



**Freiwillige Feuerwehr Nettensen**

**[www.feuerwehr-nettensen.de](http://www.feuerwehr-nettensen.de)**

# Brandlehre

Ingolf Wolter



# Verbrennung



- Chemischer Vorgang, bei dem sich ein brennbarer Stoff unter Wärme- und Lichterscheinung (Feuer) mit Sauerstoff verbindet.
- Jede Verbindung mit Sauerstoff nennen wir auch Oxydation



# Oxydation



- Sehr langsame Oxydation, z.B. Grünspan
- Langsam verlaufende Oxydation ohne Feuer-erscheinung, z.B. Rosten, Verwesen, Gären
- Schnell verlaufende Oxydation mit Feuer-erscheinung, eine Verbrennung
- Sehr schnelle Oxydation, z.B.



# Fazit



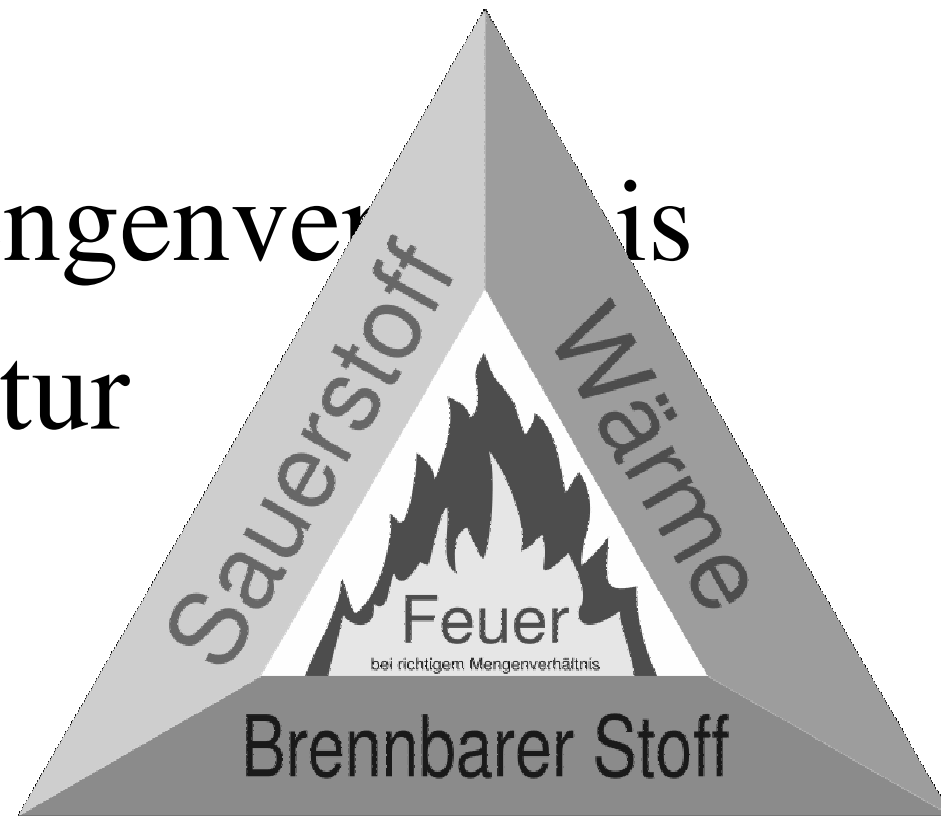
- Jede Verbrennung ist eine Oxydation, jedoch nicht jede Oxydation ist eine Verbrennung.



# Voraussetzung Verbrennung



- Brennbarer Stoff
- Sauerstoff
- Richtiges Mengenverhältnis
- Zündtemperatur
- Katalysator





# Brennbare Stoffe



- Brennbare Stoffe sind feste, flüssige oder gasförmige Stoffe einschließlich Dämpfe, Nebel oder Stäube, die im Gemisch mit Sauerstoff und einer geeigneten Zündquelle zum Brennen angeregt werden können.



# Sauerstoff



- Zu 21 % in der Atemluft
- Sehr verbindungsfreundliches Element



# Mengenverhältnis



- Je besser das richtige Mengenverhältnis von brennbarem Stoff und Sauerstoff getroffen ist, desto rascher verläuft die Verbrennung.
- Umgekehrt, eine langsamer werdende Verbrennung, bis keine Zündung und Verbrennung mehr möglich ist.





# Mengenverhältnis Beispiele



- Ein großen Stück Holz lässt sich nur schwer entzünden, während Holzstaub sogar explosiv ist.
- Ein voller Benzinbehälter kann nicht zur Explosion gebracht werden, während im Ottomotor geringe Mengen mit dem entsprechenden Luftanteil explosiv sind.



# Zündtemperatur



- Die Zündtemperatur eines Stoffes ist die Temperatur, auf die der Stoff mindestens erwärmt werden muss, um sich bei Berührung mit Sauerstoff (Luft) von selbst zu entzünden (Dieselmotor).
- Die Zündung eines brennbaren Stoffes erfolgt, wenn die Oxydation so beschleunigt wird, dass sie unter Feuererscheinung weiterverläuft.



# Flammpunkt



- Temperatur, bei der eine Flüssigkeit so viele brennbare Dämpfe zu entwickeln beginnt, dass diese bei Annäherung einer Zündquelle entflammen, bei Wegnahme jedoch wieder erlöschen.



# Brennpunkt



- Temperatur, bei der eine einmal eingeleitete Verbrennung auch nach Wegnahme der Zündquelle dauernd erhalten bleibt.



# Beispiele



Stoff	Flammpunkt	Zündtemperatur
Benzin	-20	200-410
Diesel	55	220
Asphalt	205	400
Petroleum	60	355



# Beispiele



Stoff	Zündtemperatur
Holz	280-340
Zucker	410
Stroh	250-300
Zündholzkopf	80



# Katalysator



- Stoff, der die Reaktionsgeschwindigkeit einer chemischen Reaktion beeinflusst, ohne dabei selbst verbraucht zu werden
- durch Herauf- oder Herabsetzung der Aktivierungsenergie



# Brennbare Stoffe



- Einteilung nach Art der Brennbarkeit
- Einteilung nach Entzündbarkeit
- Einteilung nach dem Brandverhalten in Brandklassen





# Brennbarkeit



- Nicht brennbare Stoffe Kl. A1 und A2 gem. DIN 4102
- Schwer brennbare Stoffe Kl. B1 (Zufuhr von Fremdwärme nötig, z.B. Wolle)
- Normal brennbare Stoffe Kl. B2 (Brennen nach Entzündung mit normaler Geschwindigkeit)
- Leicht brennbare Stoffe Kl. B3 (Brennen nach Entzündung mit großer Geschwindigkeit)



# Entzündbarkeit



- Selbstentzündlich – weißer Phosphor  
(Entzündung mit Luftkontakt innerhalb 5 Min.)  
Gefahrstoffklasse 4.2
- Leicht entzündlich (schwache Zündquellen)
- Normal entzündlich (Zündung durch Streichholz)
- Schwer entzündlich (starke Zündquellen)



# Brandklassen



Rechtsgrundlage

- DIN EN 2 Brandklassen vom Januar 2005 (europaweite Norm)
- DIN 14406



# Brandklassen



- Brandklasse A
- Brandklasse B
- Brandklasse C
- Brandklasse D
- ~~Brandklasse~~ E
- Brandklasse F



# Brandklasse A



- Brände fester Stoffe hauptsächlich organischer Natur, die normalerweise mit Flamme und Glutbildung verbrennen
- *Beispiele:* Holz, Kohle, Papier, Textilien, Autoreifen, einige Kunststoffe, Stroh
- *Löschmittel:* Wasser, Schaum, ABC-Pulver, Kohlendioxid



# Brandklasse B



- Brände von flüssigen und flüssig werdenden Stoffen, die nur mit Flamme verbrennen
- *Beispiele:* Benzin, Alkohol, Teer, Wachs, viele Kunststoffe, Äther, Lacke, Harz
- *Löschmittel:* Schaum, ABC-Pulver, Kohlendioxid



# Brandklasse C



- Brände von Gasen, die nur mit Flamme verbrennen
- *Beispiele:* Wasserstoff, Methan, Acetylen, Propan, Erdgas
- *Löschmittel:* ABC-Pulver, (CO<sup>2</sup> nur in Ausnahmefällen: hierfür gibt es sehr, sehr selten speziell konstruierte Sonderfeuerlöscher mit Gasstrahldüse)  
Gaszufuhr durch Abschiebern der Leitung unterbinden



# Brandklasse D



- Brände von Metallen, die nur mit Glut verbrennen
- *Beispiele:* Aluminium, Magnesium, Natrium
- *Löschmittel:* Metallbrandpulver (D Pulver), trockener Sand, trockenes Streu- oder Viehsalz, trockener Zement





# Brandklasse E



- Brände in elektrischen Niederspannungsanlagen (bis 1000 V)
- Mit Einführung der europaweiten Norm EN2 gestrichen, da alle Feuerlöscher in Niederspannungsanlagen eingesetzt werden können, sofern der auf dem Feuerlöscher aufgedruckte Sicherheitsabstand eingehalten wird.



# Brandklasse F



- Fettbrände in Frittier- und Fettbackgeräten und anderen Kücheneinrichtungen und -geräten
- Prinzipiell gehören Fette der Brandklasse B an, jedoch werden Fettbrände wegen ihrer besonderen Gefahren und Eigenheiten ab sofort einer gesonderten Brandklasse F zugerechnet.



# Brandklasse F



- Wasser -> Fettexplosion
- Pulver- oder CO2-Löschern -> Rückzündung
- Löschdecken -> durchbrennen
- simpelste Lösung (bei Friteusen meistens nicht möglich) -> trockener Topfdeckel
- spezielle Fettbrandlöscher



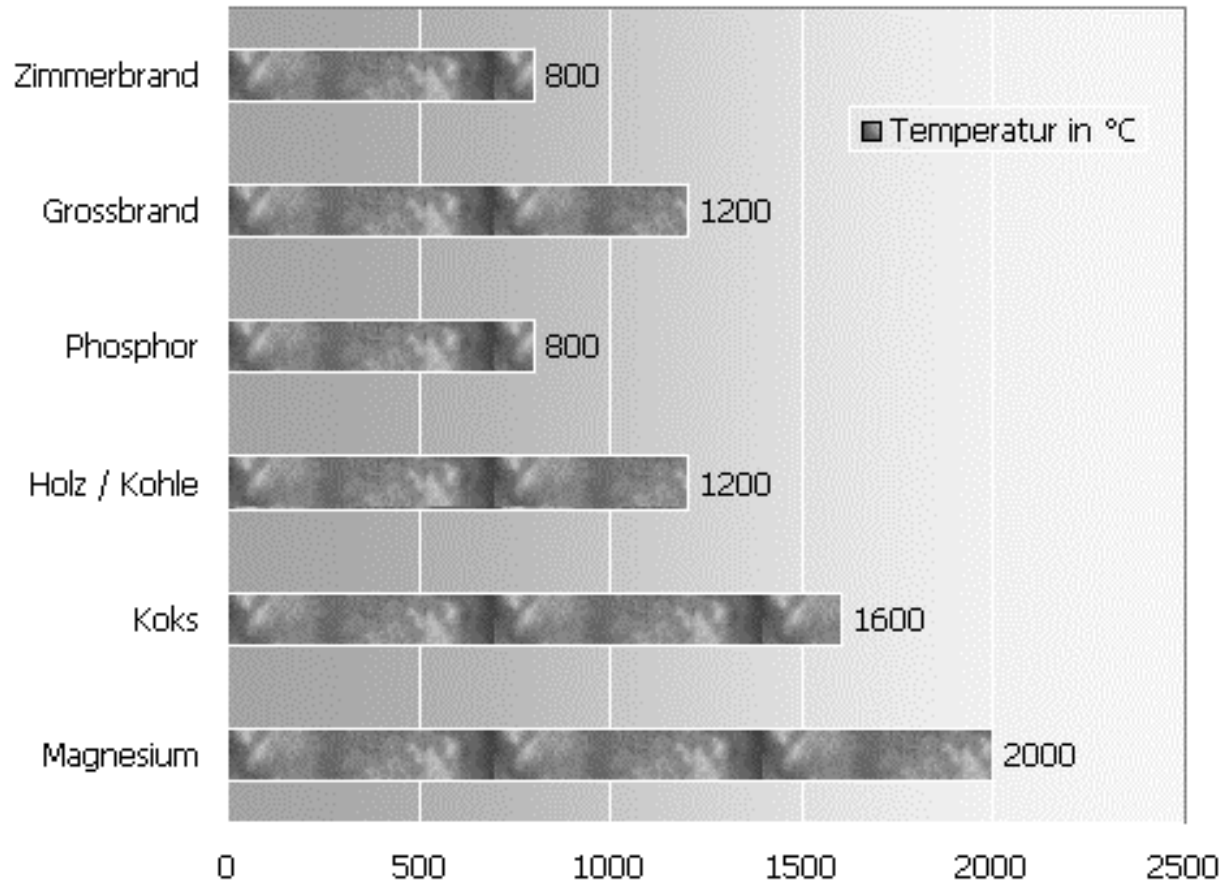
# Löschen



- Stören von einer Voraussetzung für die Verbrennung
  - Brennbares Stoff entfernen (I.d.R. nicht möglich)
  - Sauerstoff entfernen (I.d.R. nicht möglich)
  - Mengenverhältnis stören (Sauerstoff, ersticken)
  - Temperatur und Zündtemperatur herabsetzen (Kühlen)



# Temperaturen





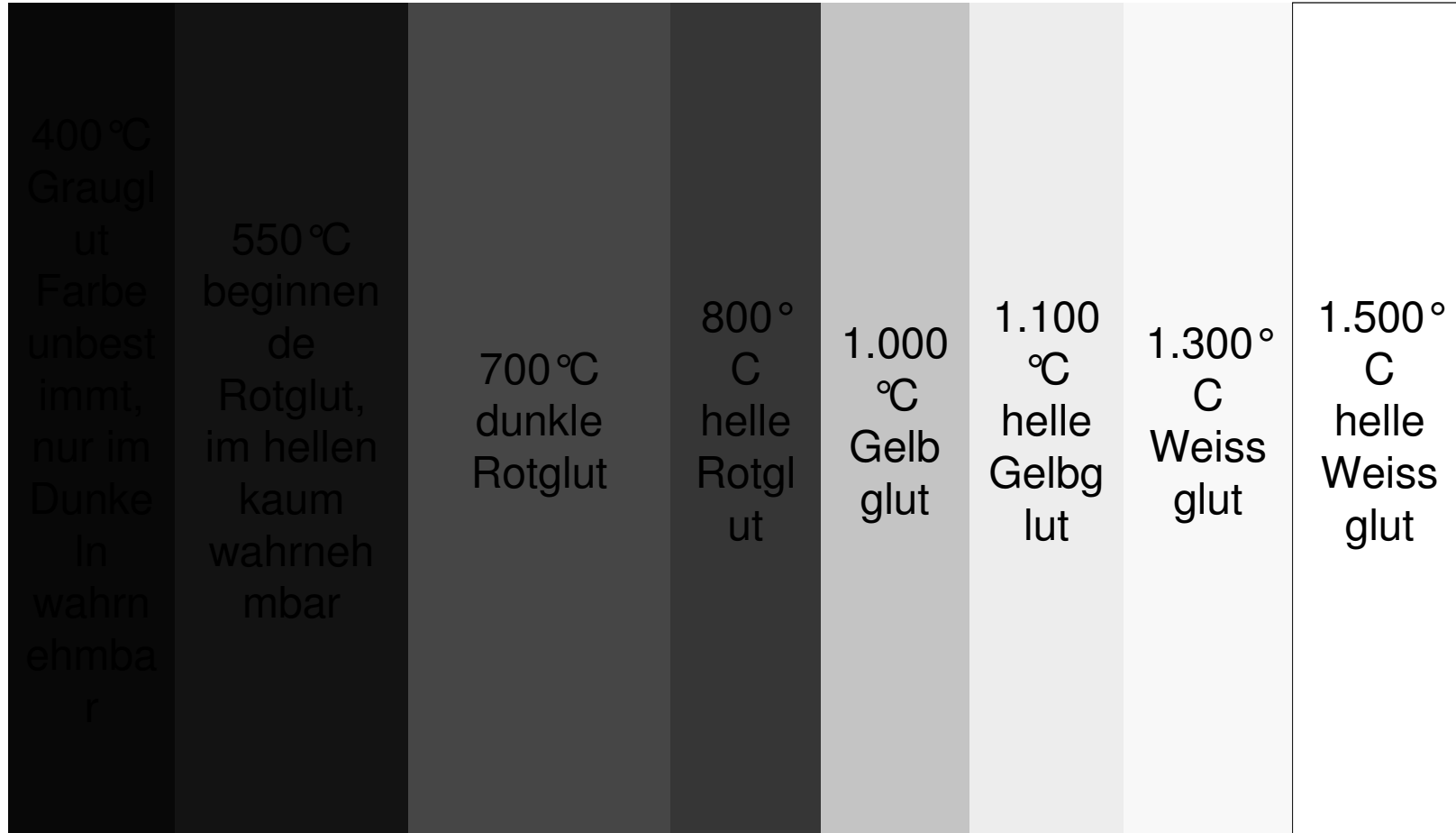
# Glut



- Glut ist ein erwärmter fester oder flüssiger Stoff mit sichtbarer Wärmestrahlung. Aus der Glutfarbe lassen sich Rückschlüsse über die Oberflächentemperatur schließen



# Glut





# Feuer und Flamme



- Es brennen

Gasförmige Stoffe	Nur mit Flamme
Flüssige Stoffe	Nur mit Flamme (nach Übergang in Dampfform)
Feste Stoffe	Mit Flamme und Glut, bei Zersetzung in gasförmige und feste Teile (Holz, Papier)
Feste Stoffe	Nur mit Glut (Metalle, Koks, Holzkohle)





# Löschen



- Glut muss man kühlen!
- Flammen muss man ersticken!



# Löschmittel



- Wasser
- Schaum
- Pulver
- Kohlendioxid (CO<sup>2</sup>)
- Metallbrandpulver (D Pulver),  
trockener Sand, trockenes Streu-  
oder Viehsalz, trockener Zement



# Wasser



- Große Kühlwirkung, bes. Sprühstrahl
- Fast überall vorhanden
- Leicht zu transportieren
- Preiswert
- Gefriert bei 0<sup>0</sup> Celsius
- Wasserschaden
- Nicht universell einsetzbar  
(Metall, Kamin, ungel. Kalk, Elektrobrände, Öle, Fette (Fettexplosion), Gase (Rückzündung))



# Schaum



- Schwerschaum (bis 20-fache Verschäumung)  
Brandkl. A, B
- Mittelschaum (bis 200-fache Verschäumung)  
Brandkl. A, B
- Leichtschaum (bis 1000-fache Verschäumung)  
Brandkl. A, B, C, im Freien nicht zu empfehlen



# Schaum





# Pulver



- Normalpulver  
Brandkl. B, C
- Speziallöschpulver  
Brandkl. A, B, C
- Sonderlöschpulver  
Staubbildung  
Brandkl. D



# Pulver



- Hauptsächlich anorganische Salze
- Brandkl. A: gasundurchlässige Schmelzschicht
- Brandkl. BC: antikatalytischer Löscheffekt, Inhibition (entfernt Radikale aus Verbrennungszone)



# Kohlensäure



- hinterlässt keine Rückstände
- Elektr. Anlagen, Rechenzentren, Apotheken, Lebensmittelbereich
- Im freien nicht anwendbar
- Gefahr durch Atemgift (ab 5 Vol.%)
- -78 °C





# Verwendung



Löschm. Brandkl	Wasser	Schaum	ABC- Pulver	CO <sup>2</sup>	D- Pulver
A	X	X	X	X	
B		X	X	X	
C			X	X	
D					X



# Begriffe



- Flashover
- Rollover
- Backdraft



# Flashover



- Feuerübersprung
- Übergang vom Entstehungsbrand zum Vollbrand
- Bei vollständiger Verbrennung im Entstehungs-brand entstehen Pyrolysegase, die bei Erreichen der UEG durchzünden
- Vollbrand mit Temperaturanstieg von ca. 300 auf 1000 – 1500 °C, Verpuffung



# Flashover



- Schon kurz nach Brandausbruch möglich, oft noch vor Eintreffen der Feuerwehr



# Rollover



- Rauchgasdurchzündung
- Zünden der Pyrolysegase einer Rauchsicht
- Schwelbrand, Zündung erfolgt, sobald Sauerstoff zugeführt wird.



# Backdraft



- Rauchgasexplosion
- Pyrolysegase sind vorhanden, Sauerstoffmangel, Schwelbrand, OEG wird schnell erreicht oder überschritten, Brand erlischt
- Abkühlung führt zu Unterdruck, bei Sauerstoffzutritt kommt es zu einer schlagartigen Durchzündung der Rauchgase (Temperaturen zwischen 1800 und 2500 °C)



# Backdraft



- Beim Öffnen geschlossener Brandräume, meist beim Vorgehen der Feuerwehr