

BRENNEN UND LÖSCHEN

1. Brennvorgang

1.1. Voraussetzungen für eine Verbrennung

Bei einem "Brand" in einem Kellerraum in konnte im Kellerflur nur ein leichter Brandgeruch festgestellt werden. Es schien, als ob es sich nur um einen Entstehungsbrand handeln würde. Die Metalltür zum Brandraum wurde vom vorgehenden Trupp sofort geöffnet. Es bildete sich eine Stichflamme, welche beide Feuerwehrmänner verletzte. Das Feuer breitete sich jetzt sehr schnell über den Kellerflur aus; es mussten 2 C-Rohre eingesetzt werden, obwohl zunächst ja nur von einem Entstehungsbrand ausgegangen worden war. Wie war das möglich?

Durch das plötzliche Öffnen der Kellertür gelangte Sauerstoff, der bislang in benötigter Menge fehlte, in den Brandraum. Jetzt lagen alle Voraussetzungen für eine Verbrennung vor. Hierdurch erhöhte sich zwangsläufig der Druck im Brandraum und die Stichflamme wurde durch die Türöffnung nach außen gedrückt.



Um brennbare Stoffe zum Verbrennen zu bringen, müssen also mehrere Vorbedingungen vorliegen.

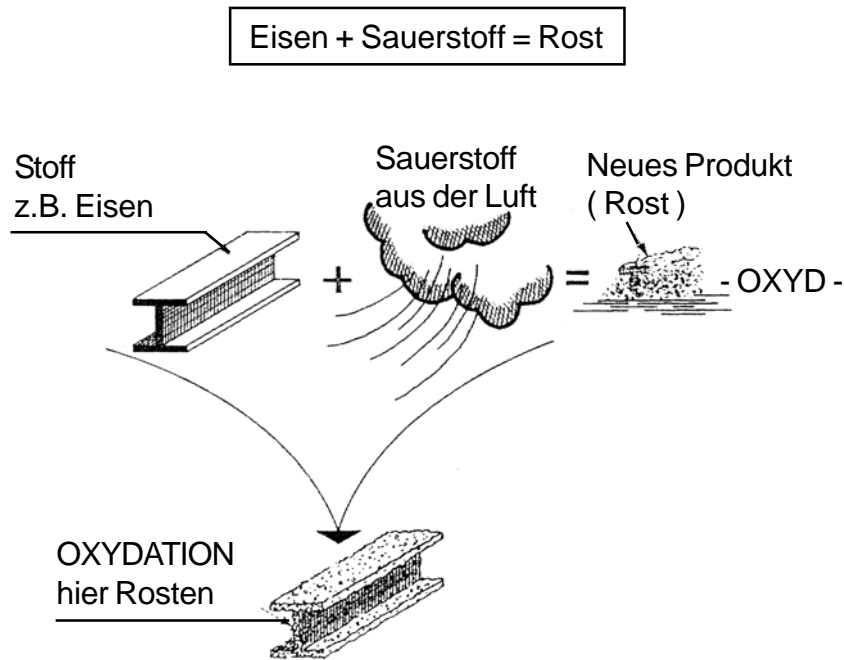
**Brennbarer Stoff
Sauerstoff
das richtige Mengenverhältnis und
die Zündtemperatur**



Diese 4 " Stützen " bewirken zusammen und gleichzeitig eine Verbrennung.

Oxydation und Brennen - was ist das eigentlich?

Sicherlich haben Sie schon mal ein Stück blankes und ein Stück rostiges Eisen gesehen. Was hat eigentlich das Stück Eisen rostig gemacht? Das blankes 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 jedes Mal ein neues Produkt. Ein weiteres Beispiel:



Wenn sich irgendein Stoff mit Sauerstoff verbindet, dann nennen wir diesen Verbindungsvorgang Oxydation oder auch ein Stoff wird oxydiert. Das Produkt, das bei diesem Vorgang entsteht, nennen wir Oxyd.

Wenn wir bei unseren bisherigen Beispielen bleiben, können wir sagen: Rost und Wasser sind Oxyde, die bei einer Oxydation entstanden sind.

Die Oxydation ist ein chemischer Vorgang und kann mit verschiedenen Geschwindigkeiten ablaufen.

z. B. **sehr langsam** - über Jahre und Jahrzehnte

Holz wird tot

Gummi wird hart und rissig

langsam - über Monate, Tage, Stunden

Eisen rostet

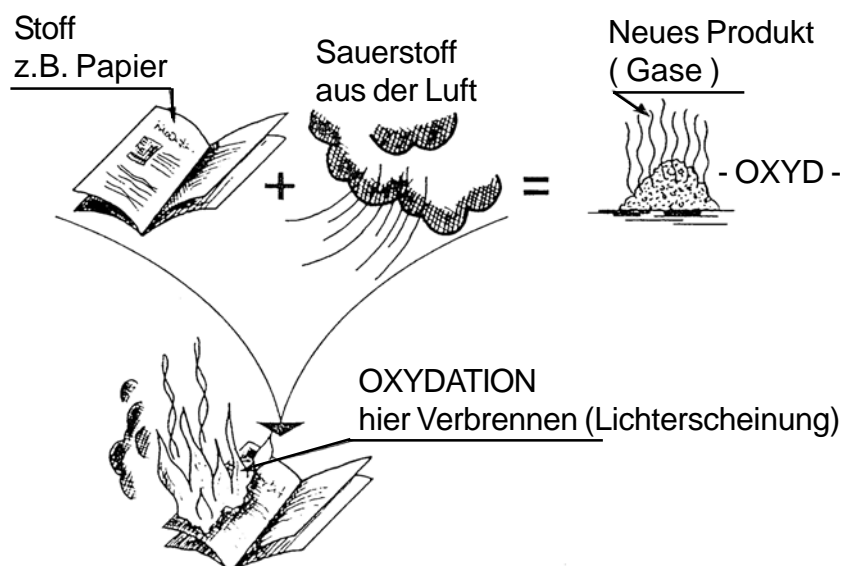
Mist gärt

Bei Oxydationsvorgängen wird Wärme frei. Verständlicherweise lässt sie sich bei sehr langsamen und langsamen Oxydationen nicht nachweisen - aber bei schnell verlaufenden Oxydationen. Es gibt schnell verlaufende Oxydationsvorgänge, bei denen während der Verbindung soviel Wärme frei wird, dass dabei eine Lichterscheinung zu sehen ist.

In diesem Fall haben wir es mit einem besonderen Oxydationsvorgang zu tun, den wir Brennen nennen.

Deshalb können wir sagen :

Wenn sich ein **Stoff mit Sauerstoff unter Lichterscheinung verbindet**, dann haben wir es mit einer Oxydation zu tun. Diese Oxydation nennen wir **Brennen**. Stoffe die sich unter Lichterscheinung mit Sauerstoff verbinden (jetzt können wir auch sagen: brennen), nennen wir **brennbare Stoffe**.



1.2. Erscheinungsformen des Feuers

Wir kennen zwei Arten von Lichterscheinungen beim Feuer:

Flammen

Glut.

Bei vielen Brennvorgängen treten beide Lichterscheinungen gleichzeitig auf. Somit gibt es eigentlich noch eine dritte:

Flammen und Glut zusammen.

Welche Lichterscheinung auftritt, hängt von der Art des brennbaren Stoffes ab.

Es brennen:

Gasförmige brennbare Stoffe nur mit **Flammen**

Flüssige brennbare Stoffe nur mit **Flammen**

weil sie vor dem Brennen in Dampfform übergehen.

Die Temperatur, bei der gerade ausreichende Dämpfe zur kurzen Entflammung gebildet werden, nennen wir **Flammpunkt**.

Feste brennbare Stoffe mit **Flamme und Glut**

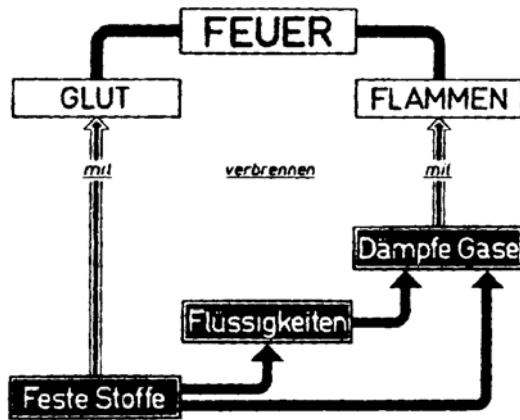
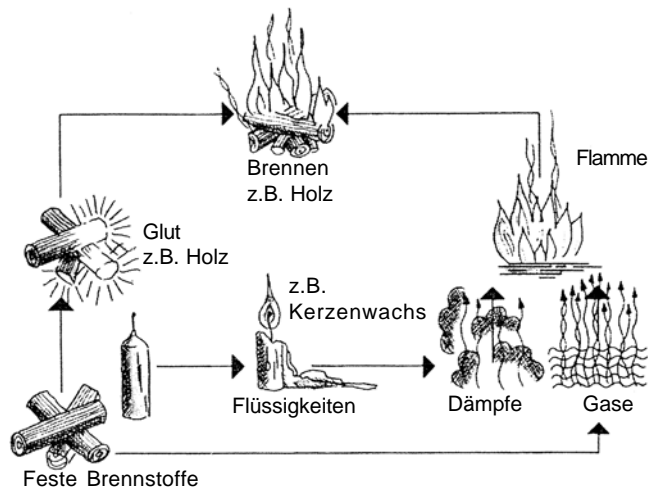
Durch die Zersetzung der brennbaren Stoffe entstehen gasförmige und feste Teile, z.B. bei Holz, Kohle, Papier.

nur mit **Flammen**

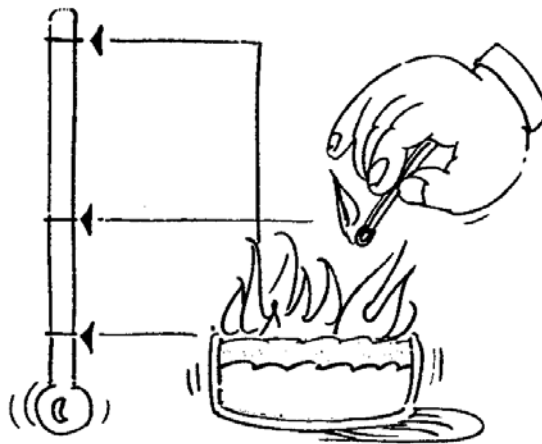
Sie entwickeln nach der Verflüssigung brennbare Dämpfe, z.B. Wachs, Fett.

nur mit **Glut**

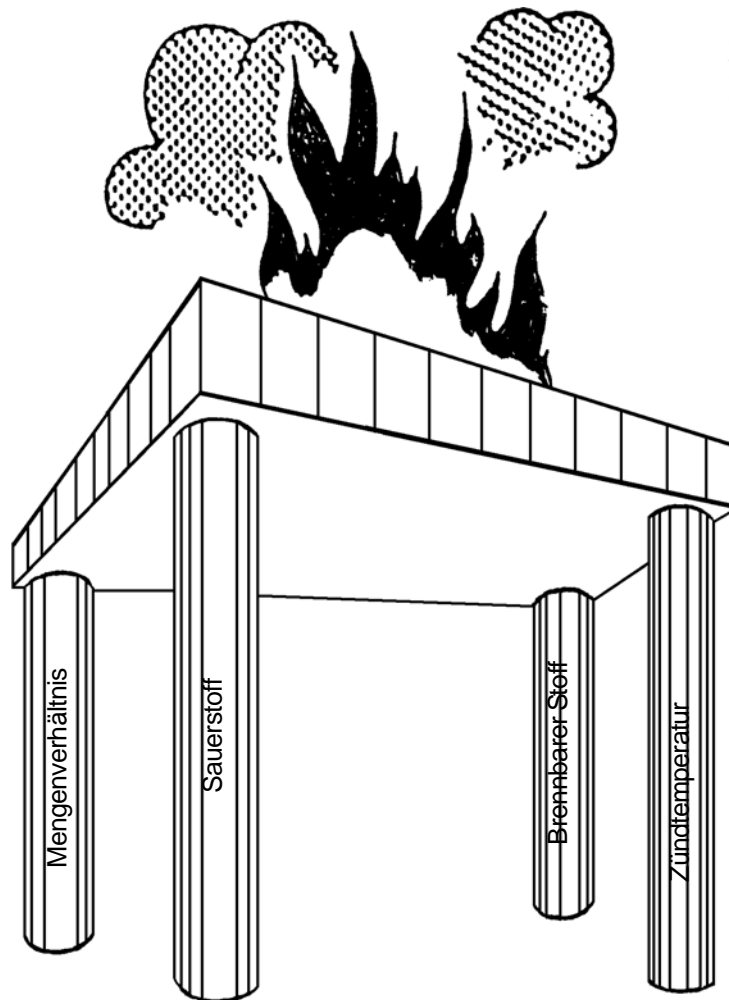
So verbrennen Metalle und künstlich entgaste Stoffe, z.B. Magnesium, Koks.



Der **Flammpunkt** ist derjenige **Temperaturpunkt**, bei der die verdampfenden Stoffe bei Annäherung einer **Zündquelle** zum erstenmal kurz **aufflammen** und wieder **erlöschen**.



1.3. Bedingungen damit es zum Brennen kommt.



①

Sicherlich haben Sie schon einmal zugesehen, wie Papier brennt. Wenn alles verbrannt ist, hört es auf zu brennen. Eigentlich banal, aber hierdurch haben wir die **erste Vorbedingung des Brennens** kennen gelernt.

Ein brennbarer Stoff muss vorhanden sein.

②

Wer kennt nicht den Versuch, bei dem ein Glaszylinder über eine brennende Kerze gestülpt wird? Nach kurzer Zeit erlischt die Kerze. Warum? Der Glaszylinder verhindert den Zutritt des Sauerstoffs der Luft. Damit sind wir bei der **zweiten Vorbedingung** des Brennens

Sauerstoff muss vorhanden sein.

③

Versuchen Sie mal ein Häufchen Mehl auf einem Blechdeckel anzuzünden. Anschließend blasen Sie mal einen Löffel davon in eine Gasflamme. Während im ersten Fall nur ein leichtes Glimmen wahrnehmbar ist, brennt das Mehl im zweiten Fall sehr heftig. Hieraus können wir die **dritte Vorbedingung** des Brennens ableiten.

Sauerstoff und brennbarer Stoff müssen im richtigen Mengenverhältnis zueinander stehen.

④

Täglich entzünden wir Zigaretten, Papier oder Gasflammen mit Streichhölzern. Was tun wir eigentlich? Wir erwärmen den brennbaren Stoff oder besser: wir erfüllen die **vierte Vorbedingung** des Brennens.

Der brennbare Stoff muss auf seine Zündtemperatur gebracht werden.

Erst wenn alle vier Bedingungen zur selben Zeit erfüllt sind, kommt es zum Brennen.



1.4. Die Zündtemperatur

Bevor ein Stoff brennt, muss er erst einmal entzündet werden (= der Brennstoff muss auf seine Zündtemperatur gebracht werden).

Die Zündtemperatur ist der Temperaturpunkt ab welcher ein brennbarer Stoff, in Verbindung mit Sauerstoff, zu brennen beginnt.

Sie kann auf verschiedene Arten erreicht werden: z.B. durch ein Streichholz, durch einen Gasanzünder, durch heiße Oberflächen (Herdplatte) oder durch Wärmestrahlung (Ofen, Sonnenstrahlen, Nähe einer Brandstelle).

Die Höhe der nötigen Zündtemperatur hängt von der Art des brennbaren Stoffes ab.

Zündtemperatur von Phosphor	ca. 60°C
von Holz	ca. 350°C
von Koks	ca. 600°C
von Heizöl	ca. 200°C

Wenn wir versuchen ein dickes Holzstück mit Streichhölzern anzuzünden, werden wir feststellen, dass dies uns nicht gelingt!

WARUM ?

Mit den Streichhölzern wird die nötige **Zündtemperatur nicht erreicht !!!!**



1.5. Die Verbrennungsgeschwindigkeit

Die Zündwilligkeit und die Verbrennungsgeschwindigkeit sind abhängig von dem Mengenverhältnis zwischen dem brennbaren Stoff und dem Sauerstoff.

Der brennbare Stoff verbrennt also unterschiedlich, weil das Mengenverhältnis zwischen dem brennbaren Stoff und Sauerstoff ein anderes ist.

Je feiner die Verteilung eines brennbaren Stoffes ist, desto größer ist die Verbrennungsgeschwindigkeit.

Ein Brennvorgang verläuft um so schneller, je günstiger (intensiver) das Mengenverhältnis zwischen brennbarem Stoff und Sauerstoff ist.

Besonders schnell verlaufende Brennvorgänge wirken sich aus als :

Verpuffung nennt man eine Verbrennung verbunden mit einer Stoßwelle, deren Geschwindigkeit **in cm/Sekunde** gemessen werden kann.

Explosion nennt man eine Verbrennung, verbunden mit einer Stoßwelle welche eine Geschwindigkeit aufweist die in **m/Sekunde** gemessen werden kann.

Detonation nennt man eine Verbrennung, verbunden mit einer Stoßwelle welche sich mit einer Geschwindigkeit von mehreren **km/Sekunde** fortbewegt.



1.6. Die Brandklassen

Um die Vielzahl der Stoffe und die unterschiedlichen Brandabläufe besser überschauen zu können, hat man in einer Europeanorm die Brände der verschiedenen Stoffe in 4 Brandklassen eingeteilt:



Brennbare feste Stoffe, flammen- und glutbildend
z.B. Holz, Papier, Kohle usw.



Brennbare flüssige Stoffe
z.B. Benzin, Öl usw.



Brennbare Gase
z.B. Propan, Butan, Erdgas usw.



Brennbare Metalle
Magnesium, Aluminium und deren Legierungen, sowie Natrium und Kalium

2. Löschen

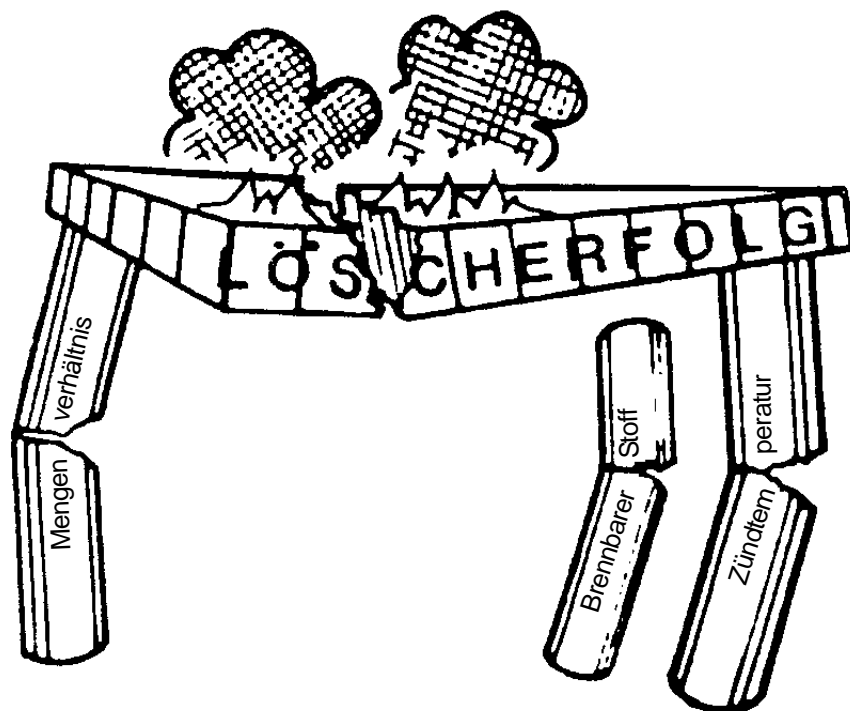
Beim Brennvorgang haben wir festgestellt, dass es nur dann zum Brennen kommt, wenn folgende vier Vorbedingungen zur selben Zeit vorhanden sind:

- ☞ Ein brennbarer Stoff
- ☞ Der Sauerstoff
- ☞ Das richtige Mengenverhältnis zwischen brennbarem Stoff und Sauerstoff
- ☞ Die Zündtemperatur.

Umgekehrt können wir sagen, dass die Beseitigung einer der vier Vorbedingungen gleich Löschen ist. Die Arbeit der Feuerwehr besteht also „nur“ darin, eine der vier Vorbedingungen zu beseitigen.

In der Praxis jedoch, kann die Feuerwehr an den ersten zwei Vorbedingungen (brennbarer Stoff und Sauerstoff) nichts ändern, da sie stofflicher Art sind. Es gibt nämlich bei der Feuerwehr kein Mittel, mit dem sie beispielsweise einen brennbaren Stoff in einen nicht brennbaren Stoff oder Sauerstoff in Stickstoff, der nicht brennbar ist, umwandeln könnte.

Deshalb kann die Feuerwehr nur bei den letzten zwei Vorbedingungen (richtiges Mengenverhältnis brennbarer Stoff/Sauerstoff und Zündtemperatur) ansetzen. Diese sind Zustandsbedingungen und lassen sich naturgemäß leichter verändern.



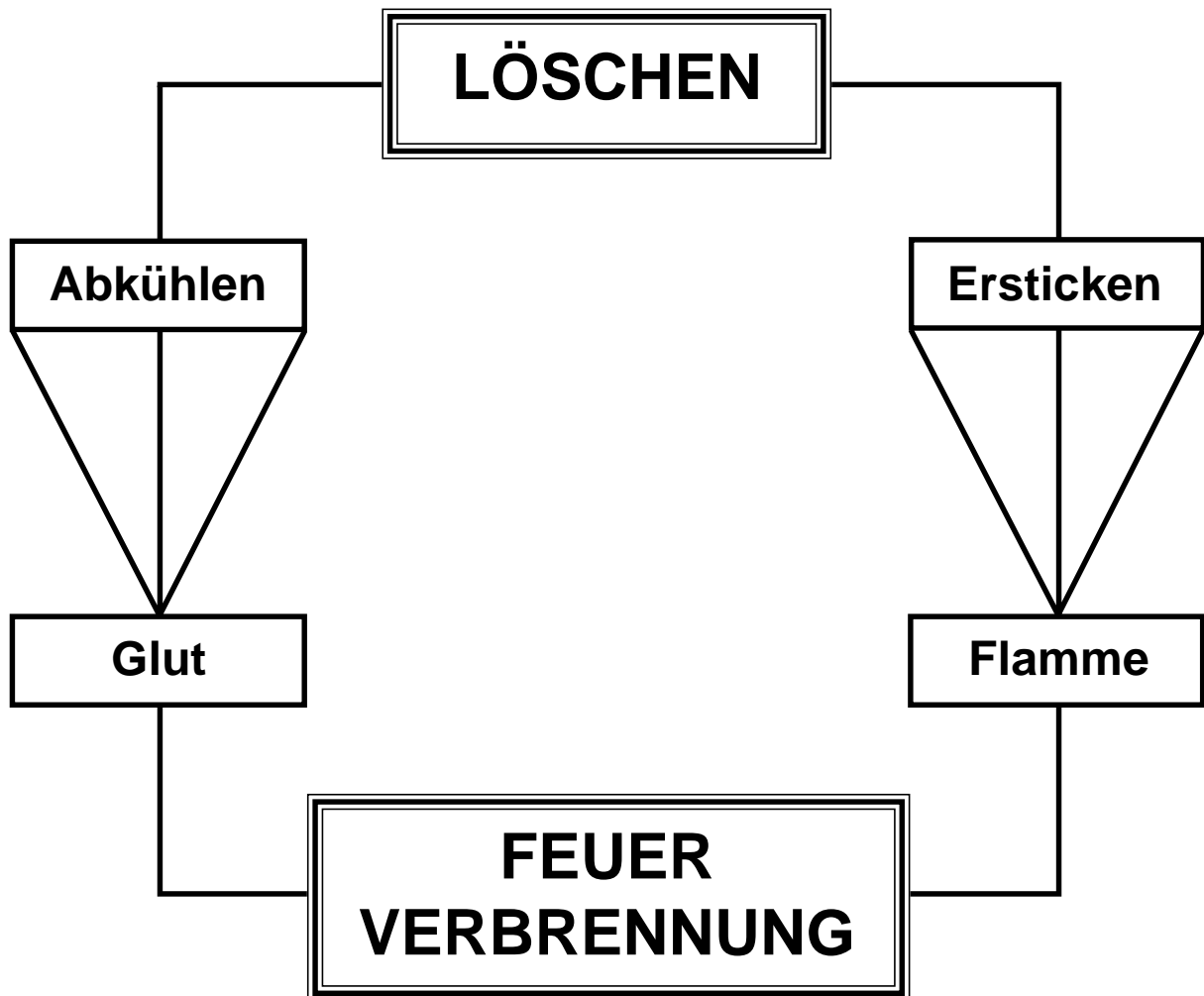
Somit gibt es bei der Feuerwehr nur zwei Löschverfahren:

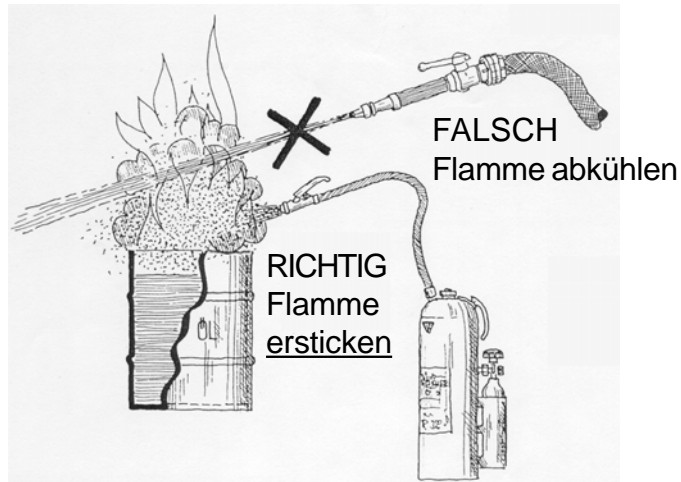
- A. Störung des richtigen Mengensverhältnisses zwischen brennbarem Stoff und Sauerstoff
Löschverfahren Ersticken.
- B. Abkühlen des brennbaren Stoffes unter seine Zündtemperatur
Löschverfahren Abkühlen.

Soll die **Sauerstoffzufuhr** erschwert werden, so werden Löschmittel **mit erstickender Wirkung** eingesetzt.

Um die **Zündtemperatur** zu verringern, werden Löschmittel **mit abkühlender Wirkung** verwendet.

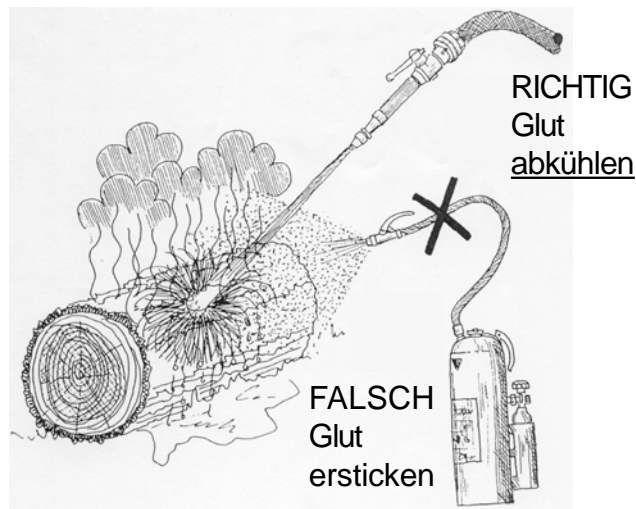
Das Wegnehmen des Brandgutes erweist sich nur in Ausnahmefällen als möglich.





Hier geht deutlich hervor, dass man einem brennenden Gas oder Dampfstrom so gut wie keine Wärme entziehen kann, weil er dem abkühlenden Mittel fast keine Angriffsfläche bietet.

Hier kommt es nur zu einem Löscherfolg, wenn man das richtige Mengenverhältnis zwischen brennbarem Stoff und Sauerstoff stört, also das Löschverfahren **Ersticken** anwendet.



Hier geht deutlich hervor, dass bei einem festen brennbaren Stoff mit Gluterscheinung eine Störung des Mengenverhältnisses nicht ausreicht, weil dadurch dem brennbaren Stoff die hohe Temperatur nicht entzogen wird.

Hier kommt es nur zu einem Löscherfolg, wenn man dem brennbaren Stoff die Wärme entzieht, also das Löschverfahren **Abkühlen** anwendet.



Merke:

Bei Bränden an Gasleitungen oder Gasapparaten wird es richtiger sein, **die Stichflamme nicht zu löschen**, sondern nur so zu überwachen, dass nicht andere Stoffe in Brand geraten, bis die Gasleitung durch Schieber abgesperrt ist.

2.1. Löschmittel

Was sind Löschmittel?

Löschmittel sind alle Stoffe, die geeignet sind den Brennvorgang zu unterbrechen. Wir unterteilen die Löschmittel nach den zwei Lösungsverfahren in:

-  Löschmittel mit erstickender Wirkung
-  Löschmittel mit abkühlender Wirkung

Außerdem unterteilen wir sie nach ihrem Aggregatzustand in:

- a) feste Löschmittel
z.B. Löschpulver und Sand
- b) flüssige Löschmittel
z.B. Wasser und Schweröle
- c) gasförmige Löschmittel
z.B. Kohlendioxid (CO₂) und Stickstoff
- d) dampfförmige Löschmittel
z.B. Halone und Wasserdampf
- e) kombinierte Löschmittel
z.B. Schaum, Löschpulver mit CO₂ und Wasser mit Zusätzen (Netzmittel)

Alle Löschmittel haben eine Hauptlöschwirkung (Primärlöschwirkung) und eine Nebenlöschwirkung (Sekundärlöschwirkung).

So hat z.B.:

Wasser die **Hauptlöschwirkung Abkühlen** und die Nebenlöschwirkung Ersticken.

Löschpulver die **Hauptlöschwirkung Ersticken** und die Nebenlöschwirkung Abkühlen.

Welche Löschmittel kennen wir ?

Das wichtigste Löschmittel überhaupt ist und bleibt das **Löschmittel Wasser**, da es bei 90% aller Brände eingesetzt werden kann. Es kommt fast überall vor, ist billig und kann gut transportiert werden. Da das Wasser große Wärmemengen aufnehmen kann ist es ein hervorragendes abkühlendes Mittel für die Brandbekämpfung und ist chemisch neutral.

Die Hauptlöschwirkung des Wassers besteht in der Abkühlung.

Bei der Feuerwehr wird das Löschmittel Wasser als:

Sprühstrahl

Durch die Verteilung des Wasserstrahls kommt es zu einer Oberflächenvergrößerung. Dadurch kann dem Feuer mehr Wärme entzogen werden und

Vollstrahl

In Form des Vollstrahls hat es eine gute Auftreffwucht, wodurch das Brandgut auseinandergerissen wird und eine gute Tiefenwirkung durch das Eindringen des Wassers in tiefere Glutschichten.

verwendet.

Ein Liter Wasser wiegt ein Kilogramm; 1000 Liter also eine Tonne; ein Bauwerk kann also durchaus einstürzen wenn zuviel Wasser eingesetzt wird. Ein dosierter Einsatz von Wasser ist auch hinsichtlich eines eventuellen Wasserschadens in jedem Falle anzustreben. Häufig ist der angerichtete Löschwasserschaden größer als der eigentliche Brandschaden. Bei Zimmerbränden ist in jedem Fall Sprühstrahl angebracht.

In engen Räumen ist darüber hinaus darauf zu achten, dass der Feuerwehrmann sich nicht selbst durch den beim Löschen entstehenden Wasserdampf verbrüht; ein einziger Liter Wasser ergibt etwa 1700 Liter Wasserdampf.

Auch bei elektrischen Anlagen ist das Löschmittel Wasser, wenn überhaupt, nur bei Einhaltung von Mindestabständen einzusetzen, da das Wasser eine gute elektrische Leitfähigkeit hat.

Vorsicht!

Bei der durch das Löschwasser entstandenen Feuchtigkeit und Nässe kann es zu Spannungsverschleppungen - auch durch den Brand zerstörte Isolation von Leitungen und eingeschalteten Stromverbrauchern - kommen (unvollkommene Erdschlüsse) wobei Sicherungen nicht abschalten (nur Fehlerstromschutzschalter). Diese Spannungen können unter Umständen über gut geerdete Metallteile (eventuell Wasserleitungen) von Menschen, sprich Feuerwehrleuten, überbrückt werden (Elektrokutionsgefahr). Daher vorsichtshalber vor dem Löschen allpolig abschalten!

Strahlrohrabstände

		Sprühstrahl	Vollstrahl
Niederspannung	unter 1000 Volt	1 Meter	5 Meter
Hochspannung	über 1000 Volt	5 Meter	10 Meter



Meisterhaft ist nur der Löscherfolg mit geringstem Löschwassereinsatz.

Ist der Einsatz von Wasser als Löschmittel nicht möglich, so können andere Löschmittel zum Einsatz kommen.

Das **Löschmittel Schaum** besteht aus:

- dem Schaummittel, das durch den Zumischer aus dem Schaummittelbehälter dem Löschmittel Wasser zugemischt wird.
- der Luft, die durch die Öffnungen in das Schaumrohr gelangt und dem Wasser-Schaummittelgemisch im richtigen Verhältnis beigemischt wird.

Die Hauptlöschwirkung des Schaums = Ersticken.

Bei der Feuerwehr wird der Schaum je nach Schaumrohr als :

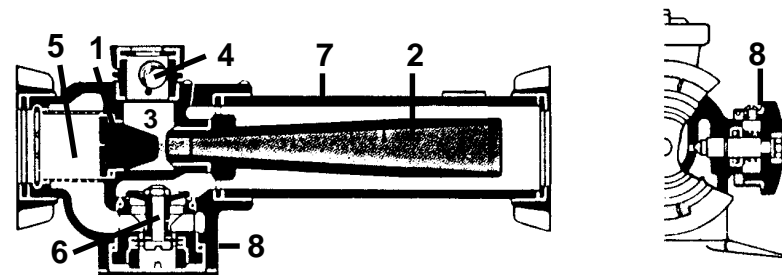
Schwerschaum	= Schwerschaumrohr	+	Schaummittel
Mittelschaum	= Mittelschaumrohr	+	Schaummittel
Leichtschaum	= Leichtschaumrohr Leichtschaumgenerator	+	Schaummittel

verwendet.

Schaum wird erst an der Brandstelle hergestellt.

Schaum wird vor allem bei Flüssigkeitsbränden (Brandklasse B) im Freien und in Räumen verwendet, um den Sauerstoff der Umluft vom Brandgut fernzuhalten.

Schaum darf grundsätzlich nur bei **spannungsfreien Anlagen** angewendet werden.



- | | |
|-------------------|-------------------------------------|
| 1 Treibdüse | 6 Regelventil |
| 2 Fangdüse | 7 Mantelrohr |
| 3 Saugraum | 8 Fuss |
| 4 Rückschlagkugel | 9 verstellbare
Dosiereinrichtung |
| 5 Sieb | |



Das Löschmittel Löschpulver

Sollen vor allem Flüssigkeitsbrände im Freien bekämpft werden, kommt das Löschpulver zum Einsatz. Da jedoch eine Verschmutzung durch das Löschpulver in jedem Fall zu erwarten ist, darf dieses Löschmittel nur bei Brandobjekten eingesetzt werden, bei denen empfindliche Anlagen nicht zerstört werden können.

Löschpulver wird gleichsam auf einem Treibgasstrom (Kohlendioxyd oder Stickstoff) "schwimmend" transportiert und auf den Brandherd geschleudert. Ihre Löschwirkung beruht auf dem sogenannten "antikatalytischen Effekt", einem sehr komplizierten chemischen Vorgang.

Für unsere praktische Arbeit genügt es, wenn wir uns merken:

Die Hauptlöschwirkung des Löschpulvers = Ersticken.

Dabei stellen wir uns vor, dass das Löschpulver zwischen die Brennstoffteilchen und Sauerstoffteilchen tritt und somit das Mischungsverhältnis stört.

Bei der Feuerwehr kennen wir das Löschpulver:

- A** feste und glutbildende brennbare Stoffe
- B** flüssige brennbare Stoffe
- C** gasförmige brennbare Stoffe

- B** flüssige brennbare Stoffe
 - C** gasförmige brennbare Stoffe
- Normal und Hochleistungs
Löschpulver

- D** Metallbrände

Löschpulver **A B C** zulässig bei elektrischer Spannung bis 1000 Volt, mind. 1m Abstand.

Löschpulver **B C** zulässig für den Einsatz gegen Brände bei elektrischer Spannung, in trockenen Anlagen.

Das Löschmittel Gas

Es gibt bei der Feuerwehr außer Löschpulver auch noch gasförmige Löschmittel, wie Z.B. Kohlendioxyd (übliche Bezeichnung Kohlensäure CO_2).

Die Hauptlöschwirkung des gasförmigen Löschmittels = Ersticken.

Es eignet sich vorzüglich für Brände der Klassen B und C.

Ist ein absoluter elektrischer Nichtleiter und lässt sich deshalb ohne Bedenken bei Bränden in elektrischen Anlagen einsetzen.

Zur Anwendung im Freien ist CO_2 nicht besonders geeignet, weil es ziemlich rasch verfliegt. Zur Bekämpfung glutbildender Stoffe **A** ist es völlig ungeeignet.

Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass die CO_2 -Konzentration (z.B. in einem geschlossenem Raum) nicht über 5% ansteigt, weil CO_2 sonst zu einem gefährlichen Atemgift wird

Leichtmetallbrände dürfen nicht mit CO_2 gelöscht werden (Explosionsgefahr durch Aufspaltung des CO_2 in seine Bestandteile)

Stoffe, die bei der Verbrennung Glutbildung zeigen, (Holz, Pappe, Textilien usw.) sollen im Zuge der Brandbekämpfung abgekühlt werden.

Stoffe, die bei der Verbrennung nur Flammen zeigen, (Benzin, Heizöl, Gase usw.) sollen im Zuge der Brandbekämpfung erstickt werden.

Einsatz von Löschmitteln

Löschmittel	Abkühlen	Ersticken	Brandklasse	Beachte
<u>Wasser</u>	X	Wasserdampf	A	Elektrisch leitfähig Nicht bei quellenden Stoffen einsetzen Gewicht Wasser
<u>Pulver</u>				
Glutbrand	----	X	A B C	Verschmutzung bei empfindlichen Anlagen
Normallösch	----	X	B C	
Metallbrand	----	X	D	
<u>Schaum</u>				
Schwerschaum	X	X	A B	Hoher Schaummittel- bedarf, ca. 5 l pro m ³ Schaummittelbedarf ca. 0,3 l pro m ³ Schaummittelbedarf ca. 0,015 l pro m ³
Mittelschaum	----	X	B	
Leichtschaum	----	X	B	



**Vorsicht bei unter Spannung stehenden Anlagen !!!!!
Sicherheitsabstände einhalten !!!**

<p><u>Wasser</u></p> <p>Sprühstrahl CM Strahlrohr Vollstrahl</p>	<p>Niederspannung unter 1000 Volt</p> <p>1 m 5 m</p>	<p>Hochspannung über 1000 Volt</p> <p>5 m 10 m</p>
<p><u>Luftschaum</u></p>	<p>Anwendung nur in spannungsfreien Anlagen</p>	
<p><u>Löschpulver</u></p> <p>Löschpulver BC Löschpulver ABC CO₂ - Löscher</p>	<p>Niederspannung</p> <p>1 m 1 m 1 m</p>	<p>Hochspannung</p> <p>5 m nur in spannungsfreien Anlagen 5 m</p>

