

FLASHOVER

RAUCHDURCHZÜNDUNG







Flashover Backdraft Kohlenmonoxid

- tödliche Gefahren!





Jährliche Brandschadensbilanz in Deutschland

- 200.000 Brände
- 6.000 Brandverletzte mit Langzeitschäden
- Über 400 Mio. € Brandschäden im Privatbereich

Brandtote sind Rauchtote: Die Mehrheit stirbt an einer Rauchvergiftung!



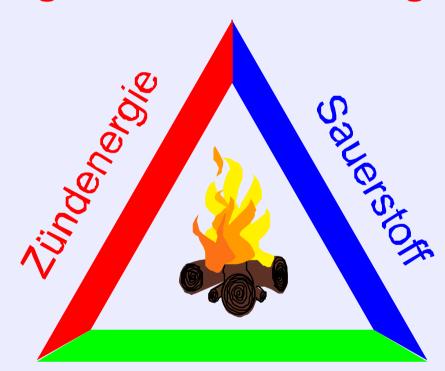


Brandrauch, die große Gefahr:

- ist ein kompaktes Gemisch von Atemgiften
- behindert die Atmung
- ist heiß und nimmt die Sicht
- führt zur Orientierungslosigkeit, Panik und Angst



Vereinfachte graphische Darstellung der Voraussetzung für die Verbrennung



Brennbarer Stoff



Voraussetzungen der Verbrennung

- Brennbare Stoffe
- Sauerstoff
- Richtiges Mengenverhältnis (O₂ und Brennstoff)
- Zündenergie in Abhängigkeit eines Katalysators
- Erreichung der Mindestverbrennungstemperatur



Voraussetzungen für den Flashover

- brennbare Stoffe, die während der Verbrennung oder Brennstoffaufbereitung durch Wärmezufuhr Rauch- und / oder Pyrolysegase* freisetzen
- optisch geschlossener Brandraum
- ausreichende Sauerstoffzufuhr und offene Flamme in dem Brandraum
- Ansammlung unverbrannter Pyrolysegase* in zündfähiger Konzentration im unmittelbaren Bereich des Brandraumes

^{*} Pyrolyse: Thermische Zersetzung von Stoffen



Das Phänomen Flashover

Ein Flashover

ist eine besondere Phase der Brandausdehnung, in der sich ein Brand schlagartig auf nahezu alle brennbaren Stoffe eines optisch geschlossenen Raumes ausbreitet bzw. die unvollständig verbrannten Brandgase in einem Raum durch Vorhandensein von ausreichend Sauerstoff oder plötzliches Zuführen von Sauerstoff durchzünden.

Brandgase bestehen aus:

- Verbrennungsprodukten (bereits vollständig verbrannte Substanzen)
- Pyrolyseprodukte (nicht vollständig verbrannte Substanzen)
- Feststoffen wie z. B. Ruß und Asche



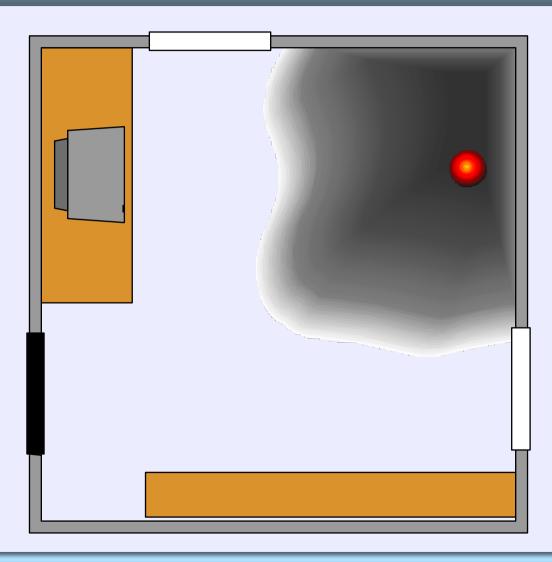




Chronologie eines Brandes

- t 0 Brandentstehung
- t 1 Min. Nach der Initialzündung bereits starke
 Rauchentwicklung, der Brand entwickelt sich
 und die Temperatur steigt an, zunächst bis der
 Sauerstoffgehalt zu gering ist.
 Dann gehen die Flammen zurück, der Brand
 scheint zu erlöschen, aber nicht vollständig
 (Schwelbrand), da durch den Türspalt oder andere
 Undichtigkeiten immer etwas Sauerstoff Zugang
 findet.
- t 3 Min. Der Raum füllt sich von oben nach unten mit Rauch.







Chronologie eines Brandes

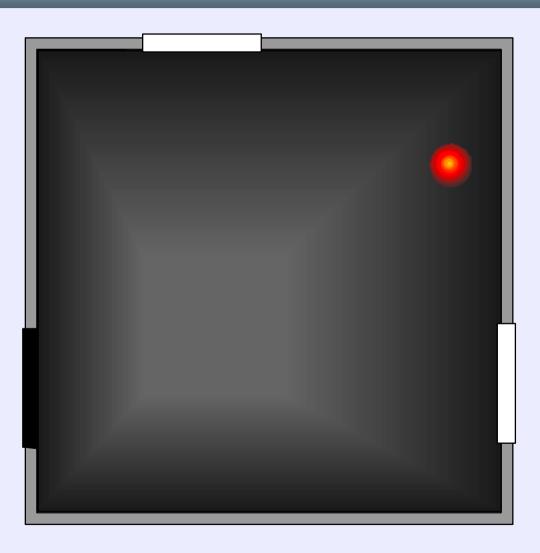
• t 5 Min. - Keine Sicht mehr im Bodenbereich, die Temperaturen steigen auf über 300° C.

Alle brennbaren Gegenstände im Brandraum entwickeln infolge der thermischen Aufbereitung nicht erkennbare Pyrolyseprodukte.

Die Temperatur steigt auf ca. 600°C, der Druck steigt an. Ein zündfähiges Gemisch aus Pryrolyseprodukten hat sich gebildet und lauert...

....auf das Öffnen der Tür!



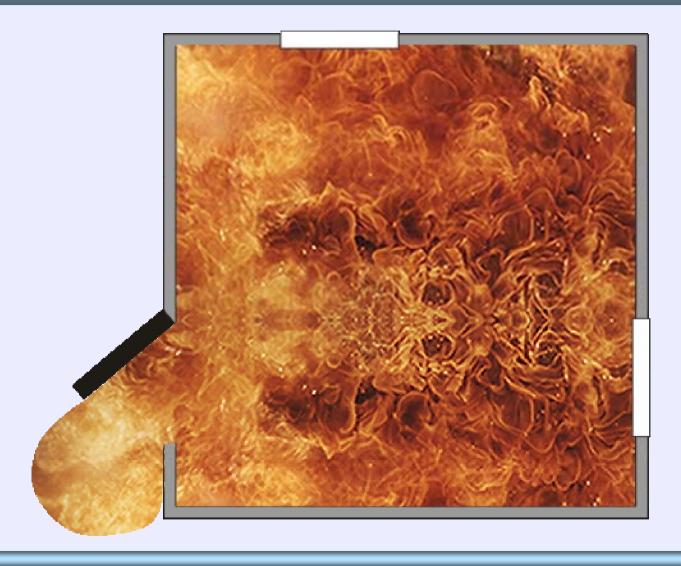




Chronologie eines Brandes

• t 7 Min. - Durch die Wärme bersten die Fenster oder die Feuerwehr öffnet die Türe.







Chronologie eines Brandes

 t > 7Min - Die mit dem eintretenden Sauerstoff vermischten Pyrolyseprodukte verbrennen mitunter explosionsartig. Es kommt zum Flashover !!!

> Die Verbrennungsreaktion ist unterschiedlich heftig, abhängig von der Menge der brennbaren, aber unvollständig verbrannten Pyrolyseprodukte, dem vorhandenen Sauerstoff und dem Mischungsverhältnis im Brandraum.

Der gesamte Raum steht in Flammen (1000°C).



Das kann Ihnen beim Öffnen einer Türe entgegenkommen!!



Arten des Flashover

Man unterscheidet verschiedene Arten des Flashover:

- Roll-Over
- magerer Flashover
- fetter Flashover
- heißer fetter Flashover
- verzögerter Flashover
- verlagerter Flashover
- Backdraft (Rauchexplosion)

Die Wirkung ist abhängig von dem Mischungsverhältnis der Pyrolyseprodukte, das sich im Brandraum gebildet hat.



Unterschiedliche Arten des Flashovers

Roll-Over

Ein Roll-Over tritt meist auf, bevor es zu einem Vollbrand innerhalb eines Raumes kommt.

Heißer Brandrauch und Brandgase sammeln sich im oberen Teil des Raumes.

Da die Wärme nicht ausreichend nach außen abgeführt wird, staut sich die Wärme unterhalb der Raumdecke und die Temperatur im Brandraum steigt kontinuierlich an.

Die erhitzten Gase entzünden sich, eine Flammenfront rollt an der Decke entlang auf die Einsatzkräfte zu.

Durch gekippte Fenster oder ähnliche Öffnungen kann Luft in den Brandraum eindringen und der Rauch abziehen.



Unterschiedliche Arten des Flashovers

Magerer Flashover (1)

Ein magerer Flashover tritt meist auf, bevor es zu einem Vollbrand innerhalb eines Raumes kommt. Heißer Brandrauch sammelt sich im oberen Teil des Raumes. Da die Wärme nicht ausreichend nach außen abgeführt wird, staut sich die Wärme unterhalb der Raumdecke und die Temperatur im Brandraum steigt kontinuierlich an.

Durch gekippte Fenster oder ähnliche Öffnungen kann Luft in den Brandraum eindringen.



Unterschiedliche Arten des Flashovers

Magerer Flashover (2)

Durch die Wärmestrahlung zersetzen sich auch Materialien, die sich weit entfernt vom Brandherd befinden und geben Brandgase ab. Zunächst besteht noch ein Luftüberschuss im Raum – das Gemisch aus Luft und Brandgasen ist zu mager.

Erreicht die Konzentration der Brandgase den Wert der UEG und ist ausreichend Luft vorhanden kann es zum mageren Flashover kommen!!



Das "Atmen" - "Pulsieren" - des Flashover

Das Gemisch aus Luft und Brandgasen ist zu "fett" geworden, die heißen Brandgase drücken nach außen. Durch die Volumenausdehnung der heißen Gase wird der Sauerstoff verdrängt; somit sinkt auch die Intensität der Verbrennung und damit die Temperatur. Die Gase kühlen ab, es entsteht ein Unterdruck. Durch Öffnungen wird Luft eingesogen, das Feuer flammt wieder auf und der Vorgang beginnt von vorne.

Diesen Vorgang nennt man das "Atmen" oder auch das "Pulsieren" des Flashover, typisch in Zeiträumen zwischen einzelnen mageren Flashover.

Auf diese Anzeichen von "Atmen" müssen wir achten!!



Unterschiedliche Arten des Flashovers

Fetter Flashover

Bevor es zu einem "fetten" Flashover kommt, hat die Rauchgaskonzentration die OEG überschritten. Es besteht ein Überschuss an Brandgasen, das Gemisch ist zu "fett". Wird nun ausreichend Sauerstoff zugeführt und wird die OEG unterschritten, kann es durch eine Zündquelle zum Flashover kommen.



Unterschiedliche Arten des Flashovers

"Heißer fetter" Flashover

Wenn die Raumtemperatur über die Zündtemperatur der Brandgase (CO - 605°C) steigt, entzünden sich die Brandgase bei Sauerstoffzufuhr sofort ohne Zündquelle, wenn die OEG unterschritten wird.

Anzeichen für einen bevorstehenden fetten Flashover:

- Temperatur steigt unerträglich hoch an
- Brandgase werden schwarz-grau-gelblich
- in absoluter Stille fangen Helme bzw. PSA zu knistern an
- kleine rote Flammen erscheinen im Rauch (Dancing Angels)



Unterschiedliche Arten des Flashovers

"Verlagerter" Flashover

Wenn durch falsche Lüftungsmaßnahmen ein Überschuss an brennbaren Pyrolyseprodukten in angrenzende Bereiche (z.B. Zwischendecken, Räume) gedrückt wird, kann es anschließend durch die Zufuhr von ausreichend Sauerstoff und durch eine Zündquelle von dort aus zum verlagerten Flashover kommen.



Unterschiedliche Arten des Flashovers

"Verzögerter" Flashover (1)

Gerade bei der Brandbekämpfung sind Einsatzkräfte der Gefahr ausgesetzt, vom sogenannten verzögerten Flashover überrascht zu werden.

Die Energie eines Flashover hängt wesentlich vom Gemisch der Brandgase ab. Befindet sich im Raum ein ideales Gemisch, so kann es von der Durchzündung bis hin zur Rauchgasexplosion kommen.



Unterschiedliche Arten des Flashovers

Verzögerter Flashover (2)

Beim verzögerten Flashover ist ein explosionsfähiges Gemisch vorhanden, alleine die Zündquelle fehlt. Nach Erkaltung sinkt das Gemisch ab.

Wird diesem Gemisch z.B. bei Nachlöscharbeiten nun eine Zündquelle (z.B. Glutnester oder heiße Oberflächen) mit ausreichender Energie zugeführt, kommt es zum Flashover.



Backdraft - Rauchgasexplosion (1)

Durch den fortschreitenden Brand ist das Gemisch aus Luft und Brandgasen zu fett geworden, es herrscht ein Sauerstoffmangel, das Feuer ist so gut wie verloschen.

Die Temperatur sinkt - sehr große Mengen unvollständig verbrannter Brandgase kühlen sich ab - und es entsteht ein Unterdruck, der um so größer ist, je dichter die Öffnungen des Brandraumes abschließen.

Hier lauert die Gefahr!



Backdraft - Rauchgasexplosion (2)

Wenn nun die Türe geöffnet wird, "holt der Brand erst mal richtig Luft" und saugt Sauerstoff an.

Durch die im Raum vorhandenen Pyrolyseprodukte und den nun angesaugten Sauerstoff kommt es zu einem idealen Gemisch und - bei vorhandener Zündquelle – zum

Backdraft,

der mit Stichflamme oder den Merkmalen einer Verpuffung bzw. Explosion einhergehen kann.



Temperaturprofil

300°C Bildung brennbarer Brandgase

500°C Pyrolyseprodukte

Durch Crack-Prozesse entstehen

brennbare Kohlenwasserstoffe

ca. 600°C durch Cracken entstehen höhere

Olefine, Benzine und Aromaten

ca. 605°C Zündtemperatur Kohlenmonoxid (CO)



Zündgrenzen einiger Gase in Luft

	UEG	OEG	Min O2	Zündtemp.
Methan (CH4)	5,0%	15%	5%	595°
Wasserstoff	4%	76%	5%	560°
Propan (C3H8)	2,1%	9,5%	11,5%	470°
Kohlenmonoxid (CO)	12,5%	74%	5,5%	605°



Kohlenmonoxid CO

- giftig





Kohlenmonoxid CO

Eigenschaften

- giftig
- brennbar
- geruchlos, unsichtbar
- relative Dampfdichte bei 0,98 etwas leichter wie Luft
- weiter Explosionsbereich UEG 12,5% OEG 74%
- zündet noch bei geringem Sauerstoff O₂ Anteil 5,5%
- Zündtemperatur bei 605°C
- über CO-kalibriertes Messgerät, EX-Warn oder Messkoffer nachweisbar

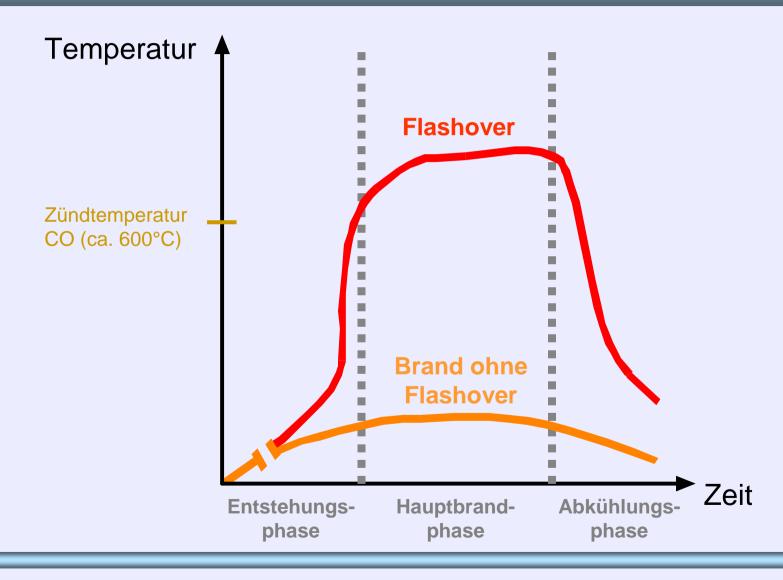


Kohlenmonoxid CO

Maßnahmen

- für die Feuerwehr unbedingt umluftunabhängiger Atemschutz
- EX-Bereich absperren
- messen
- Räume absuchen
- belüften





BFV Oberbayern Flashover 37 von 73



Wie kündigt sich ein Flashover an?

- Prüfe Türen vor dem Öffnen (heiße Türen)
- Beobachte den Brandrauch (schwarz - grau - gelbbräunliche Färbung)
- fetter schwarzer Rauch darf ebenfalls nicht unterschätzt werden
- Beachte die Vorbrennzeit > 4 Min.
- Beachte das "Atmen", das "Pulsieren" des Feuers bei Öffnungen
- Beobachte die Raumdecke; sind bereits erste Flämmchen "Dancing Angels" im Rauch?
 - Achtung Flashover steht unmittelbar bevor!

















Erkundung mit der Wärmebildkamera

 Wärmebildkameras sind ein unverzichtbares Hilfsmittel. Durch sie kann man die "Vorboten" eines Flashovers erkennen.
 Dadurch, dass man Heißgaszonen mit der Wärmebildkamera in einem Raum sehen kann, erkennt man sofort, wenn sie sich im Brandraum bewegen.

Das bedeutet: Man erkennt, ob heiße Gase nach Öffnen einer Türe den Raum verlassen oder ob Sie wieder hineingesogen werden. Wenn der Feuerwehrmann dies erkennt, kann er rechtzeitig geeignete Gegenmaßnahmen ergreifen.



Erkundung mit der Wärmebildkamera



Wie kann man den Flashover bekämpfen (1)

- Anzeichen für einen Flashover erkennen
- Wärme und Rauch richtig abführen
- Rauch kühlen

Vorgehensweise: Türe auf Erwärmung prüfen und aus der Deckung öffnen. Mit 2-3 kurzen Sprühstrahlstößen in einem Winkel von 45° kegelförmig nach oben den Deckenbereich des Raumes kühlen

mnfan (2)

Wie kann man den Flashover bekämpfen (2)

- Türe wieder schließen, damit der Wasserdampf drin bleibt und nicht zuviel Sauerstoff in den Raum kommt. Der eingebrachte Wasserdampf kühlt die Brandgase herunter. Diesen Vorgang so oft wiederholen, bis man sicher ist, dass kein Flashover mehr zu erwarten ist (Temperatur unter kritischem Wert)
- Um einen Flashover wirksam zu bekämpfen wird eine spezielle Technik angewendet.
- Neben dem eigentlichen Löschangriff wird mit Sprühstrahl in einem Winkel von 45° kegelförmig nach oben Wasser zerstäubt.

Wie kann man den Flashover bekämpfen (3)

- Der eingebrachte Wassernebel kühlt die Brandgase ab. Je feiner die Tröpfchen sind desto größer wird die Fähigkeit des Wassers, Wärme aufzunehmen, der Wassernebel inertisiert gleichzeitig den Verbrennungsprozess.
- Beachte: 1 Liter Wasser erzeugt bei 100°C 1700 Liter Wasserdampf; Die Volumenvergrößerung führt zur Rauchausbreitung!
- Die Effektivität eines derartigen Löschangriffes hängt dabei vom Wasserdruck und von der Art des verwendeten Strahlrohres, (ideal: Hohlstrahlrohr) ab.



Durch gezielte Wasserimpulse (45° Winkel) an die Decke lässt sich die Gefahr des Flashover durch Abkühlen der Temperatur minimieren!!

Wie kann man den Flashover bekämpfen (4)

 Eine weitere Möglichkeit der Flashover-Bekämpfung ist das gezielte Öffnen von Fenstern oder anderer Öffnungen von außen

Achtung: hierbei mit größter Vorsicht vorgehen!!

Nach dem Öffnen kurze Zeit warten. Der eindringende Sauerstoff vermischt sich mit den Rauchgasen, es kommt zu einem "kontrollierten" Flashover.

Ein Flashover ist jedoch nicht immer die Folge, weil durch das Öffnen des Fensters von außen vor Erreichung der Zündtemperatur die Rauchgase ohne Zündung abgezogen sind - um so besser.....





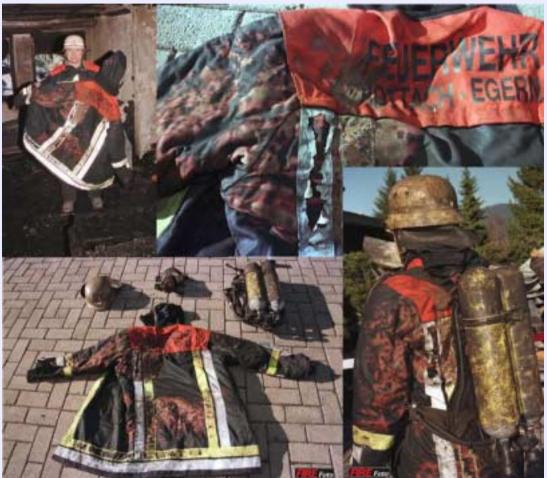
Auch die beste Schutzausrüstung verlangt richtiges Verhalten im Innenangriff!
Moderne Schutzkleidung isoliert, aber macht nicht unverwundbar!



Vorbereiten auf einen Innenangriff

Vollständige (widerstandsfähige) Schutzkleidung nach EN 469

- Schutzkleidung nach EN 469 mit Überjacke und Flammschutz-Haube
- Mit Bayern 2000-Hose nur, wenn zweite, lange Hose darunter
- Schutzhandschuhe EN 659 (dichtschließend) angelegt
- Lederstiefel EN 345, keine Gummistiefel
- Funkgerät, Notsignalgeber
- Nässe von Kleidung fernhalten (Wasserdampf schlägt durch)
- Möglichst Hohlstrahlrohr verwenden
- Kein Klappvisier und keine Helmlampen (schmelzen ab)
- Helme DIN EN 443





Schutzkleidung nach EN 469 ist überlebenswichtig!!



Verhalten unter PA, beim Innenangriff (1)

- Einsatzgrundsätze gem. FwDV 7 beachten, RZA durchführen.
- Die Farbe des Rauches ständig beobachten
- Gebückt vorgehen
- Vorsicht beim Öffnen von Türen, vorab Türe auf Erwärmung prüfen
- Flashover-verdächtige Räume nicht sofort betreten, sondern nach dem Öffnen der Türe ein paar Sekunden außerhalb in Deckung (geschützt durch den Türstock) warten
- An Türen, die sich nach innen öffnen, Bandschlingen an der Klinke befestigen – ermöglicht schnelles Schließen der Türe









Verhalten unter PA, beim Innenangriff (2)

- Auf Anstieg der Rauchtemperatur achten, den Handrücken etwas frei machen (Stulpe zurückziehen) und vorsichtig nach oben fühlen
- Vorsicht bei schon vorhandenem Wasserdampf
- Durch die Schutzausrüstung hat man wenig Gefühl für die tatsächlich vorhandene Temperatur des Brandraums
- Wärmebildkamera einsetzen, wenn vorhanden
- Besondere Vorsicht bei Kellerbränden !!
 Rauch und Wärme können schlecht entweichen < Sauerstoff
- Immer Rückzugweg freihalten und sichern!





Verhalten unter PA, beim Innenangriff (3)

- Klima- und Lüftungsanlagen abstellen
- Zum Brandraum führende Gas- oder Ölleitungen absperren
- Gefahren der Einsatzstelle, sowie auf besondere Gefahren durch Spraydosen, Druckgasflaschen, Chemikalien und Elektroanlagen achten
- Wenn Situation unter Kontrolle ist: Fenster öffnen, belüften.

Gefahr eines verzögerten oder verlagerten Flashovers beachten!

Anforderungen an Atemschutzgeräteträger

Einsatzkräfte, die unter Atemschutz eingesetzt werden, müssen:

- das 18. Lebensjahr vollendet haben
- körperlich geeignet sein (Grundsatz G 26.3 "Atemschutzgeräte", in regelmäßigen Abständen festzustellen)
- erneut nach dem Grundsatz G 26.3 untersucht werden, wenn vermutet wird, dass sie den Anforderungen für das Tragen von Atemschutzgeräten nicht mehr genügen; dies gilt insbesondere nach schwerer Erkrankung oder wenn sie selbst vermuten, den Anforderungen nicht mehr gewachsen zu sein.

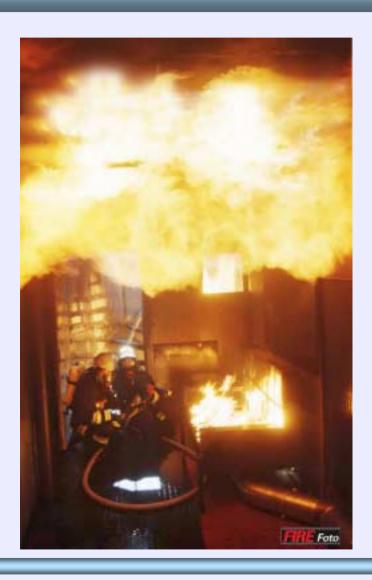
Anforderungen an Atemschutzgeräteträger

Einsatzkräfte, die unter Atemschutz eingesetzt werden, müssen:

- Die Ausbildung zum Atemschutzgeräteträger erfolgreich absolviert haben
- Regelmäßig an Fortbildungsveranstaltungen und an Wiederholungsübungen teilnehmen
- Zum Zeitpunkt der Übung oder des Einsatzes gesund sein und sich einsatzfähig fühlen (kein Alkohol, Drogen, Medikamente)

Regelmäßige Trainingseinheiten in Brandübungshäusern, Brandübungsanlagen sowie Flashover-Containern sind für die Praxis unserer Einsatzkräfte unverzichtbar!









Flashovercontainer der Versicherungskammer Bayern und des LFV Bayern





Flashovercontainer der Versicherungskammer Bayern und des LFV Bayern





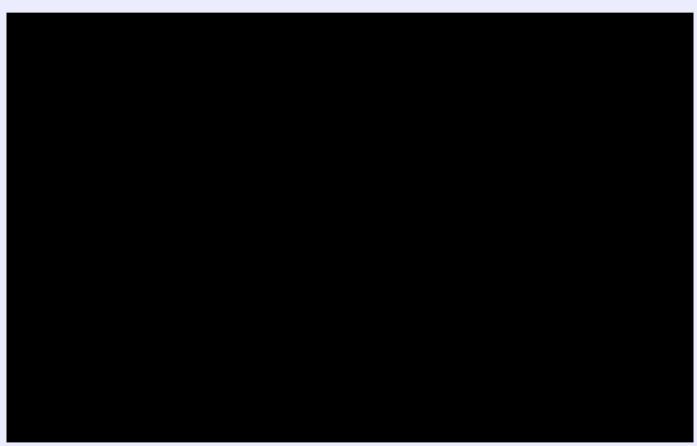
Flashovercontainer der Versicherungskammer Bayern und des LFV Bayern





Flashovercontainer der Versicherungskammer Bayern und des LFV Bayern





Flashovercontainer der Versicherungskammer Bayern und des LFV Bayern





Fortbildung bei RISC in Rotterdam



Wir gehen für Ihre Sicherheit durchs Feuer!



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



Der Bezirksfeuerwehrverband Oberbayern bedankt sich für die kompetente Ausarbeitung bei:

Herrn Kreisbrandrat Gerhard Bullinger, Lkr. Ebersberg

sowie für die fachliche Unterstützung von:

Herrn Ltd. BD Dipl.-Ing. Dieter Trepesch, BF München Herrn Brandoberrat Dipl.-Ing. Dirk Schneider, WF EADS München Herrn Brandoberinspektor Walter Niederbauer, WF Wacker Chemie Burgh.



Die Informationen in dieser PowerPoint-Präsentation erfolgen ohne Gewährleistung der Richtigkeit. Weder der Bezirksfeuerwehrverband Oberbayern e.V. noch die Autoren können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen eine juristische Verantwortung oder eine Haftung übernehmen.





Quellennachweis:

Schneider, Dirk: Brandursachenermittlung, Kohlhammer-Verlag

ISBN 3-17-014872-9

Südmersen, Jan u. A.: Atemschutz, Ecomed-Verlag, 3. Auflage

(Autorenkollektiv) ISBN 3-609-68420-8



Die Erstellung dieser Präsentation wurde möglich mit freundlicher Unterstützung der







Die Erstellung dieser Präsentation wurde möglich mit freundlicher Unterstützung von





Ein Großteil der verwendeten Fotos wurde kostenlos zur Verfügung gestellt von:



FACHARCHIV BRANDSCHUTZ/RETTUNGSWESEN

Thomas Gaulke

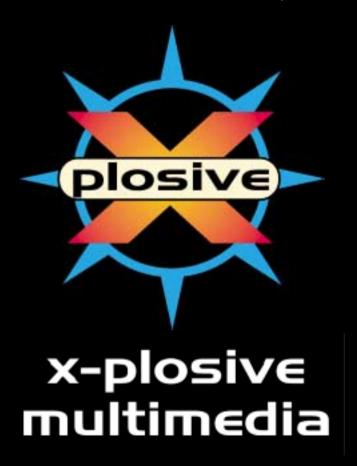
Schlesierstr. 64

81669 München

Tel.: 0 89 / 68 76 40

www.fire-foto.de

Diese PowerPoint Präsentation wurde produziert von:



Otto-Hahn-Str. 25 85221 Riemerling Tel: 0 89 / 48 92 00 73 www.x-plosive.de