



flash-over & co.

Inhalt: flash-over allgemein
Rauchdurchzündung
rich flash-over
Rauchexplosion
Pyrolyse

- flash-over allgemein -

Der flash-over (zu Deutsch Feuerübersprung) ist das Durchzünden sogenannter Pyrolysegase. Diese entstehen wenn brennbares Material in der Umgebung eines Brandes durch anhaltende Wärmebeaufschlagung thermisch aufbereitet wird. Die Durchzündung hat einen rasanten Temperatur- und Druckanstieg zur Folge. Der Begriff "flash-over" beschreibt also das schnelle Abbrennen der Pyrolysegase.

Es gibt aber noch weitere Begriffe, die den flash-over näher charakterisieren, quasi Unterarten: Rauchdurchzündung, Rauchgasdurchzündung mit Druckanstieg und Rauchexplosion (backdraft).

Da in diesem Kapitel auch häufig von der Pyrolyse die Rede ist, haben wir hier auch noch eine kurze Beschreibung für euch, was das denn nun genauer ist.

- Rauchdurchzündung -

Unter der Rauchdurchzündung (auch „lean flash-over“ oder „rollover“) versteht man die plötzliche Durchzündung der Pyrolysegase, welche sich meist in einer Rauchschiicht ansammeln.



Abb.1 - Rauchdurchzündung ohne größeren Druckanstieg ||Foto: Andreas Tügel||





Die sich bei einem Brand in der Regel in der Rauchschiicht ansammelnden Pyrolysegase (sie können aber auch ohne Rauch auftreten!) und die aus einer unvollständigen Verbrennung entstandenen brennbaren Produkte zünden ohne größeren Druckanstieg durch, wenn die untere Explosionsgrenze (UEG) erreicht ist. Übrigens wird die Durchzündung meist von einer Stichflamme begleitet.

Damit es zur Rauchdurchzündung kommen kann, müssen allerdings zwei (Rand-) Bedingungen erfüllt sein: Zum einen muss eine ausreichend große Luftzufuhr vorhanden sein, um eine Verbrennung mit Flammenerscheinung permanent aufrechterhalten zu können. Zum anderen muss genug brennbares Material vorhanden sein, welches bei Erwärmung schnell größere Volumina an Pyrolysegasen freisetzt.

- rich flash-over -

Der rich flash-over ist eine Rauchdurchzündung mit Druckanstieg.

Auch hier sammeln sich Pyrolysegase und brennbare Gase in der Rauchschiicht an. Allerdings steht vorerst nicht genug Sauerstoff für die Durchzündung zur Verfügung. Daher verbrennen die Gase dann nicht, sondern reichern sich weiter an.

In ganz kleinen Bereichen, in denen eine genügend große Dichte an Brandgasen und auch noch ausreichend Sauerstoff vorhanden ist, finden Verbrennungen statt. Diese nehmen wir dann als Feuerzungen, die sich an der Grenze zwischen Luft- und Rauchschiicht bilden, wahr.

Der heiße Rauch, der entsteht, steigt weiter Richtung Raumdecke auf - so kommt es zu einem Wärmestau, welcher den Rauch noch zusätzlich aufheizt. Innerhalb der Rauchschiicht werden alle brennbaren Stoffe erhitzt und teilweise pyrolysiert.

Durch die dadurch weiter steigende Temperatur entsteht eine Wärmestrahlung, die eine Pyrolyse weiter entfernt vom Brandherd zur Folge hat. (Es gab Brände, bei denen eine diesbezügliche Brandübertragung über eine Entfernung über 100 m zu beobachten war.) Das wiederum hat zur Folge, dass es zu einer weiteren Anreicherung der Rauchschiicht mit Brandgasen kommt.

Noch kann die Rauchschiicht, welche voll mit brennbaren Gasen ist, aufgrund des Sauerstoffmangels (in dieser Schicht) nicht durchzündet. Kann sich die Rauchschiicht dann aber mit zugeführtem Sauerstoff vorvermischen und ist eine Zündquelle vorhanden, kommt es zur Durchzündung mit Druckwelle als Begleiterscheinung.

Das Vormischen erfolgt durch ein "Pulsieren" in je nach Ausgangslage verschiedenen Stärken. Der Rauch wird aufgrund diverser thermodynamischer Mechanismen stoßweise aus dem Brandraum gedrückt. Dies ist dann der sogenannte Lokomotiveffekt. Dabei kann





es im Extremfall zu einer kompletten Verwirbelung der Rauchschiicht mit der eintretenden Luft kommen.

Kommt es hier des Weiteren zu einer Zuführung von Sauerstoff und erfolgt eine Verwirbelung der Schichten durch das Platzen oder Einschlagen von Fenstern, Öffnen von Türen, verstärkte Zugluftzufuhr oder falsche Be- bzw. Entlüftung führt dies zur Bildung eines zündfähigen Gemisches. Die Durchzündung muss nicht unbedingt sofort passieren, sondern kann zeitverzögert erfolgen.

Mögliche(!!!) Zeichen für eine bevorstehende Brandrauchdurchzündung von außen:

- starke Rauchentwicklung,
- Rauch verlässt Gebäude unter hohem Druck,
- Rauch führt viel Wärmeenergie mit sich (steigt sofort und schnell auf),
- Rauch pulsiert: Lokomotiveffekt,
- es sind Flammenzungen zu sehen.

Mögliche(!!!) Zeichen für eine bevorstehende Brandrauchdurchzündung von innen:

- starke Rauchentwicklung,
- Aufenthalt im Rauch nicht möglich (Hitze),
- Rauchschiicht pulsiert,
- Rauchschiicht „fällt plötzlich zu Boden“,
- Flammenzungen in der Rauchschiicht.

- Rauchexplosion -

Die Rauchexplosion ist auch als backdraft bekannt.

Für eine Rauchexplosion muss ein ausgedehnter Brand, der in einem geschlossenen Raum ohne weitere Sauerstoffzufuhr, gegeben sein. (Dies ist vor allem bei den heutigen Gebäuden gegeben, welche ja den Wärmeschutzverordnungen entsprechend erstellt werden.)

In der ersten Phase des Brandes wird die Luft im Raum durch das Feuer verbraucht, woraufhin es dann zu einem Schwelbrand kommt, bei dem verstärkt Kohlenstoffmonoxid (CO) gebildet wird. Die im Raum vorhandene Temperatur verändert sich zunächst nicht. Ist diese Temperatur hoch genug, entstehen auch während des Schwelbrandes weiterhin Pyrolysegase. Diese neu entstandenen Pyrolysegase können wegen des Sauerstoffmangels aber noch nicht verbrennen. Im weiteren Verlauf erfolgt eine langsame Abkühlung des Raumes - und damit auch der Brandgase, die sich dadurch zusammenziehen. Das hat zur Folge, dass sich in dem Brandraum ein Unterdruck bildet. Werden nun Türen oder Fenster geöffnet, wird (durch den Unterdruck) die Luft in den Raum gesaugt und verwirbelt sich mit den brennbaren Gasen. Erreicht dieses brennbare Gemisch nun eine Zündquelle,





kommt es zur Rauchexplosion. Wie auch beim rich flash-over kann die Explosion bereits nach wenigen Sekunden, oder aber auch erst nach mehreren Minuten erfolgen!

Man differenziert noch verschiedene Arten der Rauchexplosion:

(1) die einfache Rauchexplosion - Nach der Zündung folgen Flammenfront und Druckwelle dem Weg der Zuluft und schlagen aus der Lüftungsöffnung.

(2) die verlagerte Rauchexplosion - Zündfähige Gemische befinden sich in einem anderen Raum, während der originäre Brandraum durch Querlüftung frei von zündfähigen Gasen ist. Bei Vorhandensein einer Zündquelle erfolgt dort die Explosion.

(3) die umgekehrte Rauchexplosion - Befinden sich Schwel- und Pyrolysegase oberhalb der Zündtemperatur, erfolgt bei Kontakt mit Luftsauerstoff unmittelbar eine Zündung. Die Flammenfront folgt dem Weg der Zuluft, von der Öffnung in den Raum hinein.

(4) die verzögerte Rauchexplosion - Ein explosionsfähiges Gemisch wird aufgrund einer fehlenden Zündquelle nicht sofort gezündet. Nach Erkaltung sinkt das Gemisch ab. Wird z.B. bei Aufräumarbeiten durch Einsatzkräfte ein Glutnest aufgewirbelt, erfolgt eine Explosion. Die Gefahr ist, dass sich Personen im Explosionsherd befinden.

Sichere Zeichen für eine drohende Rauchexplosion gibt es nicht! Allerdings kann man vier Anzeichen nennen - sie können einzeln, kombiniert oder auch geschlossen auftreten. Eine Gesetzmäßigkeit lässt sich aber nicht ableiten:

(1) die Branddauer - Über lange Zeit unentdecktes oder ungestörtes Brandgeschehen (z.B. abgelegene oder verlassene Gebäude, Feuerwehr findet infolge von Brandrauch den eigentlichen und abgeschlossene Brandherd nicht).

(2) die Temperatur - Heiße Türklinken bzw. -blätter und/oder heiße Fensterscheiben.

(3) der Brandrauch - Mit Brandrauch beschlagene Fensterscheiben, oder Brandrauch quillt stoßweise aus Tür- und Fensterspalten.

(4) der Luftzug - Luft wird nach dem Öffnen einer Tür in den Raum gesaugt. In den meisten Fällen ist die Gefährdung unmittelbar nach dem Öffnen eines Brandraumes am größten.

- Pyrolyse -

Unter Pyrolyse versteht man die Zersetzung von festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffen - meist bei hohen Temperaturen -, wobei aus komplizierten Verbindungen kleinere und eventuell einfacher gebaute Moleküle entstehen. Bei der Verbrennung organischer Stoffe unter Sauerstoffmangel (Schwelbrand) werden zum Teil Pyrolyseprodukte mit





gefährlichen Eigenschaften entwickelt. Dies sind zum Beispiel Atemgifte in Dämpfen brennbarer Flüssigkeiten, in Auspuffgasen und im Tabakrauch.

Bei der Pyrolyse von Kunststoffen entstehen zum Teil giftige Stoffe. Bei der Pyrolyse von Polyvinylchlorid (PVC) entsteht beispielsweise Salzsäure (HCl) und in geringen Mengen auch Chlor (Cl).

