

**THEMA:** Flash-Over, Backdraft

**AUSBILDUNGSZIELE:** Die Lehrgangsteilnehmenden sollen den grundlegenden Brandverlauf bei einem Zimmerbrand verstehen.

**Teilziele:** Die Teilnehmenden sollen **wissen:**

- Was eine Pyrolyse ist und warum Pyrolysegase brennbar sind.
- Den Unterschied zwischen Brandlast- und Ventilations-gesteuerten Brand.
- Wie es zu einem Flash-Over kommt.
- Wie es zu einem Backdraft kommt.

Die Teilnehmenden sollen **können:**

- Unterschied zwischen Flash-Over und Backdraft kennen.

**METHODE:** Lehrgespräch, Demonstration durch Versuche

**BITTE VORBEREITEN:**

**Unterlagen:** Sachinformation aus Handzettel  
Dazugehörige Präsentation  
Schaubilder aus der dazugehörigen Präsentation

**Geräte:** PC und Beamer zum Vorführen der Präsentation  
Flipchart  
vorbereitete Brandverlaufskurve  
Kerze mit Sieb  
Feuerzeug

**Sonstiges:** -

**HINWEISE:** Versuch mit Kerze und Sieb

**ZEIT:** 120 Minuten

**ORT:** Feuerwehrhaus / Vorplatz

## **EINLEITUNG**

Frage die Teilnehmenden, ob jemand die Begriffe Flash-Over und Backdraft schon einmal gehört hat und ob sie wissen, was die Begriffe bedeuten.

## **HAUPTTEIL**

### **1. Verbrennung**

- Wiederhole kurz den Verbrennungsvorgang, aufbauend auf dem Vorwissen (Truppmann-Ausbildung)
- Erkläre die Begriffe Oxidation – Feuer / Verbrennung – Pyrolyse
  - Oxidation ist eine chemische Reaktion / Verbindung eines Stoffes mit Sauerstoff. Rosten, Gärung, Verfaulen, ... sind langsam ablaufende Oxidationen ohne Feuerschein.
  - Feuer / Verbrennung ist eine schnell ablaufende Oxidation mit Feuerschein.
  - Pyrolyse ist eine Thermo-Chemische Spaltung organischer Verbindungen (Aufspalten der im Brennstoff vorhandenen Moleküle unter Temperatureinwirkung). Sichtbar wird dieser Prozess durch das Auftreten von Pyrolysegase (Rauchgase), welche brennbar sind und im Brandfall abbrennen.
- Erkläre, dass die Zusammensetzung und die Menge der Pyrolysegase, direkt mit dem Ausgangsmaterial zusammenhängen. Diese Gase sind hochgiftig und brennbar.
- Erkläre die Zonenverteilung in einem Brandraum.
  - In der Überdruckzone können die Pyrolysegase den Brandraum nicht sofort verlassen, daher stauen sie sich im Raum und es entsteht eine sogenannte Überdruck-Zone. In diesem Bereich ist kein bzw. zu wenig Sauerstoff vorhanden, wodurch diese Pyrolysegase nicht abbrennen können.
  - Die Neutrale-Zone ist der Übergangsbereich zur nachfolgenden Unterdruckzone. Hier herrscht teilweise ein optimales Mischungsverhältnis der Pyrolysegase mit Sauerstoff, welche abbrennen können. Dieses abbrennen wird als Flammenzungen (engl. Dancing-Angels) sichtbar.
  - In der Unterdruck-Zone wird der für die Verbrennung notwendige Sauerstoff dem Brand zugeführt.
  - Wie tief die Überdruckzone in den Raum von der Decke herab mit den Pyrolysegasen füllt, hängt von verschiedensten Faktoren ab. Wenn ein Raum vollständig mit Rauch (Pyrolysegase) gefüllt und die oben beschriebenen

Zonenbildung nicht ersichtlich ist, ist dies ein Anzeichen für eine nur sehr begrenzte Abluft- bzw. Zuluftöffnung.

## **2. Brandverlauf Allgemein**

### **2.1. Brennstoffgesteuerter Brand:**

Es ist für diese Brandphase ausreichend Sauerstoff vorhanden. Die vorhandene Brandlast (Menge, Eigenschaften, ...) entscheidet über die Brandintensität (Energiefreisetzung). Bei einem brennstoffgesteuerten Brand wird ein Großteil der Pyrolysegase abbrennen (z.B.: sichtbare Flammen).

### **2.2. Ventilationsgesteuerter Brand:**

Es ist ausreichend Brandlast vorhanden. Der zugeführte Sauerstoff entscheidet über die Brandintensität (Energiefreisetzung). Bei einem ventilationsgesteuerten Brand können die Pyrolysegase erschwert abbrennen, was zu einer größeren Rauchentwicklung als bei einem brennstoffgesteuerten Brand führt.

Wird bei einem ventilationsgesteuerten Brand die Brandbekämpfung eingeleitet, wechselt der Brand in die brennstoffgesteuerte Brandphase zurück.

## **3. Initialfeuer**

- Ein Initialfeuer ist die Entstehungsphase eines Brandes. Die Dauer ist abhängig von dem vorhandenen Material, der zugeführten Energie bei Brandausbruch und dem Sauerstoff. Dieses Initialfeuer kann, wenn zu wenig Brennstoff vorhanden ist oder nicht ausreichend Energie zugeführt wird, selbst erlöschen. Im Raum wird man eine Verrauchung feststellen (Brandverdacht).

#### 4. Flash-Over (Raumdurchzündung)

- Flash-Over bedeutet in der Übersetzung Raumdurchzündung. Darunter versteht man den Übergang von der Entstehungsbrandphase in die Vollbrandphase. Es ist somit ein Phänomen der schnellen Brandausbreitung. Die Brandphase startet mit ausreichend Sauerstoff und ausreichend Brandlast. Im weiteren Brandverlauf wird GENÜGEN Sauerstoff in den Brandraum zugeführt (bzw. ist bereits vorhanden). Durch den stetigen Anstieg der Temperatur, werden immer mehr Pyrolysegase gebildet. Im Bereich der „neutralen Zone“ werden die sogenannten Flammenzungen (Dancing Angels) sichtbar. Die Neutrale Zone ist der Übergang zwischen Überdruck- und Unterdruckzone. Diese zeigen das Abrennen der Pyrolysegase bei Vorhandensein von ausreichend Sauerstoff und gelten als Indiz für hohe Temperaturen im Rauch sowie einen bevorstehenden Flash-Over.

Aufgrund der steigenden Raumtemperatur, beginnen immer mehr Gegenstände im Brandraum Pyrolysegase zu bilden. Durch die Brennbarkeit von Pyrolysegasen, steigt auch die Konzentration der Pyrolysegase in Richtung der Untere-Explosionsgrenze (UEG) an. Bei Erreichen der UEG, welche aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung der Pyrolysegase nicht definiert werden kann, kommt es zu einer raschen, bis schlagartigen Ausbreitung des Brandes auf den gesamten Brandraum. Bei einer Raumtemperatur von ca. 300°C spricht man von einer kritischen Temperatur, da ab dieser Temperatur ein solches Phänomen jederzeit auftreten kann. Die Raumtemperatur im Brandraum kann bis auf ca. 1200 °C ansteigen. Diese Temperatur übersteigt die dauerhafte Leistungsfähigkeit jeder Schutzausrüstung und jeder Einsatzkraft.

- Beziehe dich in deinen Ausführungen immer wieder auf das Verbrennungsdreieck:**
  - Brennstoff = Pyrolysegase
  - Sauerstoff
  - Zündquelle
  - Reaktionsbereitschaft = Optimales Mischungsverhältnis im Bereich zwischen UEG und Obere-Explosionsgrenze (OEG).
- Erkennungsmerkmale:**

Steht ein Raum bereits in Vollbrand, so ist in diesem der Flash-Over bereits geschehen

- dies gilt nicht für angrenzende Räume. Schlagen Rauch und Flammen aus einem

geöffneten Fenster, kann dies ein Anzeichen für einen bereits erfolgten bzw. einen bevorstehenden Flash-Over sein.

- **Gefahren im Einsatz:**

Steht der Raum noch nicht in Vollbrand, kann eine unkontrollierte Belüftung des Brandraumes (keine Brandbekämpfung eingeleitet, keine Freigabe zur Ventilation von Atemschutz-Trupp (AS-Trupp) / Gruppenkommandant (GRKDT), ...) ein Flash-Over auslösen (ventilationsinduzierter Flash-Over).

- **Maßnahmen gegen einen Flash-Over:**

Durch eine gezielte und effektive Rauchgaskühlung bzw. Brandbekämpfung kann ein drohender Flash-Over verhindert werden. Um dies so effektiv wie nur möglich zu machen, ist eine Durchflussmenge am Strahlrohr des AS-Trupps von ca. 200 l/min am Strahlrohr erforderlich. Die tatsächlich abgegebene Wassermenge steuert der Strahlrohrführer über die Öffnungsdauer am Strahlrohr. Zusätzlich können die heißen Pyrolysegase bzw. Wasserdampf mit einer kontrollierten Belüftung der Einsatzstelle (Absprache GRKDT und Atemschutz-Truppführer (AS-TRF)) aus dem Brandraum verdrängt werden.

## 5. Backdraft – Rauchgasexplosion

- Backdraft bedeutet in der Übersetzung Rauchgasexplosion. Darunter versteht man das schlagartige Abbrennen von nicht verbrannten Pyrolysegasen. Es ist ein Phänomen der schnellen Brandausbreitung. Die Brandphase startet gleich wie beim Flash-Over mit ausreichend Sauerstoff und ausreichend Brandlast. Der Sauerstoff wird jedoch mit fortschreitender Branddauer verbraucht (geschlossener Raum). Grundlage dafür ist, dass dem Brandraum NICHT GENÜGEND Sauerstoff zugeführt wird. Es werden weiterhin Pyrolysegase gebildet. Es kann u.U. zu einer Reduktion der Temperatur und Flammen kommen und der Brand verwandelt sich in einen Schmelbrand wo weiterhin Pyrolysegase gebildet werden. Der Raum füllt sich nun innerhalb kürzester Zeit vollständig mit Pyrolysen Gasen. Aufgrund der Brennbarkeit der Pyrolysegase, steigt auch die Konzentration in Richtung der OEG an und überschreitet diese. Es ist somit ein „zu fettes“ Gemisch vorhanden. Bei der Zuführung von Sauerstoff (Bersten von Fensterscheiben, Durchbrennen einer Türe, unkontrolliertes Öffnen bzw. Belüften des Brandraumes), sinkt die Konzentration der Brandgase in Richtung der OEG. Ab Erreichen der OEG, kann es zu einem schlagartigen Abbrennen der Pyrolysegase kommen. Dieses Abbrennen kann sogar mit Druckanstieg passieren.
- Wird dem Brandraum dauerhaft kein Sauerstoff zugeführt, erlischt das Feuer von allein. Die Temperatur sinkt ebenfalls. Der Brandraum bleibt jedoch mit brennbaren Pyrolysegasen gefüllt.
- Beziehe dich in deinen Ausführungen immer wieder auf das Verbrennungsdreieck:
  - Brennstoff = Pyrolysegase
  - Sauerstoff
  - Zündquelle
  - Reaktionsbereitschaft = Optimales Mischungsverhältnis im Bereich zwischen UEG und OEG
- **Erkennungsmerkmale:**
  - Keine Flammen sichtbar
  - Rauchaustritt unter „Druck“, eventuell mit Geräuschen oder pulsierender Rauchaustritt (Lokomotiveffekt)

- **Gefahren im Einsatz:**

Steht der Raum noch nicht in Vollbrand (keine bis wenig sichtbare Flammen, massive Rauchentwicklung, hohe Temperaturen), kann durch eine unkontrollierte Belüftung des Brandraumes (Einschlagen eines Fensters, unkontrolliertes Öffnen des Brandraumes, ...) ein Backdraft ausgelöst werden!

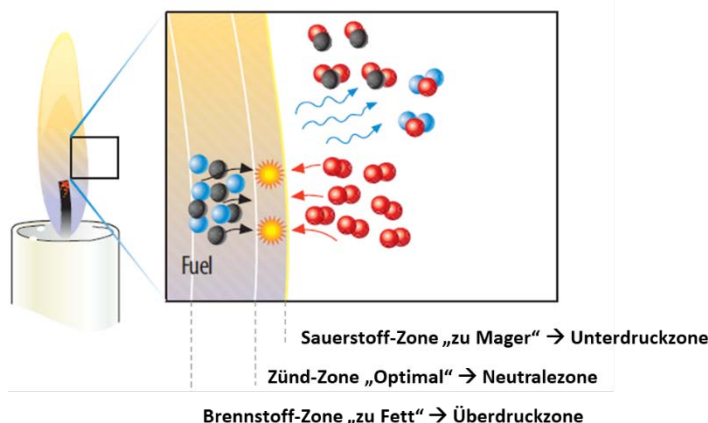
- **Maßnahmen gegen einen Backdraft:**

Durch eine gezielte und effektive Rauchgaskühlung bzw. Brandbekämpfung kann ein drohender Backdraft vermieden werden. Um dies so effektiv wie möglich zu machen, ist eine Durchflussmenge am Strahlrohr des AS-Trupps von ca. 200 l/min am Strahlrohr erforderlich. Die tatsächlich abgegebene Wassermenge steuert der Strahlrohrführer über die Öffnungsdauer des Strahlrohres. Zusätzlich kann Wasserdampf mit einer kontrollierten Belüftung der Einsatzstelle (Absprache GRKDT und AS-TRUPP) aus dem Brandraum verdrängt werden.

## 6. Versuche

- **Brandgase entzünden:**

Zünde eine Kerze an und halte ein feinmaschiges Sieb in die Flamme. Der Rauch fängt zu rußen an und durchdringt das Sieb. Zünde mit einem Feuerzeug den über dem Sieb entstehenden Brandrauch an.



- **Zonenverteilung:**

Zünde eine Kerze an und halte ein feinmaschiges Sieb in die Flamme. Blicke dabei von oben in die Flamme. Man wird erkennen, dass die Flamme hohl ist. Warum ist die Flamme der Kerze hohl? Über dem Docht der Kerze, wird das flüssige Wachs der Verbrennung zugeführt. Das flüssige Wachs pyrolysiert im oberen Bereich des Dochtes. Vom Docht ausgehend, bilden sich mehrere Zonen, welche nun durch ein feinmaschiges Sieb sichtbar gemacht werden können.

- Im Inneren (im Bereich des Dochtes) ist die Brennstoffkonzentration zu hoch („zu fett“). Es kann hier keine Verbrennung stattfinden.
- Die Flamme, ist direkt anschließend an den „zu fetten Bereich“ zu sehen (optimales Mischverhältnis).
- Außerhalb der Flamme ist die Brennstoffkonzentration zu gering („zu mager“), es kann hier keine Verbrennung stattfinden.

## **SCHLUSS**

- Kernpunkte kurz wiederholen bzw. zusammenfassen.
- Verweise darauf, dass in einer weiterführenden Ausbildung zum Atemschutzgeräteträger diese Inhalte notwendig sind und im Rahmen der Ausbildung vertieft und erweitert werden.
- Verweise auf die Kapitel Strahlrohrführung und taktische Ventilation, welche unmittelbar mit diesem Kapitel zusammenhängen.
- Gib den Teilnehmenden die Möglichkeit Fragen zu stellen.