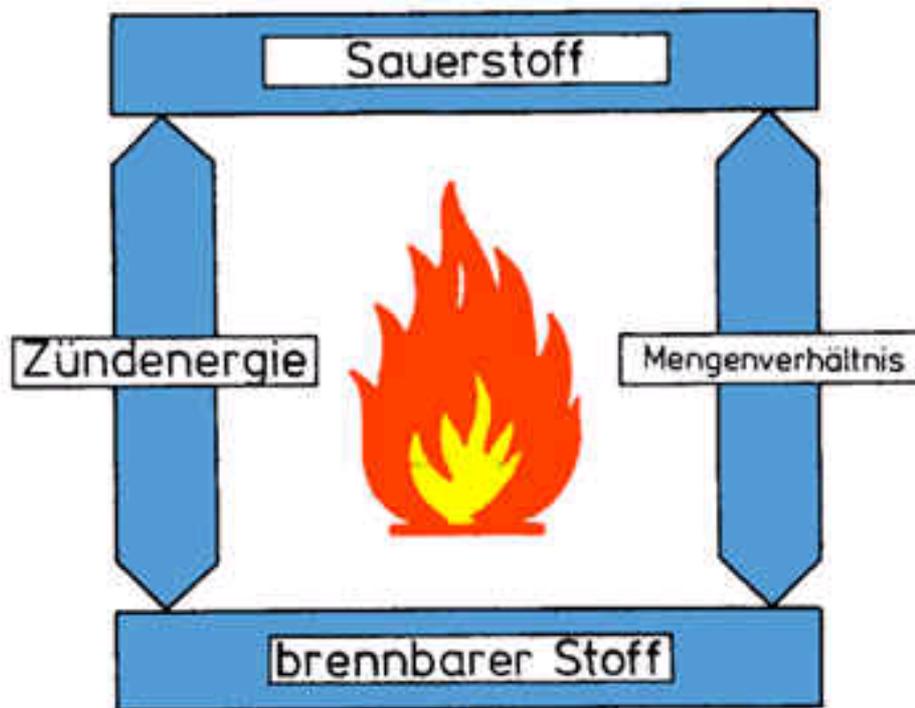


Freiwillige Feuerwehr

FwDV 2 Truppmannausbildung Teil 1

Brennen und Löschen



Inhalte:

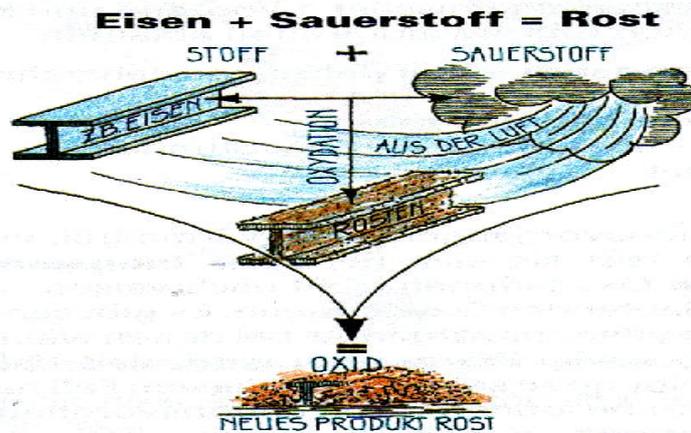
- Verbrennungsvoraussetzungen
- Verbrennungsvorgang (Oxidation)
- Verbrennungsprodukte (Atemgifte)
- Brandklassen
- Löschwirkungen (Kühlen, Ersticken
Inhibition)
- Löschmittel
 - Wasser
 - Schaum
 - Pulver
 - CO²
 - Andere

Freiwillige Feuerwehr Heusweiler
Truppmannausbildung Teil 1
Brennen und Löschen

Brennvorgang

Oxydation und Brennen - was ist das eigentlich?

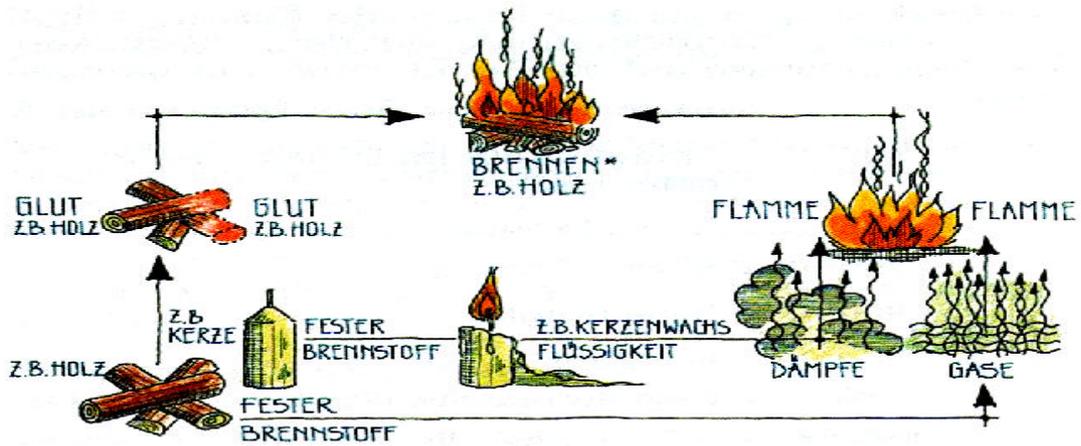
Sicherlich haben Sie schon einmal ein Stück blankes und ein Stück rostiges Eisen gesehen. Was hat eigentlich das eine Stück Eisen rostig gemacht? Das blanke **Eisen** hat sich mit **Sauerstoff** verbunden und dabei entstand ein völlig neues Produkt, nämlich **Rost**. Wir können das vereinfacht darstellen:



Nun verbindet sich Sauerstoff nicht nur mit Eisen, sondern auch mit einer großen Menge anderer Stoffe. Bei allen diesen Verbindungen entsteht jedesmal ein neues Produkt. Ein weiteres Beispiel:

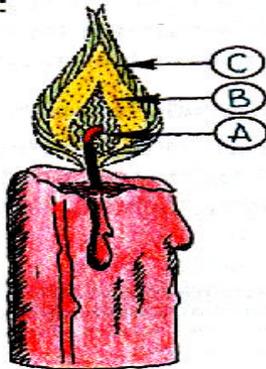


Freiwillige Feuerwehr Heusweiler Truppmannausbildung Teil 1 **Brennen und Löschen**



Die **Flamme** ist der Bereich brennender Gase oder Dämpfe, von dem sichtbare Strahlung ausgeht. Ein gutes Beispiel ist die Kerze.

Außer der **Schmelzzone** sind noch folgende Zonen zu nennen:



- A = Dampfzone
Verdampfung der flüssig gewordenen brennbaren Stoffe
- B = Glühzone
Teilung der Brennstoffdämpfe in die Grundbestandteile Kohlenstoff und Wasserstoff
- C = Brennzone
Nur hier, wo der Luftsauerstoff zutreten kann, findet das Brennen und die Wärmeentwicklung statt.

- Verbrennungsvoraussetzungen

Gemäß der DIN 14011 ist Brennen folgendermaßen definiert.

Brennen ist eine mit Flamme und/oder Glut selbständig ablaufende Reaktion zwischen einem brennbaren Stoff und Sauerstoff der Luft.

Von Feuer spricht man also, wenn bei einer chemischen Reaktion Licht und Hitze frei wird.

Freiwillige Feuerwehr Heusweiler
Truppmannausbildung Teil 1
Brennen und Löschen

Verbrennung ist ein Oxidationsvorgang, bei dem sich ein brennbarer Stoff mit Sauerstoff verbindet.

Verbrennen = Chemische Reaktion

Verbrennungsvorgänge sind exotherme Reaktionen

Die bei der Verbrennung freiwerdende Energie ist zum einen als Licht (**Flamme = sichtbare Strahlung**) und zum anderen als

Wärme (**Glut = sichtbare Wärmestrahlung**) wahrnehmbar.
Reaktionen, bei denen Energie frei wird, wie z.B. bei Verbrennungsvorgängen, nennt man exotherme Reaktion.

Voraussetzung für die Verbrennung:

- a) stoffliche Voraussetzungen**
- b) energetische Voraussetzungen**
- c) katalytische Voraussetzungen**

zu den stofflichen Voraussetzungen gehören:

- brennbarer Stoff
- Sauerstoff
- richtiges Mischungsverhältnis

zu den energetischen Voraussetzungen gehören:

- Zündtemperatur oder
- Mindestverbrennungstemperatur
- müssen vorhanden sein.

zu den katalytischen Voraussetzungen gehören:

- homogene Katalyse
- heterogene Katalyse

Freiwillige Feuerwehr Heusweiler
Truppmannausbildung Teil 1
Brennen und Löschen

Stoffliche Voraussetzungen sind:

Brennbare Stoffe

Entsprechend ihrem Aggregatzustand und ihrem Brandcharakter werden diese Stoffe in unterschiedliche Brandklassen eingeteilt.

Brandklasse	Stoff	Erscheinung	Beispiel
A	brennbare feste Stoffe, hauptsächlich organischer Natur	Flamme und/ oder Glut	Holz, Papier, Kohle, Kunststoffe, Textilien.
B	brennbare flüssige oder flüssig werdende Stoffe.	Flammenbildung	Alkohol, Ether, Stearin, Paraffin.
C	brennbare gasförmige Stoffe	Flammenbildung	Methan, Acetylen, Propan, Butan.
D	brennbare Metalle	Glutbildung	Aluminium, Kalium, Magnesium.
Neue Brandklasse Neue Brandklasse Neue Brandklasse			
F	brennbare Fette, Öle	Flammenbildung	Speisefette, Speiseöle

Freiwillige Feuerwehr Heusweiler

Truppmannausbildung Teil 1

Brennen und Löschen

Brandklasse F



Mit Erscheinen der DIN EN 2 (Brandklassen) im Januar 2005 ist neben den bisher bekannten Brandklassen A, B, C und D jetzt auch die Brandklasse F aufgenommen worden. Die Brandklasse F beinhaltet Fettbrände in Frittier- und Fettbackgeräten und anderen Kucheneinrichtungen und -geräten.

Hintergrund :

Prinzipiell gehören Fette der Brandklasse B an, jedoch werden Fettbrände wegen ihrer besonderen Gefahren und Eigenheiten ab sofort einer gesonderten Brandklasse F zugerechnet.

Besonders problematisch sind Fettbrände deshalb, weil Löschversuche mit Wasser fast zwangsläufig zur Fettexplosion führen. Ursache dafür ist der sogenannte Siedeverzug, zu dem es kommt, wenn ein flüssiges wässriges Löschmittel ins heiße Fett eingebracht wird und in diesem absinken kann. Daher verbieten sich Wasser- und auch normale Schaumlöscher, da dort meist ein maßgeblicher Teil des Löschmittels, wohl durch die Art der Düse (Sprühschaumdüse), flüssig abgegeben wird.

Löschversuche brennender Fette und Öle mit Pulver- oder CO₂-Löschern enden in vielen Fällen nicht erfolgreich, da nach Abnahme der Löschmittelkonzentration aufgrund fehlender Abkühlung schon nach kurzer Zeit eine Rückzündung der Brandgutes erfolgt; vom Löschmittelschaden durch das Pulver einmal ganz abgesehen.

Nach neueren Erkenntnissen sind Löschdecken zum Löschen von Fettbränden nicht geeignet. Es wurde festgestellt, dass die Feuerlöschdecken (Wolle, Baumwolle, Glas-, Nomex- und Kevlargete) durch das hohe "Hitzepotential" durchbrennen. Weiterhin kondensieren in den Decken die heißen Fettdämpfe und sorgen für eine Entzündung der Decken (Dochteffekt) und somit zwangsläufig auch für eine Brandausbreitung. Löschdecken sollten aber trotzdem wie bisher üblich in Küchen vorgehalten werden, da sie ausgezeichnet dazu geeignet sind, in Brand geratene Bekleidung abzulöschen.

Als simpelste Lösung - bei Friteusen meistens nicht möglich - bietet sich ein trockener Topfdeckel an. Nach Abstellen der Energiezufuhr zur Kochstelle lässt sich ein Fettbrand damit effektiv ersticken. Vorsicht vor Kondenswasser an benutzten Kochdeckeln, das abtropfende Wasser kann bereits zu einer Fettexplosion mit schweren Verletzungen und Schäden führen !

Auf Grund der ganzen vorher genannten Gründe, gibt es seit einiger Zeit auch spezielle Fettbrandlöcher, die über eine besondere Düse und unter Umständen auch über ein spezielles Löschmittel verfügen; die Eignung für Fettbrände ist auf dem Löscher angegeben.

Die Prüfung tragbarer Feuerlöcher nach DIN EN 3 auf Eignung zum Löschen von Speiseöl- und Speisefettbränden ist in der Vornorm DIN V 14406-5, (Ausgabe:2000-10) geregelt.

Ein offizielles Piktogramm für die Brandklasse F gibt es auf CEN-Ebene noch nicht. Im derzeitigen Änderungsentwurf A1 zu EN 3-7 in CEN/TC 70/WG 5 sind neben den anderen bereits eingeführten Piktogrammen für die Brandklassen A,B, C und D auch das oben abgebildete Brandklassenpiktogramm F enthalten. Es entspricht dem weltweit genormten Brandklassenpiktogramm F in ISO 7195:1999/Amd 1:2004.

Sauerstoff

Sauerstoff (chemisches Zeichen **O**) ist das häufigste Element auf der Erde.

- farb- geruch- und geschmackloses Gas
- nicht brennbar
- Sauerstoff ist ein für die Verbrennung wichtiges Gas

Je größer der Sauerstoffanteil in der Verbrennungsluft, um so schneller läuft die Verbrennung ab.

Mindestsauerstoffkonzentration
ist die Sauerstoffkonzentration die zur Aufrechterhaltung der Verbrennung notwendig ist. Die meisten brennbaren Stoffe verlöschen bei einer Sauerstoffkonzentration von <17 Vol.%

Richtiges Mischungsverhältnis

brennbarer Stoff und der Sauerstoff müssen im richtigen Verhältnis vorliegen.

Energetische Voraussetzung

Zündtemperatur:

Zündtemperatur einer explosionsfähigen Atmosphäre ist die niedrigste Temperatur einer Wand bei einer festgelegten Versuchsanordnung, an der die am leichtesten entzündbare explosionsfähige Atmosphäre gerade noch zum Brennen mit Flammenerscheinungen angeregt wird.

Beispiele für Zündtemperaturen:

feste Stoffe:

Papier	185 - 360 °C
Holz	230 - 320 °C
Holzkohle	350 °C
Steinkohle	330 °C

flüssige Stoffe:

Heizöl	240 - 300 °C
Petroleum	280 °C
Benzin	240 - 500 °C
Alkohol	425 °C
Schmieröle	510 - 610 °C

Energetische Voraussetzung

Zündtemperatur

gasförmiger Stoffe:

Acetylen	305 °C
Wasserstoff	560 °C
CO	605 °C
Methan	595 °C

Zündtemperaturen fester Stoffe durchschnittlich

200 - 450 °C

Zündtemperaturen flüssiger Stoffe durchschnittlich

250 - 550 °C

Zündtemperaturen gasförmiger Stoffe durchschnittlich

350 - 650 °C

Grundsätzlich gilt:

Die Zündtemperatur kann nur für Gase oder Dämpfe
Exakt bestimmt werden!!!

Katalytische Voraussetzung

-homogene Katalyse

Von einer **homogenen Katalyse** wird gesprochen, wenn bei einer chemischen Reaktion (z.B. **Brennen**) der Katalysator und die Edukte im selben Aggregatzustand vorliegen.

-heterogene Katalyse

Von einer **heterogenen Katalyse** wird gesprochen, wenn bei einer chemischen Reaktion (z.B. **Brennen**) der Katalysator und die reagierenden Stoffe in unterschiedlichen Aggregatzuständen vorliegen.

Katalysatoren sind Stoffe, die mit mindestens einem der Ausgangsstoffe reaktionsfähige Zwischenverbindungen bilden, welche dann mit den anderen Stoffen so weiter reagieren, daß die Katalysatoren im Verlauf der Gesamtreaktion wieder zurückgebildet werden.

Freiwillige Feuerwehr Heusweiler

Truppmannausbildung Teil 1

Brennen und Löschen

Atemgifte

Atemgifte sind fest, flüssige oder gasförmige Stoffe in der Umluft, die über die Atmung und/oder der Haut, in den menschlichen Körper gelangen und dort schädigend wirken. Es können auch Stoffe sein, die zwar ungiftig sind aber sauerstoffverdrängend (ersticken) wirken.

Atemgifte sind zum Beispiel (an Einsatzstellen):
Verbrennungsprodukte (Brandrauch, Brandgase), Dämpfe auslaufender Flüssigkeiten, ausströmende Gase, verschiedene Löschmittel (z.B. INERGEN, CO₂).

Physiologische Wirkung

Je nach Wirkung auf den menschlichen Körper (physiologische Wirkung) werden die Atemgifte in 3 Gruppen eingeteilt.

Gruppe 1: Atemgifte mit erstickender Wirkung (sauerstoffverdrängend)

Atemgift	Vorkommen
Stickstoff N ₂	Kesselbau, Schlossereien, Stahlbau
Wasserstoff H ₂	Heizgas, Stahlbau, chem. Industrie
Methan CH ₄	Hauptbestandteil des Erdgases, Kläranlagen Jauchegruben, Futtersilos, Kanalisation
Ethan C ₂ H ₄	Bestandteil des Erdgases, chemische Industrie
Edelgase (Argon, Helium, Neon usw.)	Schutzschweißen, Leuchtreklame, chem. Industrie

Gruppe 2: Atemgifte mit Reiz- und Ätzwirkung

Atemgift	Vorkommen
Chlor (Cl ₂)	Wasseraufbereitung, Wäschereien (Bleichmittel) Zellstoff- und Papierindustrie
Dämpfe der Flusssäure	Glasätzereien, Klischeeanstalten, Lötarbeiten, Klempnereien, Galvanische Betriebe, Batterieladestation
Salzsäure, Schwefelsäure	
Dämpfe der Kalilauge	Batterieladestation, Seifen-, Waschmittel-Farbenindustrie, Herstellung von Pottasche
Dämpfe der Natronlauge	Seifen-, Waschmittel-, Textil- Zellstoff- und Papierindustrie
Nitrose Gase (NO ₉ , NO ₂₉ -N ₂ O N ₂ O ₃ N ₂ O ₃)	Nitrose Gase sind Stickoxide, Auftreten bei Reaktionen zwischen Salpetersäure und

Freiwillige Feuerwehr Heusweiler

Truppmannausbildung Teil 1

Brennen und Löschen

Phosgen (COCl_2)	Farbstoffindustrie, Arzneimittelindustrie, Kampfmittel
Ammoniak (NH_3)	Kälteanlagen (alt) Düngemittelindustrie, Fäkaliengruben und Kanalisation
Schwefeldioxid (SO_2)	Brand von schwefelhaltigen Stoffen, Schädlingsbekämpfungsmittel
Formaldehyd (Methanol)	Desinfektionsmittel - Formalin 40 %, Kunststoffherstellung
Stäube von Natriumhydroxid (Ätznatron)	Seifenindustrie
Stäube von Kaliumhydroxid (Ätzkali)	Seifenindustrie, Papierherstellung
Stäube von Kaliumhydroxid (Ätzkali)	Düngemittel, Mörtelwerke, Neutralisation von Säureabfällen

Gruppe 3: Atemgifte mit Wirkung auf Blut, Nerven und Zellen

Atemgift

Aceton, Ether, Alkohole, Benzine, Benzole, Trichlorethylen („Tri“), Tetrachlorkohlenstoff („Tetra“) Schwefelkohlenstoff u.a.

Lösungsmittel, Entfettungsmittel, chem. Industrie, Kunststoffherstellung, chemische Reinigung

Blausäure (HCN)

Schädlingsbekämpfungsmittel, chem. Industrie, galvanische Betriebe, Blausäure entsteht auch, wenn sich stickstoffhaltige Kunststoffe (Nitrozellulose, Acrylnitril u.ä.) in der Brandwärme zwischen 250 °C und 350 °C zersetzen (Pyrolyse).

Kohlenstoffmonoxid (CO)

Produkt der unvollkommenen Verbrennung, Abgase

Kohlenstoffdioxid (CO_2)

Produkt der vollkommenen Verbrennung, Abgase, Gärkeller, Futtersilos, Löschmittel, Treibmittel

Wassergas (40% CO , 50% H_2 Rest H_2O -Dampf, CO_2 u.a.)

Löschen von brennendem Koks mit Wasser (taktische Regel: z.B. Schaum verwenden, Außenangriff)

Propan, Butan (C_3H_8 , C_4H_{10})

Heizgase (Flüssiggas), chem. Industrie im Erdgas enthalten, Schweiß- und Lötarbeiten (verhältnismäßig ungefährlich)

Quecksilberdämpfe Spiegel und Thermometerherstellung

Die Löschlehre

Die Löschlehre behandelt die Arten, Eigenschaften und Anwendungsbereiche der Löschmittel.

Die Störung oder Wegnahme einer der fünf Vorbedingungen einer Verbrennung bewirkt, daß der Verbrennungsvorgang abgebrochen bzw. zumindest gestört wird.

Löschmittel:

Als Löschmittel bezeichnet man Stoffe, die geeignet sind, durch bestimmte Löschwirkungen (Löscheffekte) die Verbrennung zu unterbinden. Die zur Zeit bekannten Löschmittel lassen sich in fünf Gruppen zusammenfassen.

- Wasser
- Schaum
- Löschpulver
- Kohlendioxid
- -Halon- Ist seit dem 01.01.94 von jeglicher Anwendung ausgeschlossen.
- Inerte Gase
- (Sonstige)

Die Löschmittel unterliegen einer Prüfung und Zulassung. Die amtliche Prüfstelle ist für die gesamte BRD die Landesfeuerweherschule in Münster NRW.

Löschmittel dürfen bei ordnungsgemäßer Verwendung und vorschriftsmäßiger Handhabung des Löschgerätes nicht gesundheitsschädlich sein.

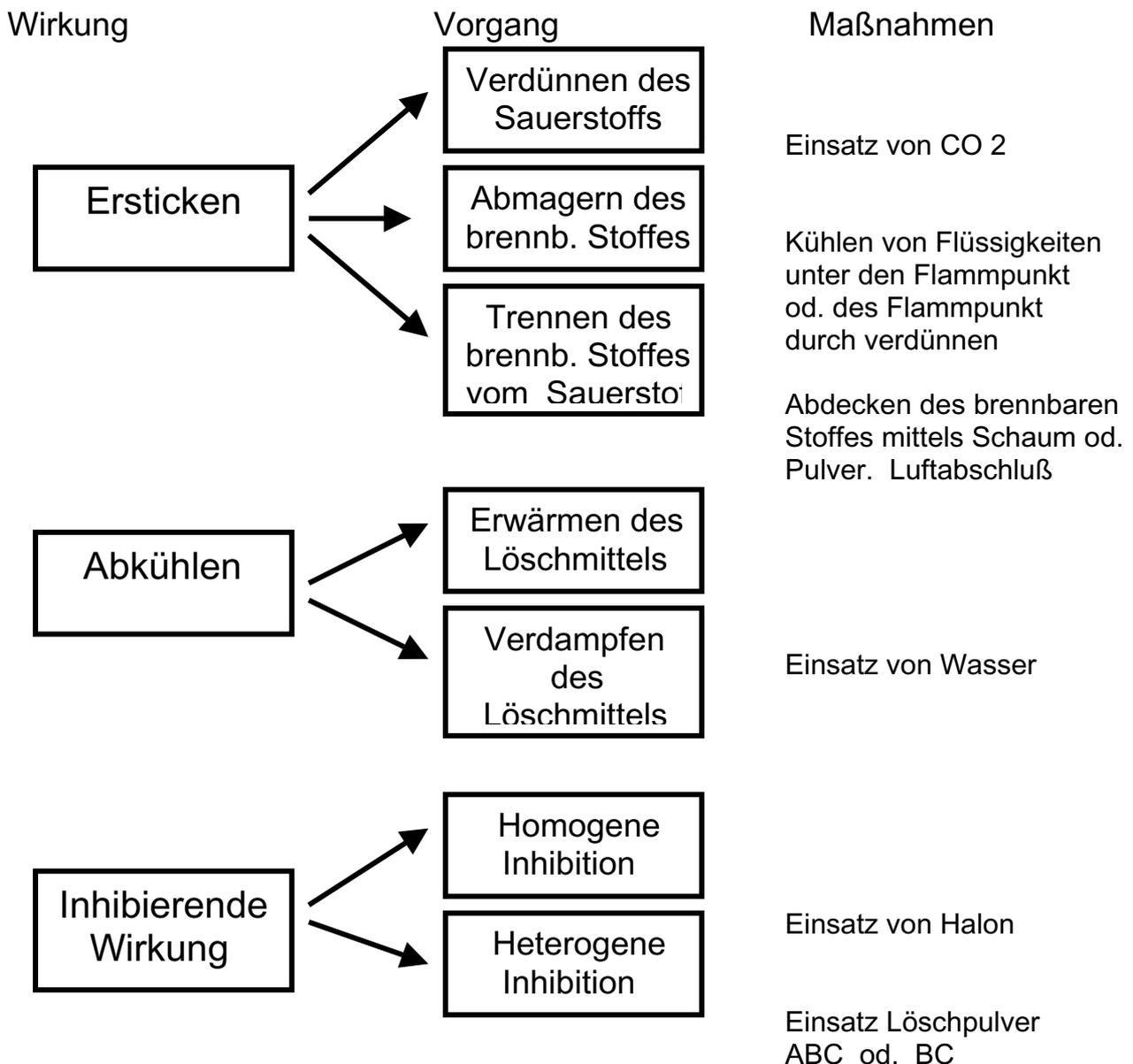
Einteilung:

Löschmittel	Zugel. Brandklasse
Wasser	A
Schaum	A B
BC-Löschpulver	B C
ABC-Löschpulver	ABC
Kohlendioxid	BC
Metallbrandlöschpulver	D
Halon	BC

Freiwillige Feuerwehr Heusweiler
Truppmannausbildung Teil 1
Brennen und Löschen

Löschwirkungen Löscheffekt

- Löschen durch Stören des Mengenverhältnis brennbarer Stoff – Sauerstoff - Ersticken
- Löschen durch Stören der energetischen Voraussetzung - Abkühlung
- Löschen durch Anwendung des antikatalytischen Effekts



1. Löschen durch Ersticken:

- 1.1 Erniedrigen der Sauerstoffzufuhr
= Verdünnen des Sauerstoffs
- 1.2 Drosseln der weiteren Zufuhr von brennbarem Stoff
= Abmagern des brennbaren Stoffes.
- 1.3 Völliges Trennen
= Brennbare Stoff vom Sauerstoff.

1.1 Erstickende Löschwirkung durch Verdünnen des Sauerstoffs:

Diese Wirkung beruht darauf den Sauerstoffgehalt der Luft von 21 Vol. % auf unter 15 Vol. % zu senken. Bei einer Sauerstoffkonzentration unter 15 Vol. % kommt es in der Regel bei den meisten brennbaren Stoffen zu einem Abbruch der Verbrennungsreaktion.

Um jedoch eine Verringerung der Sauerstoffkonzentration von 21 Vol. % auf 15 Vol.% zu erreichen, müssen mindestens 30 Vol. % eines Löschgases (CO₂) in den Raum gebracht werden. Hoher Löschmittelaufwand.

Nur wenige Stoffe können bei einem Sauerstoffgehalt unter 10 Vol. % weiterbrennen z.B. Wasserstoff, Acetylen, weißer Phosphor

1.2 Erstickende Löschwirkung durch Abmagern des brennbaren Stoffes:

Eine erstickende Löschwirkung durch Abmagern des brennbaren Stoffes tritt ein, wenn brennbare Flüssigkeiten, deren Flammpunkt höher als 21° liegt (Gef.-Klasse AII oder AIII) durch geeignete Maßnahmen unter ihren Flammpunkt abgekühlt werden. Beim Unterschreiten des Flammpunktes werden die aus der Flüssigkeit entwickelten brennbaren Dämpfe so stark abgemagert, daß die Verbrennung aufhören muß.

Umrühren, mit Wasser abkühlen.

1.3 Durch Trennen

Das Trennen der Reaktionspartner kann praktisch dadurch erreicht werden, daß entweder der weitere Zutritt von brennbarem Stoff zum Luftsauerstoff oder auch umgekehrt, der Zutritt von Luftsauerstoff zum brennbaren Stoff verhindert wird, indem ein geeignetes Medium (Schaum) auf rein mechanischen Wege zwischen die Reaktionspartner bzw. zwischen einen der Reaktionspartner gebracht wird.

2. Löschen durch „Abkühlen“

- 2.1 Erwärmen des Löschmittels
- 2.2 Verdampfen des Löschmittels

2.1 Ohne Änderung des Löschmittels

2.2 Übergang in andere Aggregatzustände

Das Löschen durch Abkühlen bedeutet einen Eingriff unmittelbar an der Stelle, wo die Verbrennungs – Reaktion stattfindet.

Durch Wärmeentzug aus der Reaktionszone wird die Verbrennungstemperatur und damit auch die Oxidationsgeschwindigkeit gesenkt. Nach der Van` t Hoff'schen Regel wird die Oxidationsgeschwindigkeit durch eine Temperaturerhöhung um je 10 C° auf das Doppelte bis Dreifache gesteigert. Umgekehrt wird sie aber auch bereits auf die Hälfte bis ein Drittel verlangsamt, wenn die Temperatur lediglich um 10 C° erniedrigt wird.

Eine Temperatur-Senkung um 100 C° verlangsamt die Verbrennungsreaktion schon auf ein Tausendstel ihre Geschwindigkeit.

Kühleffekt

- A Durch physikalische Zustandsänderung
Erwärmung, Verdampfung, Schmelzen, Sublimation.
- B Chemische Reaktion
Dissoziation, Zersetzung
- C Abdämmen
Unterbindung der Wärmeübertragung.

3. Inhibierende Löschwirkung

3.1 Homogene Inhibition

3.2 Heterogene Inhibition

Homogen = Gleicher Aggregatzustand

Heterogen = Ungleicher Aggregatzustand

3.1 Die Homogene Inhibition

besteht im Prinzip darin, daß bestimmte Zwischenglieder (Radikale, Moleküle, Ionen) der Reaktionsketten von anderen Radikalen, die bei der thermischen Zersetzung des Löschmittels gebildet werden, chemisch gebunden und damit sozusagen aus den Reaktionsketten herausgerissen werden, wodurch Kettenabbruch und damit Erlöschen der Flammen eintritt. (Löschmittel Halon.)

3.2 Die Heterogene Inhibition

Unter heterogener Inhibition ist die kettenabbrechende Wirkung kühler Oberflächen zu verstehen.

Bei der heterogenen Inhibition tritt die kettenabbrechende Wirkung durch kühle Oberflächen ein. Grubenlampen. Das Löschen mit Löschpulver beruht hauptsächlich auf Wandwirkung. Je feiner der Stoff zerteilt ist, desto größer die Oberfläche zu Masse.

Ein Kg Pulver hat z.B. bei einer mittleren Körnergröße eine Oberfläche von einigen hundert Quadratmetern. Im Kontakt mit der kühlen Oberfläche der Pulverteilchen verliert die energiereiche Radikale einen Teil ihrer Energie.

Während bei der homogenen Inhibition die für die Fortsetzung der Reaktionsketten wesentlichen Zwischenglieder durch chemischen Bindung entfernt werden, werden sie bei der heterogenen Inhibition durch Energieentzug ausgeschaltet.

Löschmittel Wasser

- Wasser ist der wichtigste Stoff auf unserem Erdball
- das am häufigsten eingesetzte Löschmittel

Chemische und physikalische Eigenschaften

- Geschmacks- geruchlos
- durchsichtige Flüssigkeit, die in dicke Schichten eine bläuliche Färbung aufweist.
- Siedepunkt bei 100 °C
- Gefrierpunkt bei 0 °C
- Wasser besitzt eine hohe Wärmeaufnahmefähigkeit
- Wasser zerfällt bei extrem hohen Temperaturen (2000 °C)

Hauptlöschwirkung:

Die **Hauptlöschwirkung** des Wassers besteht in seiner abkühlenden Wirkung.

Durch Zugabe von Wasser wird der Verbrennungszone Wärme entzogen, indem das Wasser erwärmt und anschließend verdampft wird. Durch die Aufnahme der hohen Energie wird die Verbrennungszone unter die Mindestverbrennungstemperatur herabgekühlt.

Neben der abkühlenden Wirkung kommt auch eine erstickende Wirkung in Betracht. Dies macht man sich beim Löschen von Flüssigkeitsbränden zu nutze. Durch das Wasser wird die brennbare Flüssigkeit abgekühlt, dadurch entwickeln sich weniger Dämpfe aus der Flüssigkeit

Abmagern des brennbaren Stoffes. Brand erlischt.

Sind brennbare Flüssigkeiten dagegen mit Wasser mischbar; so wird durch Zugabe von Wasser die Flüssigkeit verdünnt und damit der Flammpunkt erhöht.

Anwendungsarten:

1.) Vollstrahl

- kompakte Bündelung des Wassers, dadurch große Wurfweite und große Wurfhöhe.
- hohe mechanische Kraft dadurch höhere Eindringtiefe als der Sprühstrahl.

2.) Sprühstrahl

- die große Auffächerung des Strahles bewirkt eine große Oberfläche schnelleres Verdampfen gute Kühlung.
- geringe mechanische Kraft wirbelt kein Brandgut auf
- schlechter elektr. Leitfähigkeit Geringer Sicherheitsabstand notwendig.
- in geschlossenen Räumen Verbrühungsgefahr durch gebildeten Wasserdampf.

Nachteile:

- bei Temperaturen um 0 °C und darunter besteht Frostgefahr.
- durch unbedachten Einsatz des Wassers kann es zu erheblichen Schäden kommen. Es gab sogar Fälle, bei denen der Wasserschaden höher als der Brandschaden war.

Hierfür lassen sich drei Gründe nennen:

1. falsche oder mangelhaften Ausrüstung (statt CM- ein BM-Strahlrohr eingesetzt)
2. falsche oder ungenügende Ausbildung (statt Sprühstrahl Vollstrahl eingesetzt)
3. Falsche Einsatztaktik (Außenangriff durchgeführt obwohl ein Innenangriff ratsam gewesen wäre)

Löschmittel Schaum:

Begriffe:

a) Verschäumungszahl:

gibt das Verhältnis zwischen Flüssigkeitsmenge (Wasser/Schaummittelgemisch) und Schaummenge an.

VZ = Schaumvolumen/Flüssigkeitsvolumen

Bsp. 1 L Flüssigkeit (Wasser/Schaummittelgemisch) ergeben 8 L Schaum.

$$\begin{aligned} \text{d.h. } VZ &= 8/1 \\ VZ &= 8 \end{aligned}$$

Für Luftschaum gilt folgende Einteilung;

Schaumart Verschäumungszahl:

Schwerschaum	bis 20
Mittelschaum	20 bis 200
Leichtschaum	200 bis 1000

Bsp. VZ von 20 bedeutet: 1 L Flüssigkeit + 19 L Luft = 20 L Schaum.

Zumischung

gibt den prozentualen Anteil vom Schaummittel an der Wasser-/Schaummittel -Lösung. an.

Bsp. eine 3% Zumischung = 97% Wasser + 3% Schaummittel.

bei einer Durchflußmenge von 400 L/min und 3% Zumischung, so werden $400 \text{ L/min} \times 3/100 = 12 \text{ L}$ Schaummittel pro Minute zugemischt

die üblich Zumischung liegt bei 1,5 - 5%

allg.: Schwerschaum 4 - 5%

Mehrbereichsschaummittel 3%

AFFF- Konzentrat 1%

Schaummittelarten:

grundsätzliche Einteilung:

- **Schwerschaum**
- **Mehrbereichsschaummittel**
- **Spezialschaum**

a) Schwerschaummittel

- Proteinschaummittel
- Fluor- Protein- Schaummittel
- Wasserfilmbildende Schaummittel (AFFF)

b) Mehrbereichsschaummittel

- Synthetisches Schaummittel ist in allen drei Schaumbereichen zu verwenden.

c) Spezialschaum

- alkohohlbeständige Schaummittel:
- nichtleitende Schaummittel (wird mit destilliertem Wasser erzeugt).

Schaumarten:

a) Schwertschaum

- Verschäumungszahl bis 20
- Löschwirkung beruht auf Ersticken und Kühlen
- gute Kühlwirkung wird durch den hohen Wasseranteil gewährleistet
Brandklasse A
- erstickende Wirkung bedeckt brennende Flüssigkeit
trennt Sauerstoff und Brennstoff
Brandklasse B

b) Mittelschaum

- VZ Zwischen 20 und 200
- da nur geringer Wassergehalt geringe abkühlende Wirkung
Löschwirkung hauptsächlich erstickend
- Einsatz für Brandklasse A und B
- eignet sich sehr gut zum Fluten von Räumen (da in kurzer
Zeit große Schaummenge)

Wo liegen die Anwendungsbereiche von Schaum?

Schwerschaum:

Bekämpfung von Bränden der Klasse A (feste Stoffe) und Klasse B (flüssige Stoffe). Wichtigstes Einsatzgebiet ist die Mineralölindustrie.

Mittelschaum:

Mittelschaum kann zur erfolgreichen Bekämpfung von Flächenbränden im Freien verwendet werden.

Leichtschaum:

Vorwiegend für das Füllen und Fluten von Räumen (z.B. Keller, Lagerräume) bei Bränden der Klasse A und B.

Löschpulver:

Beim Einsatz unterscheiden wir im Hinblick auf die Brandklassen drei Arten von Löschpulver:

BC- Pulver: Basismaterial Natrium- oder Kaliumhydrogenkarbonat oder Kaliumsulfat

ABC- Pulver: Basismaterial Ammoniumphosphat und Ammoniumsulfat

D- Pulver: Basismaterial unterschiedlich, häufig Salzgemische

Die Bezeichnung BC-, ABC-, D- Pulver gibt an, bei welchen Brandklassen die Löschpulver wirksam eingesetzt werden können.

BC- Pulver ist auf Grund seiner Löschmechanismen nur bei Flammenbränden einsetzbar.

BC- Pulver sind staubfeine Körner, vornehmlich aus den Basismaterialien Natriumhydrogenkarbonat oder Kaliumsulfat.

Die Größe der Körner ist maßgeblich für die Löschwirkung eines Pulvers. Grundsätzlich kann gesagt werden, je kleiner die Pulverkörner sind, desto besser ist die Löschwirkung.

Löschtechnische Eigenschaften von Löschpulver

Die Löschwirkung der Löschpulver ist nicht auf einen einzelnen Löscheffekt zurückzuführen, sondern beruht auf dem komplizierten Zusammenwirken unterschiedlicher Löscheffekte.

Beim BC- Pulver ist als ausschlaggebende Löschwirkung die Einflußnahme auf die Reaktionskette bei der Flamme zu nennen, die die Verbrennungsreaktion hemmt (Antikatalyse oder Inhibition)

Eine Flamme kann nur gelöscht werden, wenn sie ganz von der Pulverwolke eingehüllt ist.

ABC-Löschpulver wirkt auf der Oberfläche glutbildender Stoffe durch Bildung einer Schmelze erstickend.

Die Schmelze, auch Glasurschicht genannt, bildet einen Überzug und verhindert dem Sauerstoff den Zutritt zum brennbaren Stoff. Bei Stoffen der Brandklasse B und C wirkt es wie BC-Pulver.

Bei D-Pulver ist die Bildung einer Glasurschicht und die Trennung des Sauerstoffs vom brennbaren Stoff der Haupteffekt.

Kohlendioxid

Kohlendioxid, das in der Luft zu etwa 0,04 Vol-% enthalten ist, wird im Volksmund häufig als Kohlensäure bezeichnet. Die Volksmundbezeichnung ist falsch und sollte von einem Feuerwehrangehörigen nicht benutzt werden. Deutlich wird dieser Fehler, wenn man die Formel betrachtet.

Kohlendioxid = CO_2

Kohlensäure = H_2CO_3

Kohlendioxid entsteht bei der vollkommenen Verbrennung von Kohlenstoff. Es ist ein farbloses, geruchloses Gas, das zu den Atemgiften gehört.

Löschtechnische Eigenschaften

Die Löschwirkung des Kohlendioxids beruht auf dem Stickeffekt. Da es um das eineinhalbfache schwerer als Luft ist, breitet es sich über einem Flammenbrand aus und verhindert den Sauerstoffzutritt bzw. verringert den Sauerstoffgehalt der Luft so weit, dass eine Verbrennung nicht mehr möglich ist. Das heißt, dass der Sauerstoffgehalt der Luft im allgemeinen auf mindestens 15 Vol-% herabgesetzt werden muss. Hierzu ist eine Kohlendioxidkonzentration von 30 Vol-% erforderlich. Stark vereinfacht kann als Faustformel gelten:

Für einen Flammenbrand benötigen wir für 1 m³ geschlossenen Raum 1 kg Kohlendioxid.

Welche sonstigen Löschmittel werden in Sonderfällen eingesetzt:

1.

Graugußspäne, trockener Sand, Salze, Zement, Kalk, z.B. bei Metallbränden.

2.

Netzmittel zum Herabsetzen der Oberflächenspannung des Wassers, z.B. zur Bekämpfung von Schwelbränden.

3.

Chemische Zusätze (Kunstdünger) zum Löschwasser bei der Waldbrandbekämpfung aus der Luft (in Deutschland bisher ohne Bedeutung).