

# Brennen und Löschen



Baden-Württemberg

LANDESFEUERWEHRSCHULE

## **Inhalt**

1	Einleitung.....	3
2	Voraussetzungen einer Verbrennung.....	4
2.1	Brennbarer Stoff.....	4
2.2	Sauerstoff.....	6
2.3	Das richtige Mengenverhältnis.....	7
2.4	Zündenergie.....	8
3	Brandverlauf und Brandphänomene.....	9
3.1	Feuerübersprung.....	9
3.2	Rauchgasdurchzündung.....	10
3.3	Rauchgasexplosion.....	13
4	Löschen & Löschmittel.....	14
4.1	Abkühlen.....	14
4.2	Ersticken.....	15
4.2.1	Abdecken mit Löschschaum.....	15
4.2.2	Verdrängen mit Löschgas.....	16
4.3	Beseitigen.....	17
4.4	Antikatalytische Löschwirkung durch Löschpulver.....	17

## 1 Einleitung

Eine Verbrennung (In unserem Fall in der Regel Feuer) ist eine sehr schnell ablaufende Reaktion eines brennbaren Stoffes mit Sauerstoff (Fachbegriff: Oxidation) unter Flammerscheinung. Bei dieser Art von Reaktion wird Wärme freigesetzt und an die Umgebung abgegeben (Fachbegriff: exotherme Reaktion).

Generell unterscheiden wir zwischen bestimmungsgemäß und nicht bestimmungsgemäß brennenden Feuern. Während wir ein Kaminfeuer in der Regel kontrollieren können, haben wir Probleme wenn das Feuer Gegenstände oder Räume betrifft die wir nicht dafür vorgesehen haben.

Um ein Schadfeuer zu löschen haben wir viele verschiedene Möglichkeiten und Hilfsmittel, welche jedoch nicht immer geeignet sind oder sogar gefährlich für uns werden können.

Um ein Schadenfeuer effektiv zu bekämpfen, muss ein Gruppenführer das richtige Löschmittel zum Einsatz bringen. Hierzu schauen wir uns in dieser Unterlage die Voraussetzungen und den Verlauf einer Verbrennung, genauso wie verschiedene Löschmethoden und Löschmittel an.

## 2 Voraussetzungen einer Verbrennung

Für das Zustandekommen einer Verbrennung müssen verschiedene Randbedingungen gleichzeitig erfüllt sein:

- Es muss ein brennbarer Stoff vorhanden sein;
- Es muss genügend Sauerstoff vorhanden sein;
- Der brennbare Stoff muss seine Zündtemperatur erreicht haben;
- Der brennbare Stoff muss im richtigen Mengenverhältnis zum verfügbaren Sauerstoff stehen.

Für eine effektive Brandbekämpfung müssen wir nur eine der vier Bedingungen stören und können so die weitere Verbrennung stoppen.

Um die richtige Auswahl des Löschmittels treffen zu können, schauen wir uns die einzelnen Bedingungen genauer an:

### 2.1 Brennbarer Stoff

Unter einem brennbaren Stoff verstehen wir Stoffe, die in der Lage sind mit Sauerstoff zu reagieren und bei dieser Reaktion viel Wärme freisetzen.






Beispiele:

- Helium  
Helium reagiert nicht mit Sauerstoff. Demzufolge ist Helium auch kein brennbarer Stoff.
- Eisen  
Eisen reagiert mit Sauerstoff; es rostet. Der Prozess verläuft aber sehr langsam und setzt kaum Wärme frei: Wir sprechen hier nicht von einem brennbaren Stoff!

Brennbare Stoffe können in fester (z. B. Holz), flüssiger (z. B. Benzin) oder auch gasförmiger Form (z. B. Propangas) vorliegen.

Insbesondere der Aggregatzustand des brennbaren Stoffes (Als Aggregatzustände bezeichnet man die drei Zustandsformen von Stoffen, fest, flüssig und gasförmig) hat einen erheblichen Einfluss auf die möglichen Löschmittel und Löschverfahren.

Deshalb orientieren sich die Brandklassen (Brandklasse A, B und C) zuerst am Aggregatzustand des brennbaren Stoffes. Erst ab der Brandklasse D kommen noch weitere Besonderheiten mit dazu.

	<p>Brandklasse A: Brände fester Stoffe welche normalerweise unter Glutbildung verbrennen</p> <p>Beispiele: Holz, Papier, Kunststoffe</p>
	<p>Brandklasse B: Brände von flüssigen / flüssig werdenden Stoffen</p> <p>Beispiele flüssig werdende Stoffe: Bitumen, Kunststoffe</p> <p>Beispiele flüssige Stoffe: Benzin, Heizöl</p>
	<p>Brandklasse C: Brände von Gasen</p> <p>Beispiele: Propan, Butan, Methan</p>
	<p>Brandklasse D: Brände von Metallen</p> <p>Beispiele: Aluminium, Magnesium, Lithium</p>
	<p>Brandklasse F: Fettbrände in Frittier- und Fettbackgeräten</p>

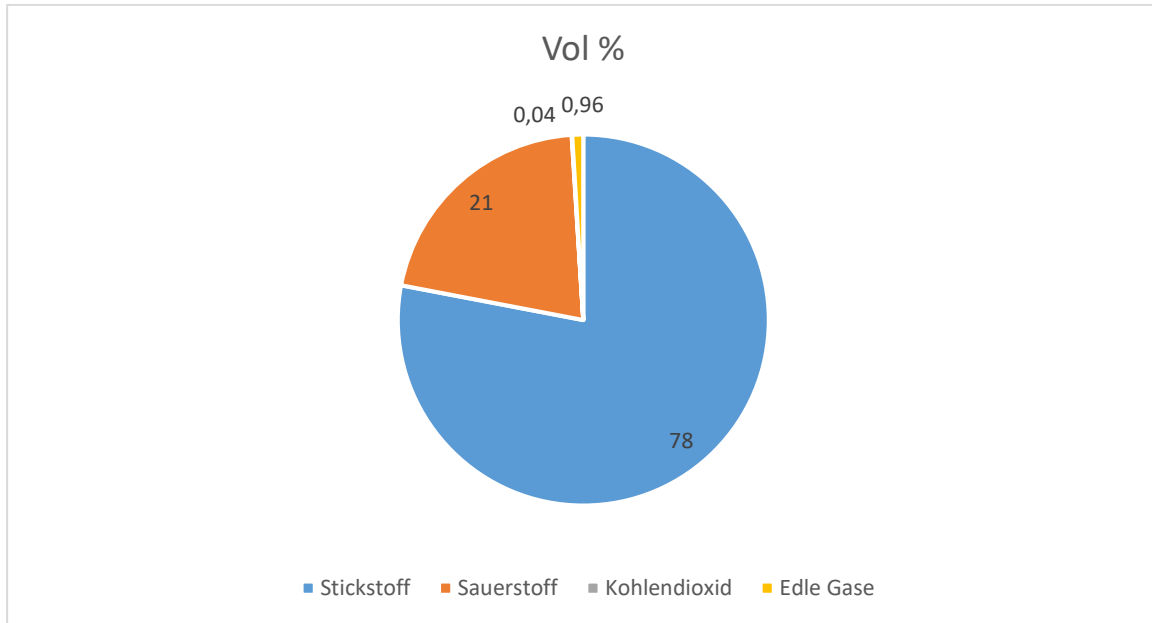
Stoffe mit ähnlichem Brandverhalten werden in Brandklassen eingeteilt um die Wahl des Löschmittels zu vereinfachen

#### Achtung:

- Brennbare Flüssigkeiten  
Bei brennbaren Flüssigkeiten brennt nie direkt die Flüssigkeit, es sind immer nur die Dämpfe der Flüssigkeit die brennen.  
Flüssigkeiten bilden bei jeder Temperatur Dämpfe. Die Temperatur hat nur einen Einfluss darauf, wie schnell die Flüssigkeit verdampft. (Beispiel: Nasse Wäsche trocknet auch im Winter bei Temperaturen weit unter 100°C – Wasser verdampft auch hier, nur sehr, sehr langsam)
- Brennbare Feststoffe  
Kommen brennbare Feststoffe als Stäube vor, so verhalten diese sich eher wie brennbare Gase (Staubexplosion).

## 2.2 Sauerstoff

Bereits zu Beginn haben wir festgestellt, dass eine Verbrennung eine Reaktion eines brennbaren Stoffes mit Sauerstoff ist. Daraus ergibt sich, dass Sauerstoff für eine Verbrennung dringend benötigt wird. Sauerstoff an sich ist farb-, geschmacks- und geruchslos und selbst nicht brennbar. Reiner Sauerstoff beschleunigt die Verbrennungsreaktion enorm. In unserer Umgebungsluft kommt Sauerstoff jedoch als Anteil vor (ca. 21 Vol.% der Luft).



Die benötigte Sauerstoffkonzentration ist von Stoff zu Stoff unterschiedlich, liegt aber für die meisten Stoffe bei mindestens 15 Vol.%.

Eine niedrigere Sauerstoffkonzentration verringert die Verbrennungsgeschwindigkeit und führt im Weiteren zum vollständigen Erliegen der Verbrennungsreaktion.

Im Brandeinsatz können wir uns dies zu Nutze machen, indem wir bspw. mit Hilfe eines CO<sub>2</sub>-Löschers den Sauerstoff (kurzfristig) verdrängen und den Verbrennungsvorgang so stoppen.

Auf der Gegenseite kann schlagartiges Hinzufügen von Sauerstoff bspw. bei einem Zimmerbrand uns aber auch gefährlich werden.

### 2.3 Das richtige Mengenverhältnis

Wie bereits festgestellt braucht die Verbrennungsreaktion eine Mindestkonzentration von Sauerstoff. Darüber hinaus müssen sich der Sauerstoff und der brennbare Stoff im richtigen Mengenverhältnis zueinander befinden um eine Verbrennung zu ermöglichen bzw. fortzuführen. Dies zählt im Prinzip für alle brennbaren Stoffe, ist aber vor allem bei Gasen und Dämpfen (von brennbaren Flüssigkeiten) von entscheidender Bedeutung:

Ist im Verhältnis zu wenig Brennbare Stoff vorhanden, so kann keine Verbrennungsreaktion ablaufen, das Gemisch ist zu mager (Es liegt unter der Unteren Explosionsgrenze UEG). Ist dagegen mehr brennbare Stoff als Sauerstoff vorhanden, so wird das Gemisch zu fett und es kann aufgrund fehlendem Sauerstoffes keine Verbrennungsreaktion ablaufen. (Es liegt über der Oberen Explosionsgrenze OEG). Der Bereich zwischen diesen beiden Grenzen bezeichnet man als Explosionsbereich. In diesem Bereich besteht ein ideales Mischungsverhältnis, bei welchem die Verbrennungsreaktion besonders schnell verlaufen kann. Entfernt sich das Gemisch von diesem Verhältnis, verlangsamt sich auch die Verbrennungsreaktion, bis sie die Grenzen UEG bzw. OEG erreicht und danach versiegt.

Die Explosionsgrenzen unterscheiden sich von Stoff zu Stoff und beziehen sich in der Regel eine explosionsfähige Atmosphäre in der Luft.

Beispielhafte Explosionsgrenzen:

Benzin	0,4 Vol.%	8,0 Vol.%
Kohlenmonoxid	12,5 Vol.%	74,0 Vol.%
Acetylen	1,5 Vol.%	82,0 Vol.%

Obwohl über der Oberen Explosionsgrenze OEG auch keine Verbrennung mehr möglich ist, wird dies im Feuerwehreinsatz nicht genutzt! Niemand wird z. B. bei einer Gasausströmung in einem Gebäude eine Explosion verhindern, indem man noch mehr Gas ins Gebäude strömen lässt. Zwar würde man so tatsächlich irgendwann über der Oberen Explosionsgrenze OEG liegen und eine Explosion im Gebäude verhindern aber die Gefahr wieder in den Explosionsbereich zu kommen besteht weiterhin!

Im Feuerwehreinsatz werden wir immer versuchen unter die Untere Explosionsgrenze UEG zu kommen (z. B. durch Belüftungsmaßnahmen) und so einen dauerhaft sicheren Zustand zu erreichen.

Im Feuerwehreinsatz wird ein zündfähiges Gemisch immer abgemagert, um unter die Untere Explosionsgrenze UEG zu gelangen!

Bei festen brennbaren Stoffen spielt das Verhältnis der Oberfläche zum vorhanden Volumen des Stoffes eine entscheidende Rolle. Die Reaktion mit Sauerstoff erfolgt an der Oberfläche des Stoffes. Je feiner verteilt der Stoff vorhanden ist, umso mehr Kontaktfläche bietet er. Das geläufigste Beispiel ist dabei der Unterschied zwischen einem Holzbalken und Holzspänen. Die Späne bieten mehr Kontaktfläche im Verhältnis zu ihrem Volumen und sind daher leichter entzündbar als der Holzbalken.

Achtung bei brennbar flüssigen Stoffen! Werden diese durch Bindemittel oder Fasern (Tücher) gebunden bzw. aufgesaugt, kommt es zu einer starken Vergrößerung der Oberfläche. Dies führt, auch wenn die Temperatur noch weit unter dem Flammpunkt liegt, zu einer höheren Entzündbarkeit.

## 2.4 Zündenergie

Um eine Verbrennungsreaktion zu starten ist immer eine gewisse Zündenergie erforderlich. Die Verbrennungsreaktion selbst setzt wiederum Energie frei, welche die nächste Reaktion startet. Die Verbrennung läuft nach einem Start selbstständig weiter.

Entziehen wir diese Zündenergie, so können wir damit die Reaktion stoppen. Dies ist der Löscheffekt unseres wichtigsten Löschmittels Wasser.

Für den Feuerwehreinsatz müssen wir unter dem Punkt „Zündenergie“ aber noch einen anderen Effekt beachten:

Gasförmige brennbare Stoffe und die Dämpfe flüssiger brennbarer Stoffe breiten sich aus und können so auch die „Zündenergie“ an einer anderen Stelle erreichen!

Beispiel: In einem Wohnzimmer wird ein offener Kamin betrieben. Im Feuer des Kamines wäre die Zündtemperatur für Holz, Benzin und Propangas gegeben. Der Holztisch im Wohnzimmer fängt aber nicht an zu brennen, da er sich von seinem Platz im Wohnzimmer nicht wegbewegen kann. Wird an derselben Stelle Benzin oder Propangas freigesetzt wird es sicher zu einer Zündung im Wohnzimmer kommen!

Brennbare Gase sind deshalb immer gefährlich und bei einem Austreten besteht immer die Gefahr einer Entzündung!

Bei brennbaren Flüssigkeiten hängt dies noch etwas von der Flüssigkeit selbst ab: Unterschiedliche Flüssigkeiten verdampfen unterschiedlich stark bei Raumtemperatur.

Benzin zum Beispiel verdampft sehr gut und wird bei allen Temperaturen in Baden-Württemberg immer genügend Dämpfe entwickeln, um sich zu entzünden. Diesel dagegen verdampft deutlich schlechter und entwickelt erst zwischen 50°C und 60°C genügend Dämpfe für eine Entzündung.

Man unterscheidet deshalb bei brennbaren Flüssigkeiten zwischen entzündlichen Flüssigkeiten (genügend Dämpfe für eine Entzündung erst über Raumtemperatur) und hochentzündlichen Flüssigkeiten (genügend Dämpfe für eine Entzündung auch schon bei oder gar unter Raumtemperatur)



### 3 Brandverlauf und Brandphänomene

Zu Beginn wollen wir uns mit dem klassischen Brandverlauf am Beispiel eines Zimmerbrandes beschäftigen und daraus Rückschlüsse für unser Handeln als Gruppenführer ziehen.

Sind alle Grundvoraussetzungen erfüllt durchläuft jedes Feuer drei grundsätzliche Phasen. Nach der Zündung kommt es zum Entstehungsbrand (Entstehungsphase), welcher sich zum Vollbrand (Vollbrandphase) ausbreitet und anschließend wieder abklingt (Abklingphase).

#### 3.1 Feuerübersprung

Beim Übergang vom Entstehungsbrand zum Vollbrand kommt es zum Feuerübersprung (engl. flash-over). Dies beschreibt die schnelle Ausbreitung von Feuer auf alle Oberflächen brennbarer Materialien in einem Raum. Zum Feuerübersprung kommt es bei einem Brand in einem Gebäude, wenn die unter der Decke gestaute Wärme die nicht zum eigentlichen Brandherd gehörenden Einrichtungsgegenstände soweit erwärmt, dass diese sich in brennbare Gase (Pyrolyse) zersetzen. Diese Gase beginnen dann schlagartig zu brennen. Der komplette Raum steht dadurch im Vollbrand.

Im folgenden Video ist die Aufnahme von einem Versuchsbrand aus dem Brandinnenraum zu erkennen:

Video: UL FSRI Home Furnishings Comparison

<https://www.youtube.com/watch?v=87hAnxuh1g8>



Es ist gut zu erkennen, dass bereits ca. fünf Minuten nach Brandausbruch ein Übergang in die Vollbrandphase stattfindet. Dies geschieht bei jedem Brand in einem Innenraum früher oder später, sofern die Voraussetzungen für eine Verbrennung stetig gegeben sind. Bedenkt man die Standard Eintreffzeiten der Feuerwehr plus die benötigte Zeit bis der vorgehende Trupp am Brandherd ist, so hat der Brandraum bei Vorhandensein der Voraussetzungen in der Regel die Vollbrandphase bereits erreicht oder schon durchlaufen.

### 3.2 Rauchgasdurchzündung

Kurz vor oder während der Vollbrandphase kann es zu einem weiteren Brandphänomen innerhalb des Raumes kommen. Durch die bereits angesprochene Erwärmung der Gegenstände bilden sich aus diesen brennbare Gase (Pyrolysegase), welche sich in der Rauchschicht sammeln und hier bei Vorhandensein von ausreichend Sauerstoff in der Grenzschicht zwischen Rauch und Zuluft schlagartig verbrennen. Bei diesem Vorgang sprechen wir von der Rauchgasdurchzündung (engl. roll-over). Im Gegensatz zu einem Feuerübersprung kommt es zu einer Rauchgasdurchzündung aber nicht bei jedem Brand innerhalb eines Gebäudes.

Video: Good Rollover Fire Helmet Camera

<https://www.youtube.com/watch?v=aV2bjCdqyTY>



In dieser kurzen Sequenz ist der thermisch aufbereitete Brandrauch gut zu erkennen. Die heißen Pyrolysegase entzünden sich und „rollen“ über den vorgehenden Trupp hinweg.

Welche Auswirkungen haben diese beiden stattfindenden Phänomene für unser Vorgehen? Dazu schauen wir uns zunächst folgendes Video genauer an:

Video: 18. Keukenbrand\_telt u mee

<https://www.youtube.com/watch?v=NhlQEboL0PM>



#### **Youtube; 18. Keukenbrand\_telt u mee**

- 0:09 Aus dem Fenster dringt dunkler Rauch, schnell aufsteigender Rauch. Die Strömung ist wenig turbulent. Am rechten Fensterrahmen sind bereits Flammen erkennbar.
- 0:37 Erste Flammen schlagen aus dem Fenster.
- 0:56 Das Fenster bricht nach innen weg.
- 1:00 Es kommt zur Flammenverlängerung.

Der genaue Zeitpunkt des Feuerübersprungs lässt sich hier kaum mehr erkennen. In vielen Fällen kommt es aber nach dem Feuerübersprung und mit Beginn der Vollbrandphase zu einem weiteren Effekt, der Flammenverlängerung.

Bei einem üblichen Gebäude reichen die Zuluft-Öffnungen für die Vollbrandphase nicht mehr aus. Die Verbrennung wird langsamer, da weniger Sauerstoff zu Verfügung steht. Die aus den Öffnungen schlagenden Flammen verlängern sich, da für eine vollständige Verbrennung auch noch Sauerstoff aus der Umgebungsluft erforderlich ist.

Der Zeitpunkt eines Feuerübersprungs lässt sich also nicht eindeutig vorhersagen. Die Anzeichen sind dunkler, schnell aufsteigender, noch nicht so dichter Rauch und zunehmender Flammenschein. Als Folge eines Feuerübersprungs muss mit einer Flammenverlängerung aus den entsprechenden Öffnungen gerechnet werden.

Bei Versuchsbränden kommt es oft nach wenigen Minuten zum Feuerübersprung, da diese Brände in der Regel mit einer offenen Flamme gezündet werden. Eine Schwelbrandphase fehlt bei diesen Versuchen meistens. In der Praxis kann es auch noch deutlich später zu einem Feuerübersprung kommen.

Welche Erkenntnisse sind nun für das Handeln als Gruppenführer von Bedeutung?

Schlagen bei unserem Eintreffen bereits Flammen aus den Fenstern, so ist damit zu rechnen, dass ein Feuerübersprung bereits stattgefunden hat und sich der Brand in einem fortgeschrittenen Stadium befindet.

Tritt hingegen bisweilen nur dunkler und schnell aufsteigender Rauch aus den Öffnungen aus, so muss mit einem Feuerübersprung im weiteren Verlauf gerechnet werden. Natürlich stellt dieser Feuerübersprung auch eine gewisse Gefahr für unsere Kräfte im Innenangriff dar. Um diese Gefahr zu minimieren ist wie folgt vorzugehen:

- **Frühzeitig mit der Brandbekämpfung im Innenangriff beginnen!**  
Ein Feuerübersprung wird durch einen Wärmestau verursacht. Eine Brandbekämpfung verringert schlagartig die Wärmefreisetzung des Brandes und minimiert so die Gefahr eines Feuerübersprungs erheblich. Bei einem Feuer in einem Gebäude soll, bei jeder Lage, möglichst schnell mit der Brandbekämpfung begonnen werden.
- **Nie am Feuer vorbei!**  
Diese Regel sagt aus, dass erst wenn eine Brandstelle abgeriegelt bzw. abgelöscht ist, ein Trupp daran vorbeigehen darf. Diese Regel gilt immer, ohne Ausnahme! Selbst bei einer Menschenrettung darf niemals „am Feuer vorbei gegangen“ werden.
- **Abluft-Öffnungen schaffen!**  
Um Rauch und die damit verbundene Wärme abführen zu können, sollen vom vorgehenden Trupp möglichst viele Abluft-Öffnungen geschaffen werden. (Aber: Abluftöffnungen alleine ohne Brandbekämpfung können einen Feuerübersprung nicht verhindern!)
- **Das Risiko „Feuerübersprung“ ist bei richtiger Vorgehensweise und konsequent getragener Schutzkleidung vertretbar.**

### **Youtube; 18. Keukenbrand\_ telt u mee**

- 1:40 Deutliche Flammenverlängerung und erkennbare Ausbreitungsgefahr auf das nächste Obergeschoss.
- 1:48 Die Brandbekämpfung wird eingeleitet. Erste Anteile an Wasserdampf sind erkennbar.
- 1:54 Bereits nach sechs Sekunden schlagen keine Flammen mehr aus dem Fenster.
- 2:05 Das Feuer ist innerhalb einer Minute gelöscht.

In der Regel stellt sich in kürzester Zeit nach dem Einleiten der direkten Brandbekämpfung ein erkennbarer Löscherfolg ein

Das Video zeigt sehr deutlich, wie schnell und effektiv eine Brandbekämpfung im Innenangriff erfolgen kann. Weiterhin ist deutlich der Wasserdampf als Zeichen des erfolgreichen Löschangriffs zu erkennen.

Stellt sich nach 1 min keine sichtbare Veränderung ein (Abnahme des Rauches, Farbveränderung des Rauches, Zurückgehen der Flammen), so läuft bei der Brandbekämpfung etwas schief.



### 3.3 Rauchgasexplosion

Ein weiteres und für vorgehende Einsatzkräfte weitaus gefährlicheres Brandphänomen tritt in Räumen auf, in denen keine oder nur eine unzureichende Zufuhr von Sauerstoff stattfindet.

Diese Voraussetzungen trifft man typischerweise bei einem (unentdeckten) Schwelbrand oder einem Brand der die Vollbrandphase bereits durchlaufen hat. Hauptproblem hierbei ist die niedrige Konzentration an Sauerstoff im Brandraum, bei gleichzeitiger Anwesenheit von Pyrolysegasen. Diese Gase verlieren bei zunehmender Abkühlung an Volumen, wodurch im Raum ein Unterdruck entsteht. Dies kann dazu führen, dass der Brandrauch der durch Spalten/Ritzen austritt, wieder in den Brandraum eingesaugt wird. Erinnern wir uns an die Voraussetzungen einer Verbrennung, so ist das Mengenverhältnis aktuell nicht im Zündfähigen Bereich. Es sind anteilig zu viele Gase und zu wenig Sauerstoff vorhanden. Bei der Schaffung einer Zuluftöffnung (Öffnen einer Türe oder eines Fensters) gelangt neuer Sauerstoff in den Raum und das Gemisch befindet sich wieder in einer zündfähigen Konzentration. Ist eine Zündquelle (Glutnester) vorhanden, kommt es zur schlagartigen Entzündung des Gemisches. Hierbei können Temperaturen von bis zu 2000°C entstehen. Bei diesem Phänomen sprechen wir von einer Rauchgasexplosion (engl. Backdraft).

Für den vorgehenden Trupp und Personen welche sich in unmittelbarer Nähe zum Brandort aufhalten besteht Lebensgefahr!

Auch wenn die Gefahr die von einer Rauchgasexplosion ausgeht sehr groß ist, kommt dies glücklicherweise in der Praxis relativ selten vor.

Maßnahmen des Gruppenführers um der Gefahr einer Rauchgasexplosion vorzubeugen:

- Vorzeichen (Schwelbrand, Rauchaustritt aus geschlossenen Räumen) erkennen und an vorgehende Trupps weitergeben
- Kontrolle ob Sicherheitstrupp einsatzbereit bereitsteht
- Gefahrenbereich (mind. ab Verteiler) räumen und freihalten

## 4 Löschen & Löschmittel

Um ein Feuer zu löschen genügt es einfach gesagt, eine der vier Voraussetzungen (Brennbarer Stoff, Sauerstoff, Mindesttemperatur oder Mischungsverhältnis) zu entfernen. Dies kann auch ohne fremdes Zutun geschehen, bspw. wenn der brennbare Stoff vollständig aufgebraucht ist oder kein bzw. nicht mehr genügend Sauerstoff in einem Raum vorhanden ist.

Jede Voraussetzung kann durch uns mit Hilfe eines anderen Verfahrens bearbeitet bzw. entfernt werden.

- Brennbarer Stoff kann beseitigt werden.
- Sauerstoff kann erstickt werden.
- Mindesttemperatur kann abgekühlt werden.

Jedes Verfahren kann mit einem oder mehreren Löschmitteln durchgeführt werden.

### 4.1 Abkühlen

Mittels Abkühlen lässt sich jede Verbrennung stoppen.

In der Feuerwehr hat sich zum „Abkühlen“ Wasser ideal bewährt. Es ist einfach verfügbar, selbst nicht brennbar, weder giftig noch umweltgefährlich und hat aufgrund seiner hohen Wärmekapazität sehr gute Kühleigenschaften.

Wasser ist unser Universallöschmittel, welches fast immer zum Einsatz kommt!

Nicht eingesetzt wird Wasser bei Flüssigkeitsbränden. Hier könnte es durch ein Aufschwimmen der Flüssigkeit auf dem Löschwasser zu einer weiteren Ausbreitung kommen.

Bei Metallbränden droht aufgrund der hohen Verbrennungstemperaturen die Gefahr der chemischen Aufspaltung von Wasser zu „Knallgas“.

Die hohen Temperaturen bei einem Schornsteinbrand führen zu einer schlagartigen Verdampfung von Wasser welches im engen Schornstein zu Beschädigungen (Haarrisse) führen könnte. Über diese Haarrisse breiten sich dann Atemgifte ins Gebäude aus.

Bei elektrischen Anlagen ist ein Einsatz von Wasser nicht ausgeschlossen aber es gilt Vorsicht! Die gegebenen Sicherheitsabstände sind einzuhalten:

	Sprühstrahl	Vollstrahl
Kleiner 1.000 V	1 m	5 m
Größer 1.000 V	5 m	10 m

Falls im Einsatzstress die Abstandszahlen nicht sicher klar sind, dann sollte man die Wurfweite des Strahlrohres maximal ausnutzen. In diesem Fall hätte man auch den erforderlichen Abstand gegen die Gefahr einer Berührungsspannung oder eines Körperstromes bei einem Spannungstrichter eingehalten!

Löschmittel Wasser:

Einsetzen bei:

- Feststoffbränden
- Pkw-Bränden

Achtung bei:

- Elektrischen Anlagen – Abstände einhalten

Nicht einsetzen bei:

- Flüssigkeitsbränden
- Metallbränden
- Schornsteinbränden
- Gefahrgut mit Kennzeichnung X

## 4.2 Ersticken

Möchten wir ein Feuer ersticken müssen wir den Sauerstoff vom brennbaren Stoff verdrängen oder zumindest dessen Kontakt damit erschweren.

Um ein Feuer zu ersticken werden bei der Feuerwehr in der Regel folgende zwei Verfahren angewandt:

### 4.2.1 Abdecken mit Löschschaum

Beim Abdecken mit Löschschaum wird durch eine Schicht der Kontakt zwischen brennbarem Stoff und Sauerstoff verhindert. Den Effekt des Abdeckens bzw. Trennens funktioniert auch bei brennbaren Flüssigkeiten. Durch das Herstellen einer geschlossenen Schaumdecke wird verhindert, dass der brennbare Stoff weiter verdampft. Somit können keine brennbaren Dämpfe mehr mit Sauerstoff in Verbindung kommen.

Schaum ist im Gegensatz zu Wasser umweltschädlich und belastet auch unserer Ausrüstungen und Gerätschaften deutlich. Außerdem ist ein Schaumangriff im Vergleich zu einem Löschangriff mit Wasser aufwändiger und langsamer.

Aus diesem Grund wird Schaum nur eingesetzt, wenn mit Wasser nicht gelöscht werden kann!

Dies ist insbesondere bei brennbaren Flüssigkeiten gegeben.

Für die Brandbekämpfung bei brennbaren Flüssigkeiten wird Schwerschaum eingesetzt. Er hat eine höhere Wurfweite und kann durch den höheren Wasseranteil auch die brennbaren Stoffe kühlen.

Daumenregel für den Brandeinsatz:

Schwerschaum zum Löschen

Mittelschaum zum vorsorglichen Abdecken

Austretende brennbare Flüssigkeiten, die noch nicht brennen, bei denen aber eine hohe Entzündungsgefahr besteht werden mit Mittelschaum eingeschäumt.

Hohe Entzündungsgefahr besteht bei größeren Mengen leicht entzündlichen Flüssigkeiten. Für den Feuerwehreinsatz werden wir hier zumeist mit Benzin konfrontiert. Als Anhaltspunkt können hier größere Mengen ab rund 50L angesehen werden.

#### Löschmittel Schaum:

##### Einsetzen bei:

- Flüssigkeitsbrand -> Schwertschaum
- Brennbare Flüssigkeit tritt aus -> Mittelschaum

##### Nicht einsetzen bei:

- Feststoffbränden -> nicht erforderlich (Umweltschutz)
- Pkw-Bränden -> nicht erforderlich (Umweltschutz)
- Elektrischen Anlagen (Schaum ist leitfähiger als Wasser – Lebensgefahr!)
- Gefahrgut mit Kennzeichnung X

#### 4.2.2 Verdrängen mit Löschgas

Beim Löschen durch Verdrängen versuchen wir den Sauerstoff durch ein anderes, nicht brennbares Gas zu verdrängen. Für die meisten Stoffe ist es ausreichend die Sauerstoffkonzentration unter ca. 15% zu senken um die Verbrennung zu stoppen.

Das bekannteste und wohl weit verbreitetste Löschgas ist Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>). Es ist nicht brennbar, farb- und geruchlos und schwerer als Luft. Es kommt in trag- oder fahrbaren Feuerlöschern an die Einsatzstelle oder in Form einer fest verbauten Löschanlage. Kohlenstoffdioxid ist ein Atemgift der Gruppe 3 mit Wirkung auf Blut, Nerven und Zellen. Ein Aufenthalt in mit CO<sub>2</sub> gefluteten Bereichen ist daher nur unter umluftunabhängigem Atemschutz möglich!

Aufgrund der geringen Mengen an CO<sub>2</sub>, die wir auf unserem Löschfahrzeug mitführen ist CO<sub>2</sub> nur in geringem Umfang einsetzbar.

Beispielhaft könnte der Einsatz bei einem Entstehungsbrand in einem Server- oder Rechner-Schrank sein. Hier lässt sich im Vergleich zu Wasser der Schaden deutlich reduzieren.



## Löschmittel CO<sub>2</sub>:

### Einsetzen bei:

- Entstehungsbränden bei Rechner- oder Serverschränken

### Achtung bei:

- Elektrischen Anlagen (Hochspannung) – Abstände sind mit unseren CO<sub>2</sub>-Löschern kaum einzuhalten
- CO<sub>2</sub> Löschanlagen in Gebäuden – Vorgehen nur unter Atemschutz

### Nicht einsetzen:

- Bei Metallbrand / Glutbränden (z. B. Silo) – CO<sub>2</sub> kann bei hohen Temperaturen chemisch aufgespalten!

## 4.3 Beseitigen

Löschen durch Beseitigen entfernt den brennbaren Stoff von der eigentlichen Brandstelle. Dies findet vor allem Anwendung bei brennenden Gasen indem die Gaszufuhr abgeschiebert wird. Würde man die entstehende Flamme löschen ohne die weitere Zufuhr von Gas zu unterbrechen, kann sich um die Austrittsstelle eine zündfähige Atmosphäre bilden. Daher kann es sinnvoller sein das Feuer im ersten Moment brennen zu lassen und die Umgebung zu schützen, bis die Zufuhr abgeschiebert werden kann.

## 4.4 Antikatalytische Löschwirkung durch Löschpulver

Von einer antikatalytischen Löschwirkung sprechen wir, wenn das Löschmittel direkt in die Verbrennungsreaktion eingreift. Dies ist bei Löschpulver der Fall.

Löschpulver kennen wir vorrangig von tragbaren Feuerlöschern für die Klassen ABC. Je nach Zusammensetzung des enthaltenden Pulvers kann ein Feuerlöscher für die Brandklassen BC oder die Brandklasse D verwendet werden. Die jeweiligen Piktogramme auf dem Feuerlöscher geben Aufschluss über die Verwendung. Für größere Brände kann Löschpulver in fahrbaren Feuerlöschern mit ca. 50kg Pulver, in Anhängern oder in speziellen Fahrzeugen mit fest verbauter Pulverlöschanlage an die Einsatzstelle gebracht werden.

Durch die feine Zerstäubung der Pulverteilchen unterbrechen diese die Reaktion der beteiligten Komponenten und sorgen so für eine schnelle Brandbekämpfung. Zu beachten ist hierbei, dass die Rückzündungsgefahr sehr hoch ist, da die Voraussetzungen einer Verbrennung in der Regel noch gegeben sind. Bei größeren Bränden kann deshalb der parallele Einsatz eines kühlenden Löschmittels notwendig sein.

Pulver welches für die Brandklasse D geeignet ist, bildet durch die schmelzenden Bestandteile des Pulvers eine Schicht auf dem brennbaren Stoff. Dadurch wird der Zugang von Sauerstoff verhindert und der Brand erstickt. Zu beachten: Das Pulver in Löschern der Klasse D tritt meist fast drucklos aus und besitzt daher keine hohe Wurfweite. Es muss also sehr nahe an den Brand herangetreten werden.

Im Feuerwehreinsatz setzen wir Löschpulver eigentlich nur bei Metallbränden oder bei Gefahrguteinsätzen ein. Dagegen sprechen die negativen Auswirkungen auf den noch im Fahrzeug befindlichen Patienten. Mittel der Wahl ist bei Verkehrsunfall ist Wasser in Form eines bereitliegenden Schnellangriffs.

#### Löschmittel Pulver:

##### Einsetzen bei:

- Metallbränden – Löschpulver Brandklasse D
- Gefahrgutunfällen (insbesondere bei Kennzeichnung mit X)

##### Achtung bei:

- Schornsteinbränden (Nur in Rücksprache mit Schornsteinfeger)

##### Nicht einsetzen:

- Elektrischen Anlagen (Pulver ist leitfähig – Lebensgefahr!)
- Brandschutz bei Verkehrsunfällen