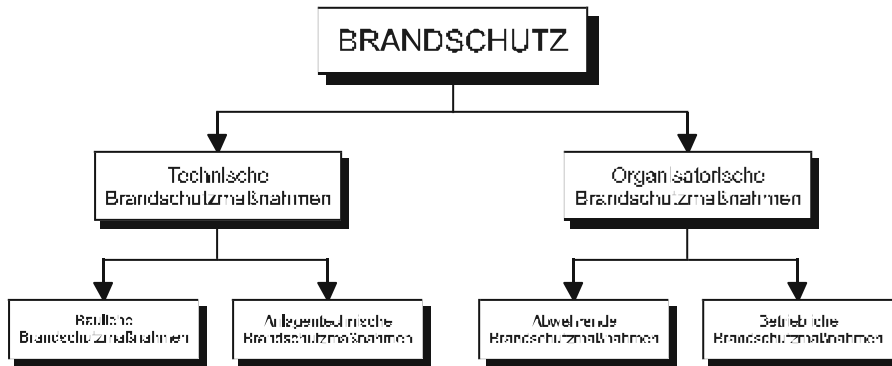
[Zurück zur Gliederung](#)



4.) Formen des Brandschutzes



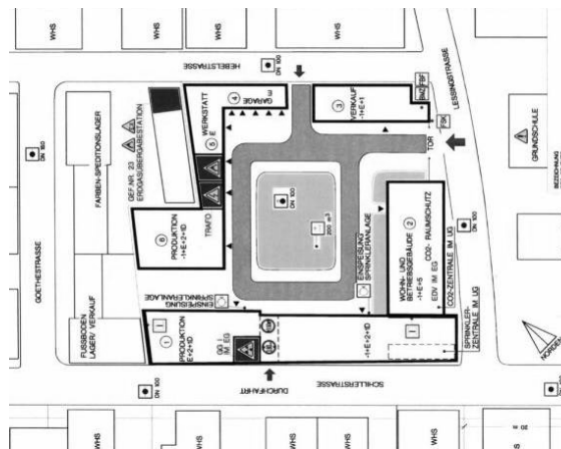
Formen des Brandschutzes



Betrieblicher Brandschutz

Feuerwehrplan

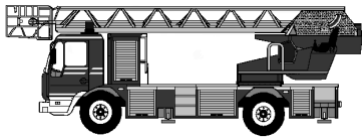
nach DIN 14095
Übersichtsplan





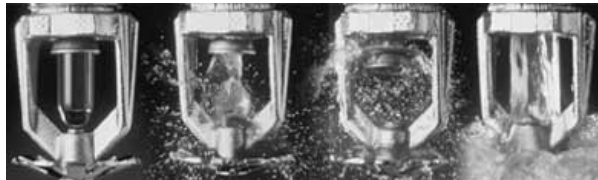
Abwehrender Brandschutz

Feuerwehr



anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen

? Sprinkleranlage



? Rauchmelder





Brandmeldeanlage

Anzeigefeld der BMZ



Feuerwehrbedienfeld



Brandverhalten von Stoffen

Kenngrößen für das Brandverhalten von Stoffen

Heizwert:

Ist der Quotient aus der freiwerdenden Energie ΔE und der Masse Δm

$$H = \frac{\Delta E}{\Delta m} = \frac{kWh}{kg}$$

Luftbedarf:

Beschreibt die Menge an Luft, die benötigt wird für eine vollständige Verbrennung



Heizwert und Luftbedarf von brennbaren Gasen

Gas	Heizwert [kWh / kg]	Luftbedarf [kg _{Luft} / kg _{Brennstoff}]	Energie/Luftmenge [kWh / kg _{Luft}]
Acetylen	13,4	13,2	1,014
Butan	12,9	15,6	0,825
CO	2,8	2,5	1,139
Ethan	13,2	16,1	0,822
Methan	13,9	17,2	0,808
Propan	12,8	15,5	0,825
Wasserstoff	33,6	34,5	0,977



Heizwert und Luftbedarf von brennbaren Flüssigkeiten

Flüssigkeit	Heizwert [kWh / kg]	Luftbedarf [kg _{Luft} / kg _{Brennstoff}]	Energie/Luftmenge [kWh / kg _{Luft}]
Azeton	8,6	9,5	0,903
Benzin	11,9	13,5	0,884
Ethanol	7,4	8,9	0,831
Erdöl	11,6	13,0	0,855
Heizöl EL	11,7	13,1	0,898
Hydrauliköl	9,8	10,9	0,831
Petroleum	12,1	13,6	0,890
Terpentin	11,5	12,9	0,890



Heizwert und Luftbedarf fester Stoffe

Feststoff	Heizwert [kWh / kg]	Luftbedarf [kg _{Luft} / kg _{Brennstoff}]	Energie/Luftmenge [kWh / kg _{Luft}]
Autoreifen	12,2	13,6	ca. 0,9
Baumwolle	4,3	4,8	ca. 0,9
Steinkohle	9,3	11,4	0,814
Braunkohle	5,8	6,4	ca. 0,9
Holz	4,8	5,2	0,930
Kautschuk	11,7	13,0	ca. 0,9
Bitumen	9,8	10,9	ca. 0,9
Papier	3,8	4,2	ca. 0,9