

Brandbekämpfung zur Menschenrettung

Ziel dieser **Ausbildungsunterlage** ist es, den Teilnehmern die Einsatztaktik „Brandbekämpfung zur Menschenrettung“ zu erklären, fachliche Definitionen zu erläutern und verständlich zu vermitteln. Durch praktisches Training wird die Taktik als eine Standardeinsatzregel in den Einsatzdienst integriert.

1. Einleitung

- Gemäß FwDV 3, Einheiten im Lösch- und Hilfeleistungseinsatz, gehen eingesetzte Trupps entweder zur Menschenrettung oder zur Brandbekämpfung vor.
- Neue Studienergebnisse der letzten 5 Jahre haben ergeben, dass eine scharfe Abtrennung beider Einsatzaufträge voneinander in der heutigen Zeit nicht mehr sinnvoll ist.
- Die sinnvolle Kombination beider Einsatzaufträge hat einen sinnvollen Synergieeffekt.

2. Erläuterungen zum Brandverlauf

- Der Brandverlauf inkl. der Brandverlaufskurve mit integrierter Einheitstemperaturkurve ist jedem Feuerwehrangehörigen ein Begriff.

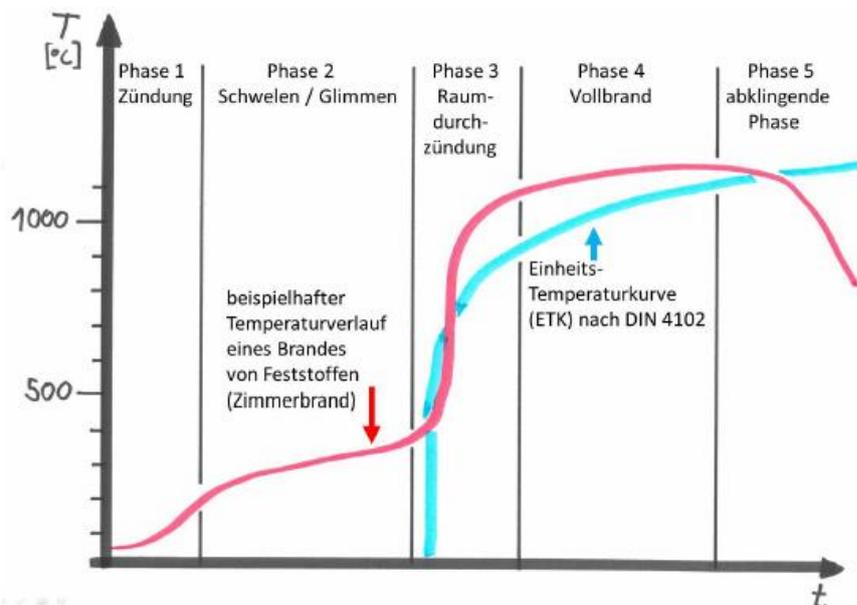


Abbildung 2 - Klassische Brandverlaufskurve mit integrierter Einheitstemperaturkurve (ETK), Quelle: Guido Volkmar

- Aus dem in der Grafik dargestellten Brandverlauf sind jedoch nicht die Änderungen der heutigen Zeit abzulesen.

- Der erhebliche Kunststoffanteil in unseren modernen Inneneinrichtungen erhöht insbesondere
 - das Rauchgasvolumen
 - die Brandausbreitungsgeschwindigkeit und
 - Wärmefreisetzungsrate
 mehr als nur linear.

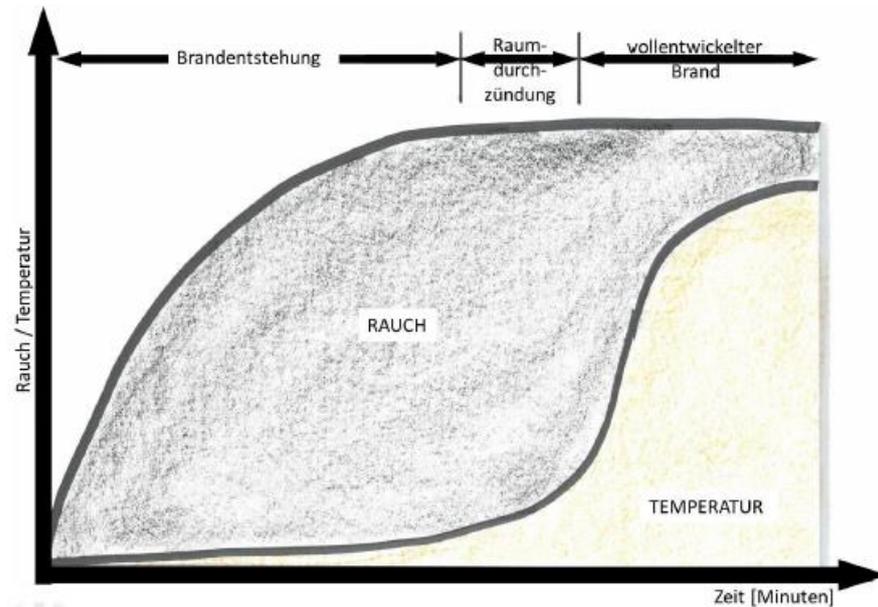


Abbildung 3 – Rauch- und Temperaturentwicklung ohne Entrauchung, Quelle: Guido Volkmar, eigene Darstellung entsprechend den Forschungsergebnissen Prof. Obuchow, Universität Moskau

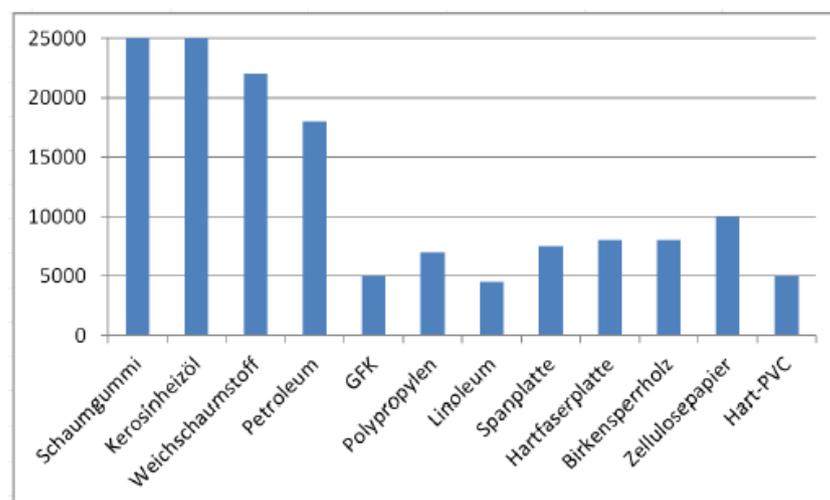


Abbildung 4 – Rauch- und Brandgasmengenmenge in m³/h von jeweils 10 kg, Quelle: Guido Volkmar, eigene Darstellung nach Forschungsergebnissen von Prof. Rasbash, Universität Edinburgh

- Die Wärmeableitung innerhalb unserer Gebäude wird immer geringer.
- Nullenergiehäuser sollen in der Zukunft mit der abgegebenen Wärme der darin lebenden Menschen heizen.
- Im Brandfall wird das zu einem großen Problem.
- Wärme kann nicht mehr nach außen abgeführt werden.

- Geringe Wärmeleitfähigkeiten im Mauerwerk, dichte Bauweise mit dichten mehrfachverglasten Fenstern mit Sonderfunktionen (Schallschutz, Wärmeschutz etc.) stellen die Feuerwehren zukünftig bzgl. der gezielten Wärmeableitung vor neue Herausforderungen.

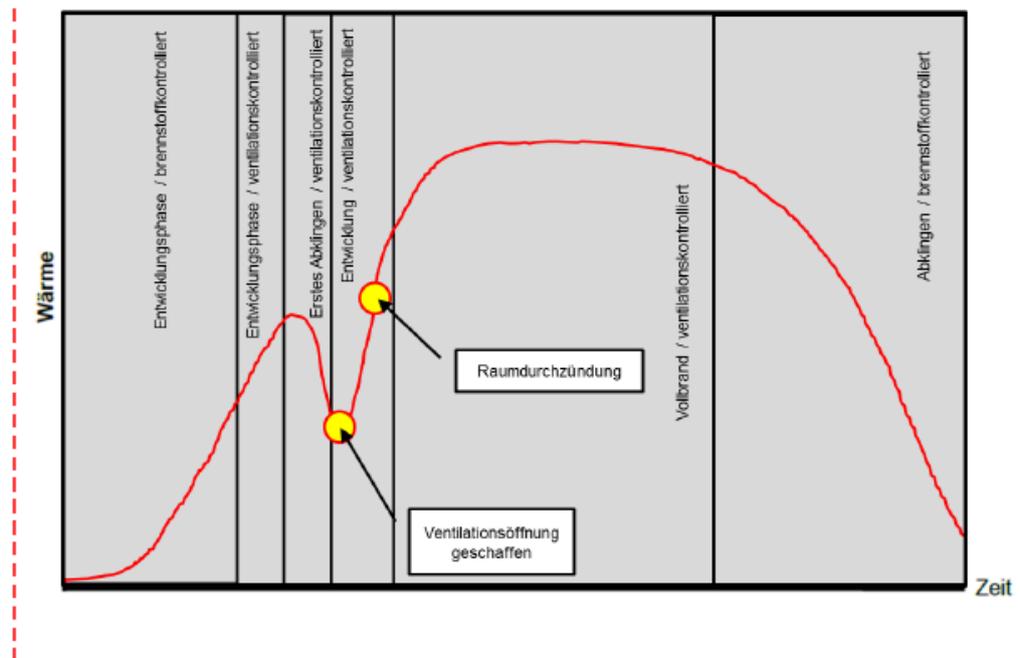


Abbildung 5 - Quelle Guido Volkmar, *Moderner Brandverlauf nach den Versuchen, die auf Governors Island durchgeführt wurden* (eigene Darstellung nach NIST: National Institute of Standards and Technology, UL: Underwriters Laboratories und der New Yorker Feuerwehr)

- ausreichende Sauerstoffzufuhr vorhanden ist (brennstoffkontrollierter Brand)
- es an Sauerstoffzufuhr mangelt (ventilationskontrollierter Brand)
- Sauerstoff verzögert zu einer Situation zugeführt wird, kommt es zu unterschiedlichen Brandverläufen und damit auch Brandphänomenen.

3. Innenangriff

- Bei der Brandbekämpfung im Innenangriff werden in erster Linie die
 - direkte Brandbekämpfung und
 - indirekte Brandbekämpfung unterschieden.

a) Direkte Brandbekämpfung

- Das Löschmittel Wasser wird möglichst direkt auf das Brandgut gegeben.
- Ziel ist ein optimaler und schneller Löscheffekt.
- Durch die vergleichsweise große Wassermenge (im Vergleich zur Rauchsichtkühlung) wird dem System ausreichend Energie entzogen und die Wasserdampfentstehung wird minimiert.

- Mit der Idee, durch eine direkte Brandbekämpfung das Löschmittel Wasser in kurzer Zeit massiv auf das Brandgut abgeben zu können, werden mehrere Ziele verfolgt:
 - Verringerung des Brandes
 - Verringerung der Wärmefreisetzung (exotherme Reaktion)
 - Verringerung der Atemgiftentstehung
 - Verringerung der Sichtbehinderung
 - Minimierung der Wasserdampfbildung
 - Steigerung der Sicherheit für die vorgehenden Einsatzkräfte.

b) Indirekte Brandbekämpfung

- Die indirekte Brandbekämpfung dient der Vorbereitung der direkten Brandbekämpfung.
- Das Löschmittel Wasser löscht weniger das Brandgut direkt, sondern im Raum befindliche Temperatur wird durch das Verdampfen von Wasser deutlich gesenkt.
- Da das Brandgut am Brandherd bei dieser Löschtaktik nicht unmittelbar gekühlt werden kann, wird kontinuierlich Verbrennungswärme nachgeliefert.
- Eine direkte Brandbekämpfung muss folgen.

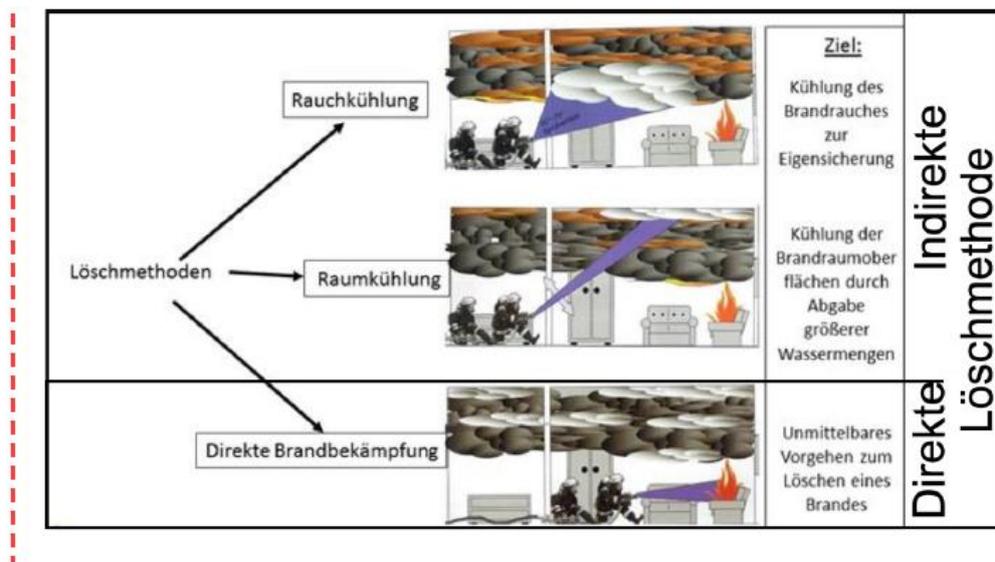


Abbildung 6 - Übersicht der Löschmethoden nach DIN 14011. (Grafik: Fuchs/ Südmersen, ecomed-Storck GmbH)

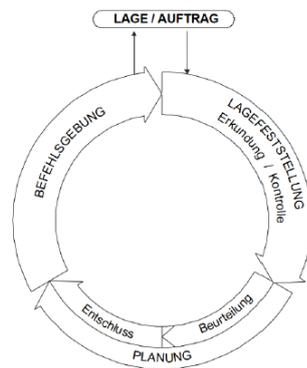
c) Außenbrandbekämpfung

- Die Außenbrandbekämpfung beschreibt Löschrmaßnahmen auf einen innenliegenden Brandherd durch von außen geführte Strahlrohre oder Werfer.
- Eine Löschmittelaufbringung ist schwierig, da Hindernisse und Einbauten eine gradlinige Verbindung zwischen Strahlrohr und Brandherd behindern.
- Die Winkel des Löschmittelstrahls für die direkte Löschmittelaufbringung sind ebenfalls hinderlich.
- Trotzdem kann von außen aufgebracht Wasser durch die hierdurch erfolgte indirekte Brandbekämpfung und die gleichzeitig erfolgte Temperatursenkung im Raum sehr sinnvoll sein.

- Ein parallel laufender Innen- und Außenangriff ist sehr gefährlich!
- Ein abgestimmter, zeitlich auf einige Sekunden begrenzter Außenangriff (Fensterimpuls) ist als Vorbereitung für einen zeitversetzten Innenangriff hilfreich!

4. Erscheinungsbild beim Eintreffen

- Das Erscheinungsbild beim Eintreffen liefert wichtige Erkundungsergebnisse.
- Selbstverständlich muss immer eine möglichst umfassende allseitige Erkundung inkl. Bewertung der Situation im Gebäude erfolgen.
- Abwägung aller potenzieller Gefahren entsprechend des Führungskreislaufs nach FwDV 100



- Der Schwerpunkt in dieser Lehrunterlage soll sich da gegenüber jedoch auf die Erscheinungsform des Rauches und seiner Austrittsöffnungen legen.



- Unterschiedliche Erscheinungsbilder beim Eintreffen der Einsatzkräfte sind vorstellbar:
 - Fenster intakt
 - Fenster defekt
 - Rauch aus den Ritzen
 - Flammen aus dem zerstörten Fenster
 - Flammen im zerstörten Fenster jedoch vollflächig
 - Flammen im zerstörten Fenster jedoch nach innen gerichtet
- Intakte Fenster verzögern die Ersteinschätzung aufgrund fehlender Eindrücke.
- Bei einem leicht geöffneten Fenster kann ggf. Rauchaustritt bemerkt und auf einen Brand geschlossen werden.
- Durch die Art und Weise, wie der Rauch aus dem geöffneten Fenster quillt, können viele Aspekte des vermuteten Brandes beurteilt werden.
- Informationen durch die Rauchfarbe sind nur durch intensive Schulung bzw. Ausbildung und Erfahrung zu erlangen.
- Die Beurteilung von
 - Dichte
 - Volumen
 - Ausdehnung
 - Energie und
 - Geschwindigkeitdes Rauches ergibt leichter sinnvolle Beurteilungsergebnisse.
- Schlagen Flammen aus einem geöffneten oder gar zerstörtem Fenster kann auf die im Brandraum vorherrschenden Temperaturen geschlossen werden.
- Bei einem Vollbrand herrschen bis zu 1.000 °C unter der Zimmerdecke!
- Durch die Betrachtung des Fensterquerschnittes kann beurteilt werden, ob es sich bei diesem Fenster um
 - eine reine Abluftöffnung oder
 - eine kombinierte Abluft- und Zuluftöffnungfür den Brand handelt.
- Dies ist erkennbar an der im Fenster entstehenden Schwerkraftströmung.
- Diese ersten Erkenntnisse führen uns zu den weiteren einsatztaktischen Maßnahmen.

5. Fensterimpuls (indirekte Brandbekämpfung als Außenangriff)

- ***Mit dem Fensterimpuls wird die Einbringung von Löschwasser von außen durch ein bereits zerstörtes Fenster kurz nach dem Eintreffen der Einsatzkräfte vor einem aktiven Innenangriff bezeichnet.***
- Ziel ist es,
 - durch im Brandraum zu verteilendes Wasser eine frühzeitige Absenkung der Raumtemperatur zu erreichen.
- Der entstehende Wasserdampf stellt kein Problem dar.
- Er wird aufgrund des offenen Fensters ungehindert abziehen können.

- Um die Temperaturabsenkung zu erreichen sind zwei wichtige Bedingungen zu berücksichtigen:
 - Fenster
 - Wasser
- Beim Fenster gilt zu betrachten:
 - ob und wie schlagen Flammen und Rauch aus dem Fenster?
 - ✓ Ist der komplette Fensterquerschnitt mit Flammen ausgefüllt, so dient dieses Fenster als reine Abluftöffnung. Der Brand bekommt von einer anderen Stelle den für die Verbrennung notwendigen Luftsauerstoff. Ein Strömungspfad ist existent. Ggf. drückt der natürliche Wind auf der anderen Seite in die Zuluftöffnung, so dass die Flammen aus diesem Fenster herausgedrückt werden.



Abbildung 8 - alle Fenster sind flächig mit Flammen ausgefüllt, so dass der notwendige Sauerstoff von einer anderen Zuluftquelle kommen muss, Quelle: ecomed-Storck GmbH



Abbildung 9 - linke Seite ausschließlich Rauch, rechte Seite ausschließlich Flammen, Fichte, Wuppertal, Quelle: ecomed-Storck GmbH

- ✓ Befinden sich Flammen nur im oberen Fensterbereich und im unteren Bereich wird sichtbar Luft in den Brandraum gezogen, so hat sich ein thermodynamisches Gleichgewicht ausgebildet. Die Schwerkraftströmung hat eingesetzt. Die für die Verbrennung notwendige Umgebungsluft wird durch dieses Fenster zum Brandherd gesaugt.



Abbildung 10 - Seitenfenster ist sowohl Abluft (oben - Flammen) als auch Zuluftöffnung (unten), Rossbach, Wuppertal, ecomed-Storck GmbH



Abbildung 11 - Seitenfenster ist sowohl Abluft- (oben - Flammen) als auch Zuluftöffnung (unten), Rossbach, Wuppertal, ecomed-Storck GmbH

- ✓ Kommt ausschließlich Rauch aus dem betrachteten Fenster, so hat noch keine exotherme Verbrennungsreaktion in der Rauchsicht eingesetzt.
Es besteht aktuell keine Notwendigkeit von außen Wasser durch dieses Fenster in den angrenzenden Raum einzutragen. Dennoch ist die Bereitstellung von Löschwasser im Hinblick auf eine sich ändernde Situation an dieser Abluftöffnung sinnvoll.



Abbildung 12 - Hier tritt ausschließlich Rauch aus der Abluftöffnung, aktuell ist ein Fensterimpuls noch nicht angezeigt, sollte jedoch in Bereitstellung gebracht werden, Quelle: Feuerwehr Hagen

Das schwarze Rauchbild deutet auf eine unvollständige Verbrennung hin mit Temperaturen unterhalb der 1.000 °C.
ACHTUNG: Bei Zufuhr von Luftsauerstoff kann es zu einer schnellen / stark beschleunigten Brandausbreitung und Anstieg der Temperatur kommen.

- **Der Begriff Fensterimpuls soll eine zeitlich begrenzte Wasserabgabe mit Vollstrahl und einer Wasserabgabe >200 L/min. in den Brandraum beschreiben (10 – 30 Sekunden).**
- Aktuell ist die einsatztaktische Löschwasserabgabe in Form von kurzen Impulsen (Takten, Pulsen, Spotting etc.) international auf dem Prüfstand. Anscheinend werden sich längere Wasserabgaben durchsetzen.
- Es wird dennoch aktuell von der AG Realbrandausbildung an der Begrifflichkeit Fensterimpuls einstweilig festgehalten.
- Bei der Wasserabgabe von außen ist zu beachten, dass das Wasser mit Vollstrahl durch das Fenster unter die Raumdecke abgegeben wird.
- Es soll durch die Wasserabgabe im Brandraum ein Sprinkler-Effekt erzielt werden, so dass das sich verteilende Wasser den Brandherd trifft und die Raumtemperatur unmittelbar senkt.

6. Definition der Gefährdungsbereiche im Innenangriff

- Die Gefährdungsbereiche sollen eine Orientierung und eine Risikobewertung für den Angriffstrupp im Innenangriff darstellen.
- Die Gefährnungsdefinition und die Aufenthaltsdauer gelten nur bei vollständig und richtig angelegter PSA und umluftunabhängigem Atemschutz für die Einsatzkraft.
- Gilt nicht für mögliche Opfer.
- Es besteht auch im Grünen eine Grundgefährdung.
- Die Übergänge zwischen den Gefährdungsbereichen sind fließend und können sich jederzeit verschieben.
- Im Roten ist eine untere Gefahrengrenze gemeint, die eine maximale Expositionsdauer angibt.
- Höhere Temperaturen und Wärmeübertragungsraten führen zu einer exponentiell steigenden Gefährdung mit Aufenthaltsdauern von deutlich unter 1 min.

Grün SICHER: Bereich mit möglichem Brandrauch

- Temperaturen bis 100 C° (Umgebungstemperatur in Aufenthaltshöhe)
- Wärmeübertragung bis 1 kW/m²
- Aufenthaltsdauer bis zu 25 min

Gelb UNSICHER: Bereich mit Brandrauch, Rauchgasdurchzündungen möglich, Wasserdampfbildung möglich, Wärmekonvektion, Wärmestrahlung, Bereich mit Flammen und / oder Feuer

- Temperaturen bis 120 C° (Umgebungstemperatur in Aufenthaltshöhe)
- Wärmeübertragung bis 3 kW/m²
- Aufenthaltsdauer bis zu 10 min

Rot GEFÄHRLICH: Bereich mit Brandrauch, hohe Durchzündungsgefahr, Bereich mit Flammen und / oder Feuer, Gefahr der Raumdurchzündung, Gefahr der Rauchgasexplosion, hohe thermische Strahlung, hohe Wärmekonvektion, hohe Temperaturen, nur kurze Aufenthaltsdauer möglich, extrem hohe Wasserdampfbildung möglich, schnelle Brandausbreitung, Vollbrand

- Temperaturen bis 160 C° (Umgebungstemperatur in Aufenthaltshöhe)
- Wärmeübertragung bis zu 4 kW/m²
- Aufenthaltsdauer 1 min

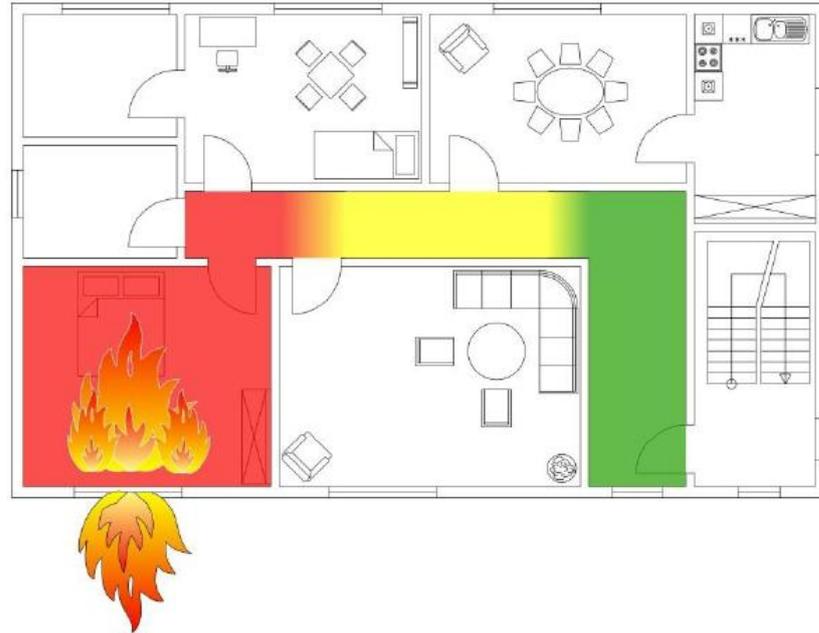


Abbildung 15 - Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung, Jürgen Buil

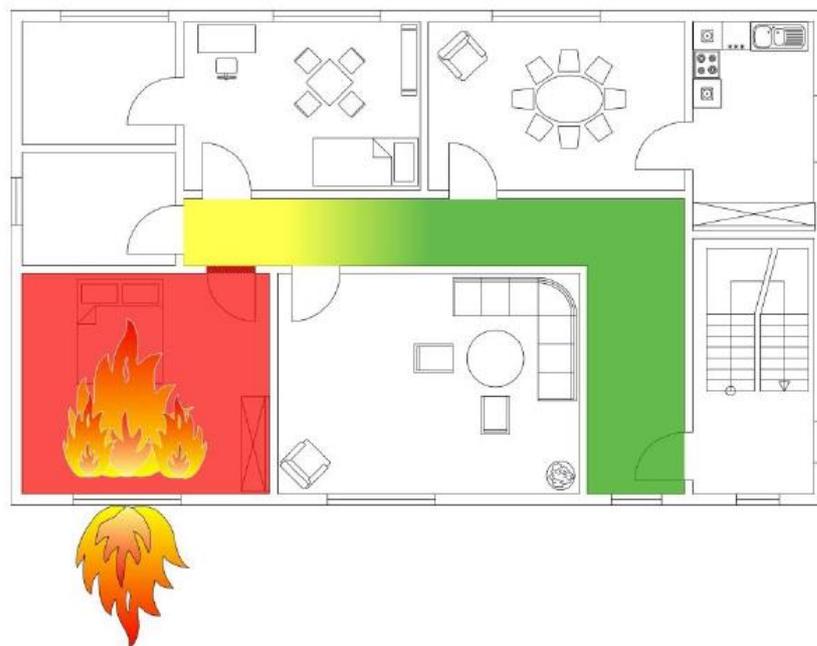


Abbildung 16 - Gefahrenbereiche bei geschlossener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung, Jürgen Buil

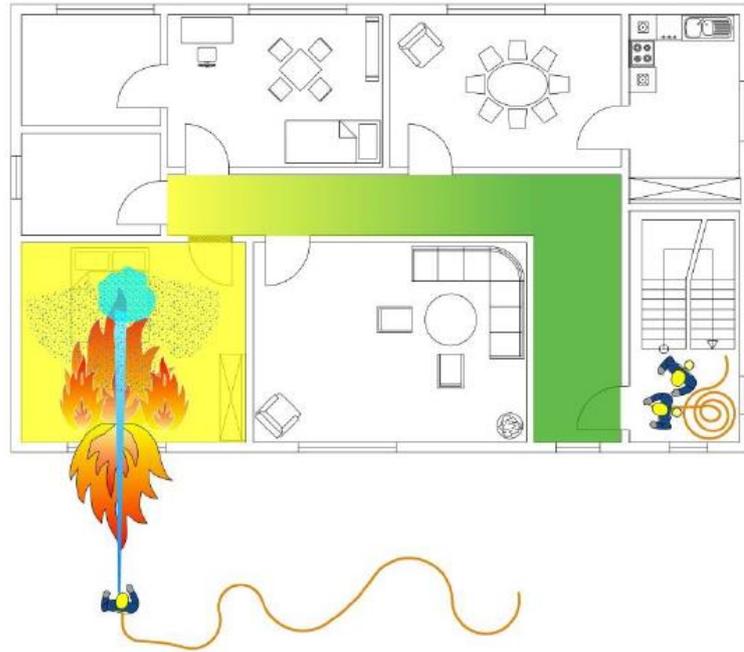


Abbildung 17 - Positive Verschiebung der Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung durch Fensterimpuls mit Vollstrahl von außen (Sprinkler-Effekt), Jürgen Buil

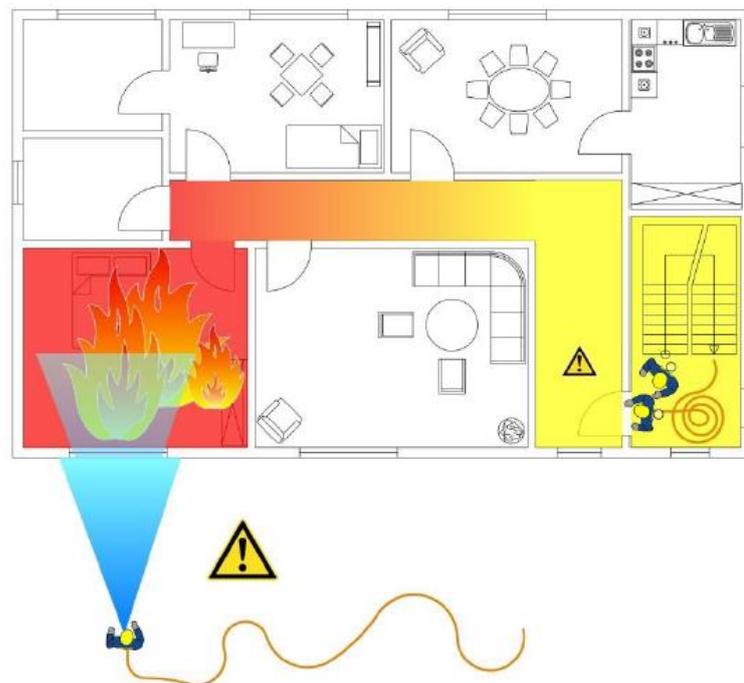


Abbildung 18 - Negative Verschiebung der Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung durch Fensterimpuls mit Sprühstrahl von außen (Abdeckung der Ventilationsöffnung!), Jürgen Buil

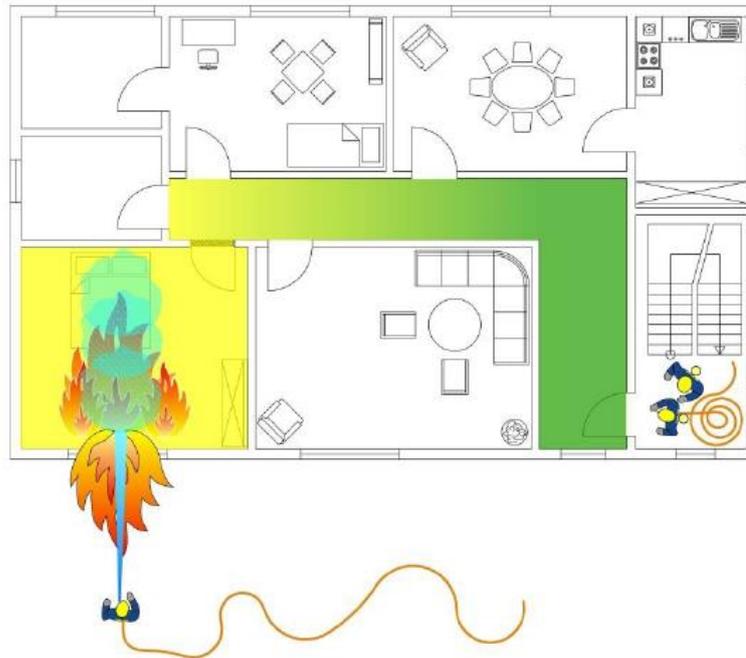


Abbildung 19 - Positive Verschiebung der Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung durch Fensterimpuls mit Vollstrahl von außen - Strahl wandert von vorne nach hinten, Jürgen Buil

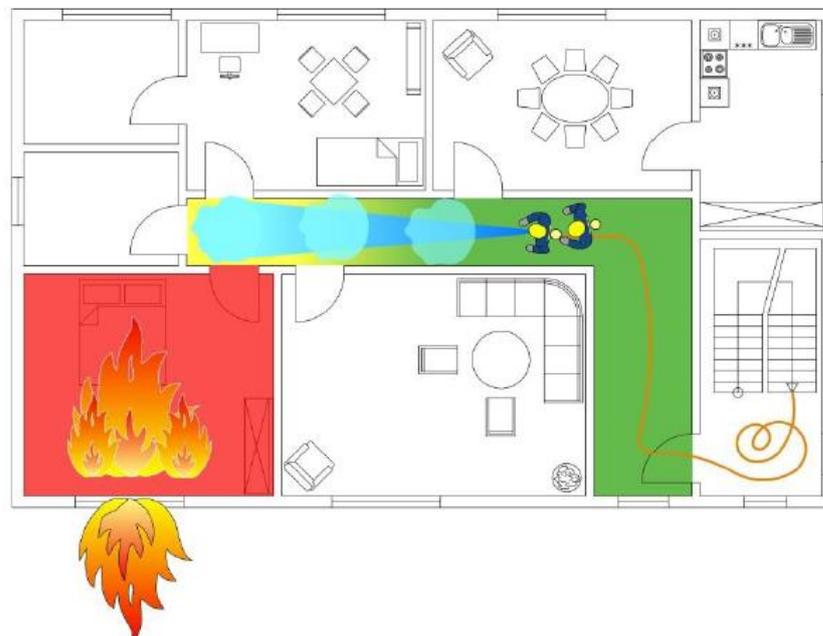


Abbildung 20 - Positive Verschiebung der Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung durch Rauchgaskühlung (Sprühimpulskühlverfahren!), Jürgen Buil

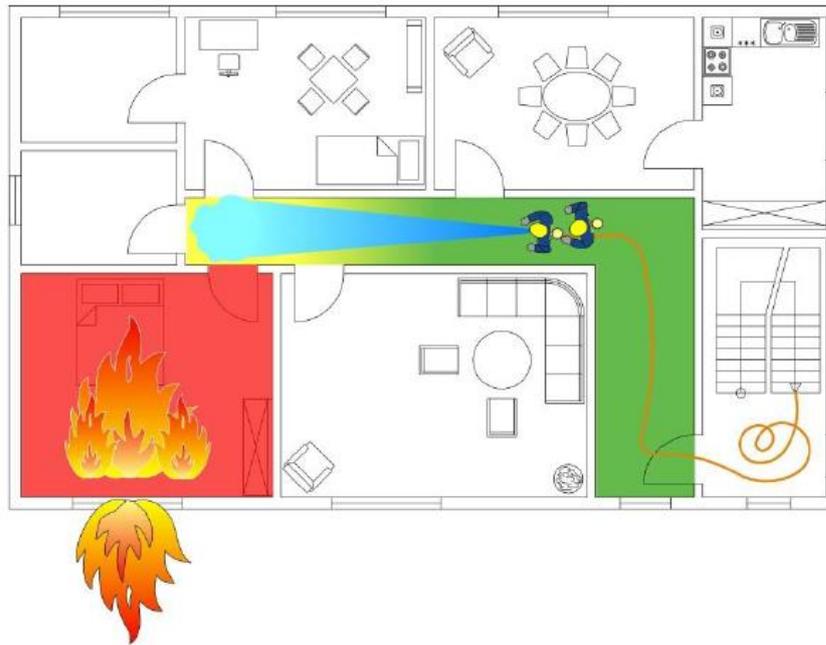


Abbildung 21 - Positive Verschiebung der Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung durch Rauchgaskühlung (längere Wasserabgabe), Jürgen Buil



Abbildung 22 - Negative Verschiebung der Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung sowie zusätzlichem Strömungspfad durch weitere Ventilationsöffnung. (Auch das Öffnen der Tür zur Nutzungseinheit (Strömungspfad!) kann eine negative Verschiebung der Gefahrenbereiche bewirken!), Jürgen Buil



Abbildung 23 - Positive Verschiebung der Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung durch mechanische Ventilation, Jürgen Buil

Anmerkung zur Löschwasserabgabe im Innenangriff

Bundesweit werden unterschiedliche Verfahren zur situativen Löschwasserabgabe für Rauchschichtkühlung und Brandbekämpfung praktiziert.

Das für die Rauchschichtkühlung bisher unter anderem angewendete Sprühimpulskühlverfahren ist sehr ausbildungsintensiv und insbesondere für ungeübte Einsatzkräfte in komplexen Situationen unsicher.

Aktuell (Stand: Juni 2019) werden längere Wasserabgaben von mehreren Sekunden Dauer (keine Impulse mehr) als sicherer und leichter umsetzbar erachtet.

Aktuellen Informationen der International Fire Instructors Conference 2019 (IFIC) aus Juni 2019 zufolge werden diesbezüglich im Verlauf des Jahres 2019 weitere Versuche und Studien von FSRI – Fire Safety Research Institute (UL) durchgeführt und ausgewertet.

Über aktuelle Neuerungen und Erkenntnisse wird die AG Realbrandausbildung über Internetpräsenz www.agbf-nrw.de informieren.



Hier ist zwingend zu beachten, dass der Vollstrahl als Sprühbild verwendet wird!



Abbildung 24 a und b - Darstellung des Fensterimpulses durch Vollstrahl direkt unter die Decke des Brandraumes durch die Flamme hindurch ohne die Ab- und Zuluffunktion der Fensteröffnung zu beeinflussen, Jürgen Buil

- Es darf keinesfalls die Möglichkeit des Abfließens von
 - Temperatur
 - Flammen und
 - Wasserdampf
 aus dem Raum unterbunden werden.
- Dies passiert bei der Verwendung des Sprühstrahls, wenn fälschlicherweise eine feine Tröpfchenverteilung wie bei der Rauchgaskühlung im Innenangriff angewendet werden soll.
- Wenn der Vollstrahl verwendet wird ist die Gefahr, dass Feuer und somit Temperatur und Flammen weiter in die Nutzungseinheit hineingedrückt werden, erheblich verringert.
- Vielmehr sinkt die Temperatur schon nach einem kurzen Fensterimpuls zwischen 10 und 30 Sekunden im Brandraum nachweislich mehrere hundert Grad Celsius.
- Der entstehende Wasserdampf kann ungehindert durch das offene Fenster den Brandraum verlassen.
- Wasser in den Brandraum ist notwendig und verschafft Zeit!
 - Wasserabgabe in den Brandraum hat immer einen positiven Effekt.
 - Die Wärmefreisetzungsrate, die Temperatur und die Bildung giftigen Rauches werden reduziert.
 - Für diesen positiven Effekt muss Wasser direkt auf den Brandherd.

- Beim Innenangriff, auf dem Weg zum Brandraum, ohne jedwede Abgabe von Wasser, kann es zu Verletzungen kommen.
- Die Wurfweite des Rohres auszunutzen hat einen positiven Effekt für den vorgehenden Trupp und weitere Personen.
- Kontinuierliche Wasserabgabe beim Vorgehen nach oben / vorne in die Rauchschiicht mit dynamischer Rohrführung hat den größten Effekt,
wenn eine Abluftmöglichkeit für den entstehenden Wasserdampf besteht.
Alternativ kann das Sprühimpulskühlverfahren mit geringerem Effekt bei geringerer Wasserdampfbildung genutzt werden.
- Die Wasserzufuhr und der hierdurch entstehende Wasserdampf erhöht nicht, wie vielfach angenommen, die im Raum herrschende Temperatur, sondern lediglich das Wärmeempfinden aufgrund der entstehenden Wasserdampfkonzentration.
- Vergleichsbeispiele:
 - Saunaraum 100 °C + Aufguss= 100 °C im Raum, wirkt aber subjektiv anders.
 - Backblech aus dem Ofen mit trockenem oder nassem Tuche tragen.
- Schaffung einer Fensteröffnung von außen?
 - Beim Vorhandensein einer entzündlichen Rauchgasschiicht breiten sich bei entsprechender Temperatur entstehende Flammen immer in Richtung Zugluft aus.
 - Wird eine Öffnung durch den Angriffstrupp zum Treppenraum geschaffen, werden sich mögliche Flammen in Richtung des Treppenraumes bilden.
 - Der Angriffstrupp ist auf die ggf. herausschlagenden Flammen vorbereitet, indem er Wasser am Strahlrohr hat.
 - Ein weiterer Vorteil der Position des Angriffstrupps im Treppenraum ist die Möglichkeit die geöffnete Tür wieder schließen zu können und somit einen Zeitgewinn und einen gesicherten Bereich aufrecht zu erhalten.
 - All das geht bei der Schaffung einer Fensteröffnung von außen nicht.
 - Einmal zerstörte Fenster sind irreparabel.
 - Wurde durch die Einsatzkräfte ggf. fälschlicherweise ein Fenster zerstört, was beispielsweise nicht unmittelbar zum Brandraum gehört, funktioniert der Fensterimpuls nicht in der gewünschten Art und Weise.
 - Der Brand bekommt jedoch mehr Umgebungsluft als vorher.
 - Ggf. bilden sich andere Strömungspfade.
 - Um ein Fenster zu zerstören muss sich jemand dem Fenster zum Brandraum erheblich nähern.
 - Nach der Zerstörung muss in diesem Moment mit einer Flammenentwicklung nach außen gerechnet werden, gegen die sich der vorgehende Trupp entsprechend schützen muss.

➤ **Winddruckflamme, Winddruckstichflamme**

- Wind kann einen Brand deutlich verstärken und zu Winddruckflammen oder -stichflammen führen.
- Durch Wind können windinduzierte Strömungspfade entstehen.
- Unter Windeinfluss können die Brandraumtemperatur und die Wärmefreisetzungsrate erheblich steigen.
- Durch die Verwirbelung herrschen im Raum überall die gleichen Temperaturen.
- Ein Aufenthalt am Boden ist nicht mehr möglich.
- Eine Winddruckstichflamme entsteht dann,
 - ✓ wenn auf einer Gebäudeseite Winddruck herrscht,
 - ✓ der Raum eine Öffnung ins Gebäudeinnere hat und
 - ✓ plötzlich eine in Windrichtung liegende Öffnung, z.B. durch das Zerplatzen eines Fensters, geschaffen wird.
- Im Raum angesammelte Brandgase werden verwirbelt, mit Sauerstoff durchmischt und zur Tür herausgedrückt.
- Hierbei kann eine sehr heiße, unter Druck austretende Stichflamme entstehen.
- Bei weiter anstehendem Wind bildet sich dann eine „stehende“ Winddruckflamme, ähnlich wie bei einem Bunsenbrenner aus.

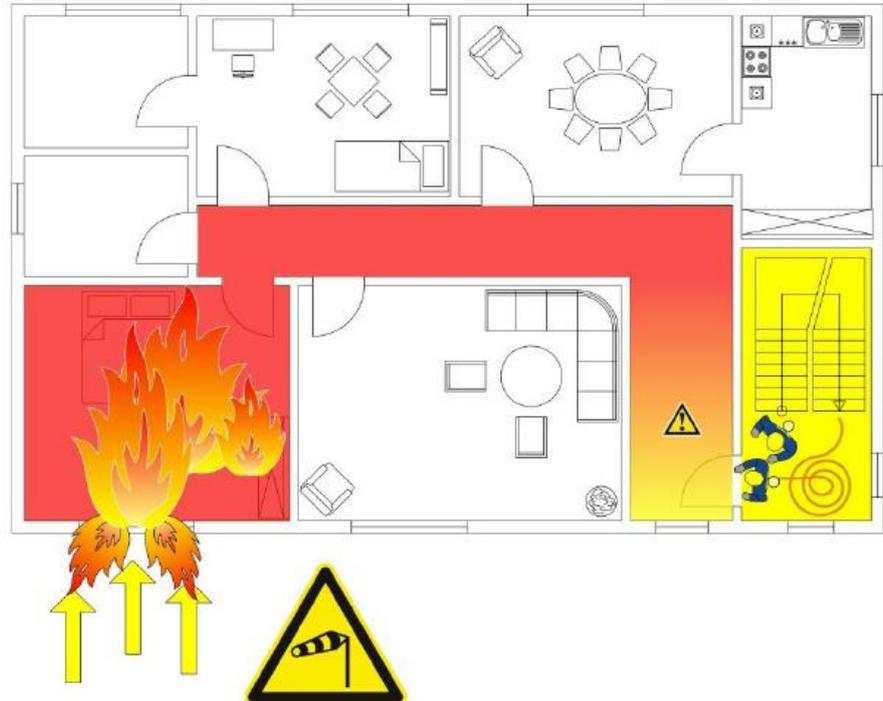


Abbildung 27 - Gefährdung durch Winddruckflammen & -stichflammen, Jürgen Buil



Abbildung 28 - Winddruckstichflammen, W. Westerholz, ecomed-storck GmbH

- Alle diese Punkte können selbstverständlich auch bei einem durch den Brand zerstörten Fenster eintreten.
- Dann gibt es keine anderen Alternativen oder Gegenmaßnahmen.
- Bei einer Zerstörung durch die Einsatzkräfte von außen aber sehr wohl.
- Die AG Realbrandausbildung der AGBF NRW befürwortet daher die Schaffung von Öffnungen (Erstöffnungen oder Schaffung zusätzlicher Öffnung) ausschließlich von innen durch den vorgehenden Trupp.
- Natürlich ist dies nicht immer möglich, wenn im Inneren erhebliche Temperaturen herrschen.
- Weiterhin gibt es erheblich mehr Kombinationsmöglichkeiten im Zusammenhang mit der taktischen Ventilation als Erstmaßnahme während des Vorgehens des Angriffstrupps.

Ein Video mit den Darstellungen der Vorgehensweise und deren Konsequenzen ist mit dem nachfolgenden QR-Code oder unter <https://feuerwehr-kleve.de/video-fensterimpuls> abrufbar.



7. Taktische Ventilation

- Statistiken belegen, dass die meisten „Brandtoten“ an Rauchgasvergiftungen sterben.
- Aus diesem Grund ist der Abführung von Rauch ein besonders großer Stellenwert beizumessen.
- Die Ventilationsmöglichkeiten beschränken sich auf
 - aktive Ventilation und
 - eine aktive Antiventilation.
- Maßnahmen der aktiven Ventilation sind z.B.
 - natürliche Lüftung (Querlüftung)
 - maschinelle Belüftung
 - maschinelle Entrauchung.
- Aktive Antiventilation ist die Kontrolle und
 - Beeinflussung von Strömungspfaden
 - Schaffung weiterer oder neuer Zu- und Abluftmöglichkeiten.
 - eine aktive Türkontrolle und der Rauchvorhang.
- Der Rauchvorhang sollte frühzeitig gesetzt werden, um eine Schadensausbreitung zu verhindern.
- Stellt sich im weiteren Einsatzverlauf heraus, dass der Vorhang stört oder gar den Einsatz behindert, kann er leicht hochgebunden oder zurückgebaut werden.
- Dies ist besonders dann sinnvoll, wenn durch den Rauchvorhang die Strömungspfade zu stark eingeschränkt werden.
- Die kontrollierte Schaffung und / oder Erweiterung von Abluftöffnungen ist die zweite wichtige Komponente für eine gesteuerte Ventilation der Einsatzstelle.
- Eine zerstörungsfreie Abluftöffnung ist zu bevorzugen, da die Einflussmöglichkeit auf diese Öffnung jederzeit gegeben ist.
- Abluftöffnungen außerhalb des Brandraumes oder zu geringe Abluftöffnungen
 - Führen zu zusätzlichen (ungewollten) Rauchströmungen und machen Rettungsbelüftung ineffektiv.
 - Potenzial, dass sich das Feuer mit dieser ungewollten Rauchströmung ausbreitet.
 - Druck außerhalb des Brandraumes sinkt aufgrund der außerhalb des Brandraumes geschaffenen Abluftöffnung.
 - Mehr Rauchströmung (und Wärme) aus dem Brandraum strömt in andere Bereiche.
 - Feuer wird aus dem Brandraum in Richtung Raum mit Abluftöffnung „gezogen“ bzw. aufgrund der Druckdifferenz angesaugt.
 - Im Brandraum: erhebliche Zunahme der Temperatur wegen Sauerstoffzufuhr!
- Welche Art der Ventilation der Antiventilation sinnvoll ist, beruht auf den möglichen Gefahren durch die Brandphänomene, die sich in den jeweiligen konkreten Einsatzsituationen abzeichnen.

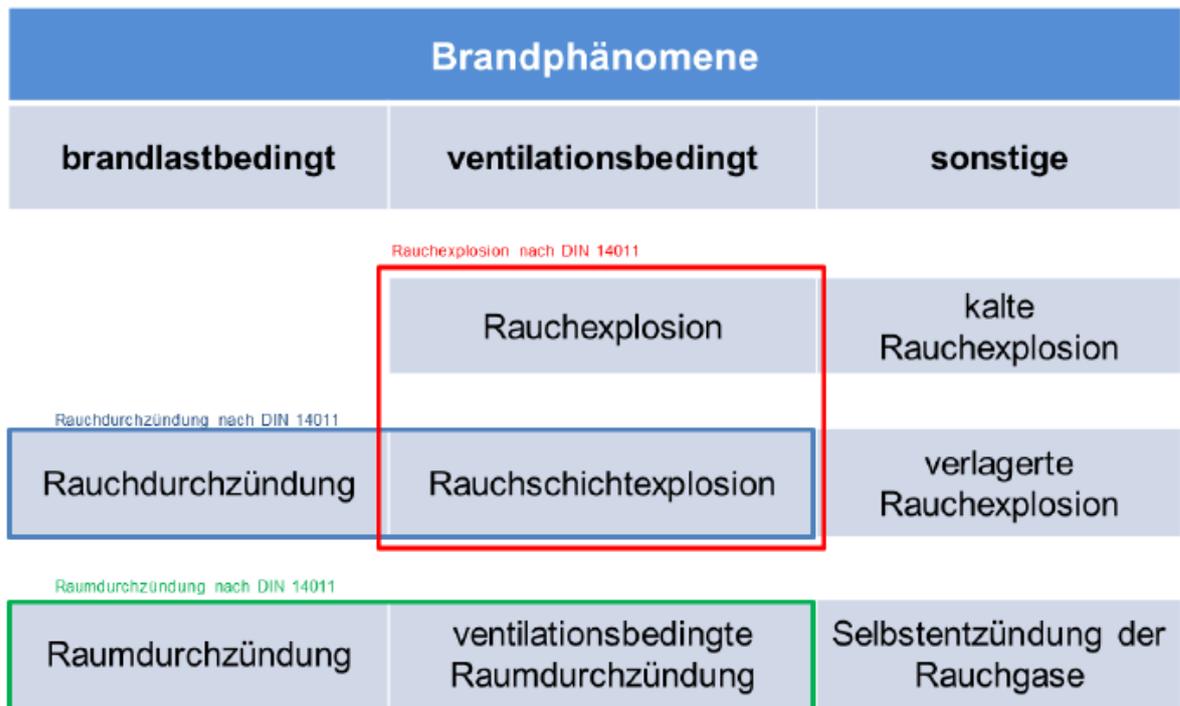


Abbildung 29 - Übersicht der Brandphänomene im Vergleich zur DIN 14011, Quelle: Daniel Panne

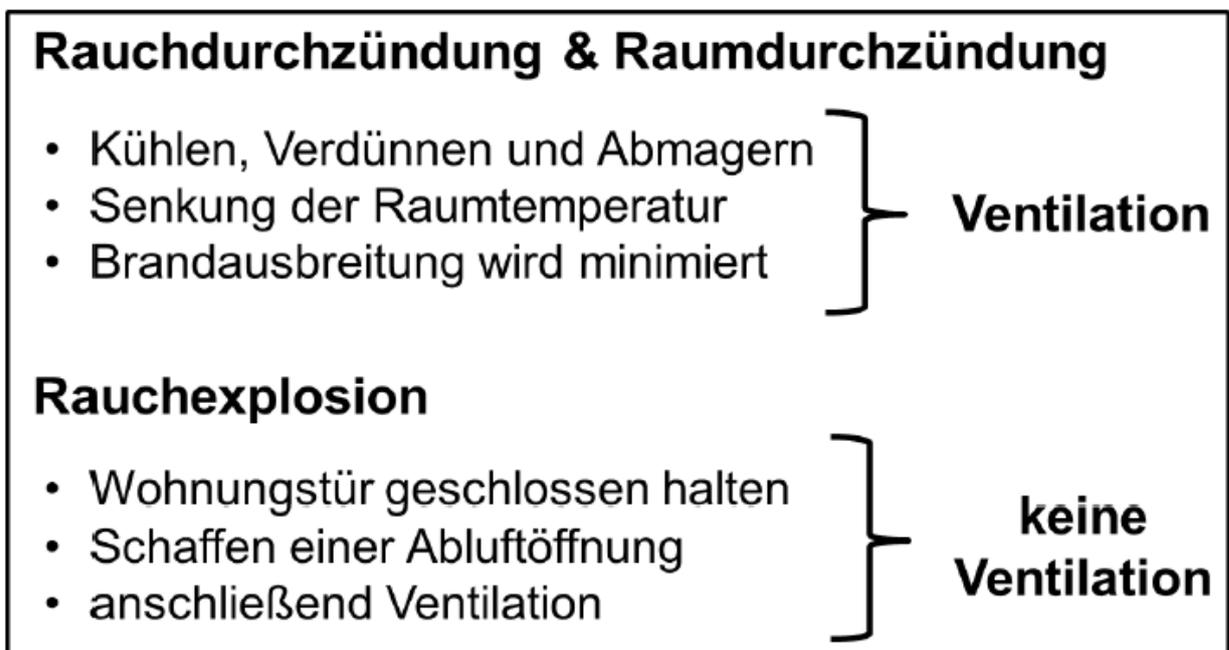


Abbildung 30 - Risikoabschätzung für eine taktische Ventilation, Guido Volkmar

- Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass es zur Verhinderung von Rauchgasvergiftungen sinnvoll ist, den aus Atemgiften bestehenden Brandrauch so schnell wie möglich zu entfernen.
- **Taktische Ventilation als Erstmaßnahme**
 - Wenn aufgrund einer umfänglichen Erkundung
 - ✓ Brandphänomene ausgeschlossen werden können,
 - ✓ die Strömungspfade sichergestellt, nachvollzogen und kontrolliert wurden und
 - ✓ durch geeignete Ventilationsmöglichkeiten (natürliche und/oder mechanische Lüftung)eine effektive und nutzbringende Strömung innerhalb der Nutzungseinheit erzielt werden kann,
 - sollte schnellstmöglich mit der taktischen Ventilation als Erstmaßnahme begonnen werden.
 - Mit der Abführung des Brandrauches werden
 - ✓ Atemgifte und
 - ✓ die im Brandraum gespeicherte Wärme ins Freie geleitet.
 - Die Sichtweite erhöht sich innerhalb der Nutzungseinheit durch das Verschieben der Rauchgrenze in Richtung des Brandraumes.
 - Die Eindringzeit wird dadurch erheblich reduziert.
 - Durch eine aktive Ventilation wird dem Brandherd Luftsauerstoff zugeführt.
 - Der Brand wird größer und die Verbrennung vollständiger.
 - Die Brandraumtemperatur erhöht sich.
 - Durch einen zeitlich begrenzten Fensterimpuls bei einer vorhandenen Ventilationsöffnung werden die Temperaturen im Brandraum soweit abgekühlt, dass eine erneute Temperaturerhöhung durch die parallel zum Ersteinsatz im Innenangriff laufende taktische Ventilation nahezu auszuschließen ist.

8. Prioritäten der Suche nach Personen

- Vorgehende Trupps gehen schnellstmöglich zum Brandherd vor und löschen möglichst mit direkter Brandbekämpfung den Brand.
- Alle Türen zu angetroffenen Räumen, die geschlossen sind bleiben geschlossen.
- Räume mit offenen Türen ohne Brandereignis werden nicht durchsucht.
- Werden auf dem Weg zum Brandherd
 - im Treppenraum
 - im Flur oder
 - im Brandraumselbst Personen gefunden, wird unmittelbar die Menschenrettung eingeleitet.
- Wärme, Rauch und entstehender Wasserdampf werden durch Schaffung oder sinnvolle Erweiterung von Abluftöffnungen nach außen geführt.
- Optimaler Weise mit Unterstützung von taktischer Ventilation durch mechanische Lüfter.

- Sind weitere Personen vermisst, werden die Räume der Nutzungseinheit erst jetzt nach folgender Prioritätensituation abgesucht:
 - 1) im Brandraum
 - 2) in Räumen mit geöffneter Tür
 - 3) in Räumen mit zuvor geschlossener Tür
- Der wichtigste Grundsatz bei der Brandbekämpfung zur Menschenrettung liegt in der Absicherung einzelner Räume durch geschlossene Türen.
- Einfachste Zimmertüren halten effektiv
 - Temperaturen
 - Atemgifte und
 - Pyrolysegaseüber einen Brandeinsatz hinweg aus dem Raum fern.
- Diese Sicherheit geht verloren, wenn die Tür während eines weiter bestehenden Brandes geöffnet wird.
- Direkt bei der Türöffnung strömen Atemgift- und Pyrolysegas mit hohen Temperaturen in den bisher geschützten Raum und erhöhen das Verletzungsmuster der vermissten Person erheblich.
- Hieraus ergibt sich der Ansatz zuerst die Konzentrationen von Wärme, Atemgifte und Pyrolysegase durch die Brandbekämpfung in Kombination mit der Schaffung oder Erweiterung von Abluftöffnungen zu senken.
- Je geringer die Konzentrationen sind, je geringer ist die Erhöhung der Verletzungsmuster bei einer Türöffnung.
- Unter Umständen kann bei parallellaufender taktischer Ventilation das Gefährdungspotential und somit auch das Verletzungsmuster der zu rettenden Personen durch die Türöffnung gleich gehalten werden.
- Das ist das anzustrebende Ziel.
- Geschlossene Türen erhöhen signifikant die Überlebenschance:
 - Tür zwischen Feuer und Aufenthaltsort der Patienten geschlossen halten.
 - Eventuell Überleben während der ganzen Einsatzzeit möglich.
 - Bei geöffneter Tür ist ein Überleben unmöglich.
 - Wenn die Tür durch Einsatzkräfte geöffnet wird, fällt die Barriere zwischen Überleben und Tod.
 - Daher prüfen, ob vor dem Öffnen ein Löschangriff sinnvoll ist.
 - Die Tür nach Betreten (ohne Schlauchleitung) wieder schließen.

9. Kommunikation

- Bei der Kombination eines Außen- mit einem Innenangriff muss eindeutig und klar zuvor kommuniziert sein, dass der Außenangriff beim Betreten des Angriffstrupps in die Nutzungseinheit zu beenden ist.
- Alternativ kann der vorgehende Trupp die Nutzungseinheit erst betreten, wenn der Außenangriff gestoppt wurde.
- Die Gefährdung vorgehender Kräfte ist sicher auszuschließen.

Eine zeitversetzte Kombination von Außen- und Innenangriff ist sinnvoll; ein gleichzeitiger Außenangriff bei laufendem Innenangriff ist zu verhindern!

10. Arbeitssicherheit von Feuerwehrangehörigen im Einsatz

- Die Themen:
 - Schutzkleidung und
 - Einsatzstellenhygienewerden in gesonderten Unterrichtseinheiten betrachtet.

11. Zusammenfassung

- **Erkundung**
 - allseitige umfängliche Erkundung ist zwingend notwendig!
 - Identifikation des Brandraumes ist wichtig.
 - Strömungspfade erkunden und bewerten.
 - Schwerkraftströmung bei vorhandenen Abluftöffnungen bewerten.
- **Brandbekämpfung**
 - Wasserabgabe in den Brandraum hat immer einen positiven Effekt und erhöht die Sicherheit der vorgehenden Einsatzkräfte und die Überlebenschance von zu rettenden Personen (bei vorhandener Abluftöffnung!)
 - ✓ von außen durch Fensterimpuls (bei vorhandener Öffnung)
 - ✓ von innen durch direkte Brandbekämpfung
 - Die Wärmefreisetzungsrate, die Temperatur und die Bildung giftigen Rauches werden reduziert.
 - Hohe Wärmefreisetzungsraten erfordern hohe Durchflussmengen am Hohlstrahlrohr (> 150 L/min.!)
 - Entstehender Wasserdampf verschlechtert nicht die Verletzungsmuster anwesender Personen.
- **Taktische Ventilation**
 - Lüftereinsatz (Entrauchung) nach dem Feuer „knock down“ (brennstoffkontrolliertes Feuer) funktioniert gut (maximale Abluftöffnung!)
 - Lüftereinsatz (Erstmaßnahme) vor dem „knock down“ (ventilationskontrolliertes Feuer) kann das Feuer größer machen bei gleichzeitiger Verringerung von
 - ✓ Sichtbehinderung
 - ✓ Atemgifte
 - ✓ Wärme
 - ✓ Wasserdampf
 - Abluftöffnung(en) außerhalb des Brandraumes oder zu geringe Abluftöffnungen führen zu zusätzlichen (ungewollten) Rauchströmungen und machen die Rettungsbelüftung ineffektiv.

„knock down“ beschreibt das erfolgreiche Niederschlagen der Flammen unmittelbar am Brandherd, so dass eine weitere Ausbreitung des Brandes effektiv verhindert wird, der Brand selbst jedoch noch nicht unter Kontrolle ist. Grundsätzlich ist es entscheidend, dass Wasser am Brandherd schnellstmöglich bereitsteht, um gezielt eingesetzt werden zu können.

➤ **Menschenrettung**

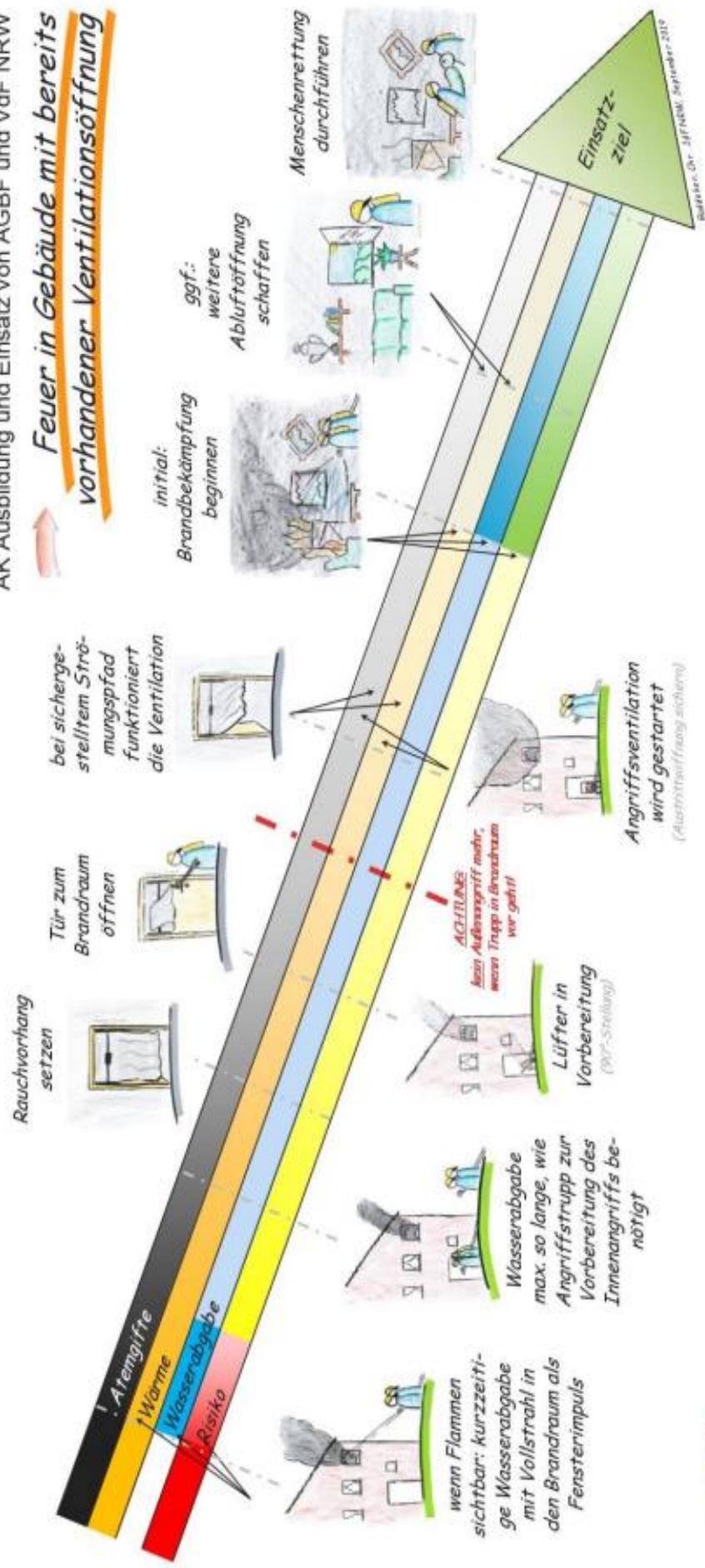
- Geschlossene Türen erhöhen signifikant die Überlebenschance.
- Wenn die Tür durch Einsatzkräfte geöffnet wird, fällt die Barriere zwischen Überleben und Tod
- Hinweis zur Personensuche:
 - 1) Personen im Brandraum
 - 2) Personen in Räumen mit geöffneter Tür
 - 3) Personen in geschlossenen Räumen



Brandbekämpfung zur Menschenrettung

Fachempfehlung der AG Realbrand im AK Ausbildung und Einsatz von AGBF und VdF NRW

Feuer in Gebäude mit bereits vorhandener Ventilationsöffnung





Institut der Feuerwehr
Nordrhein-Westfalen



12. Erläuterungen zur Fachempfehlung „Brandbekämpfung zur Menschenrettung mit bereits vorhandener Ventilationsöffnung“

Treten bei Eintreffen der Einsatzkräfte aus einem bereits zerstörten Fenster deutlich sichtbar Rauch und Flammen aus, so kann eine kurzzeitige Wasserabgabe mit Vollstrahl (!) den Innenangriff vorbereiten.

Während der Angriffstrupp im Innenangriff vorgeht und sein Schlauchmanagement durchführt, wird die Wasserabgabe zwischen 10 bis 30 Sekunden von außen unter die Decke des Brandraums durchgeführt.

Sobald der Angriffstrupp die Tür zur Nutzungseinheit öffnet muss die von außen durchgeführte Wasserabgabe stoppen, da ein gleichzeitiger Außen- und Innenangriff NICHT stattfinden darf.

Um eine Verrauchung des Treppenraums zu verhindern, ist der Rauchvorhang in die Tür zur Nutzungseinheit zu setzen. Parallel sind geeignete Lüftungsmaßnahmen vorzubereiten.

Wenn der Strömungspfad sichergestellt ist, geht der Angriffstrupp unter laufender Lüftungsmaßnahme bei fortschreitender verbesserter Sicht in den Brandraum zur direkten „Brandbekämpfung zur Menschenrettung“ vor.

Werden Personen auf dem Angriffsweg aufgefunden, werden diese unmittelbar gerettet. Alle anderen Personen werden erst nach der erfolgreichen direkten Brandbekämpfung gerettet, da nun sowohl die Neuentstehung von Wärme und Atemgifte ausgeschlossen ist und als auch bestehende Wärme und Rauch durch die Lüftung abtransportiert werden.

Die Menschenrettung erfolgt zuerst im Brandraum, dann in Räumen mit geöffneter Tür und zum Schluss in Räumen mit bisher geschlossener Tür.

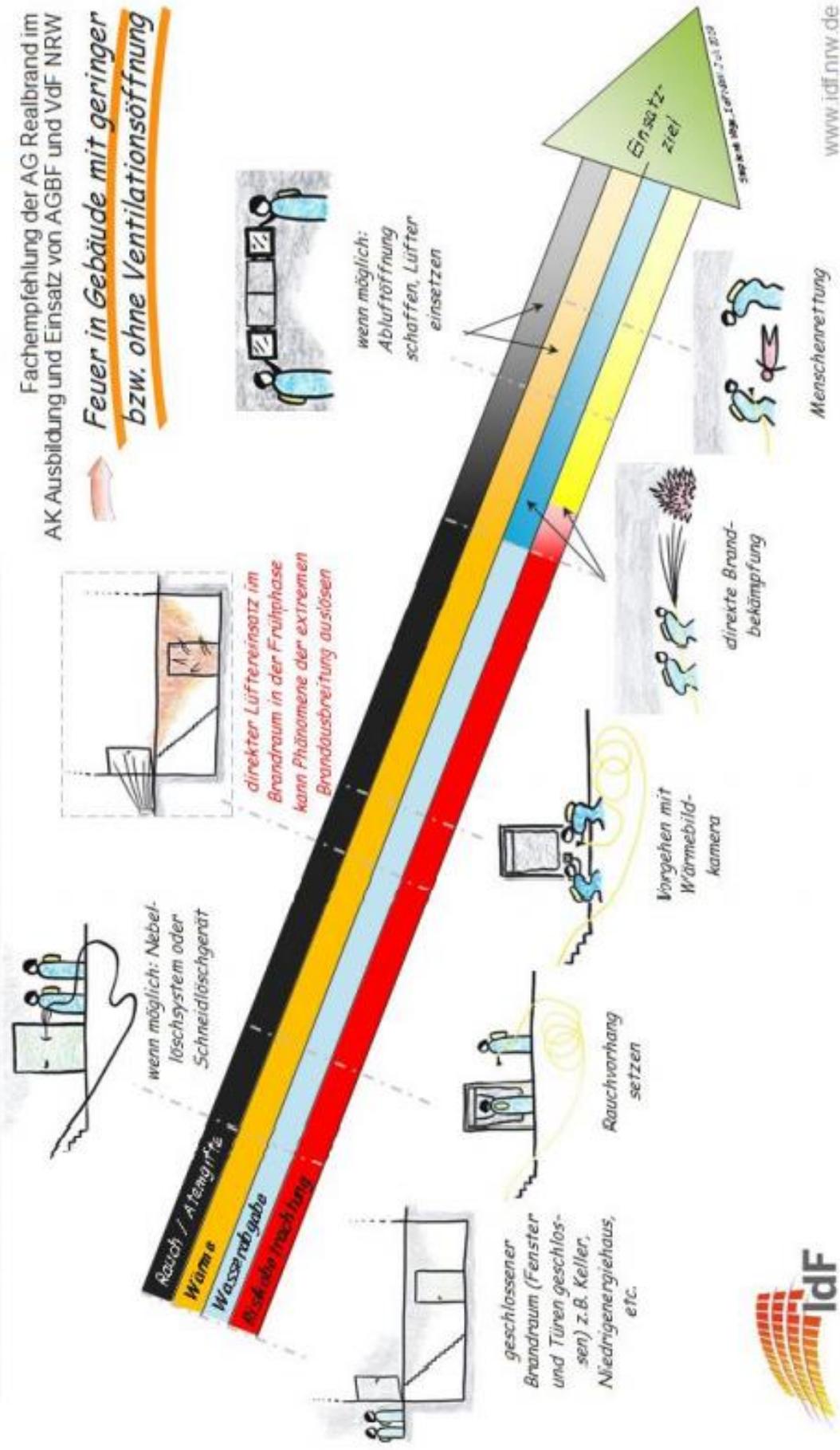




Brandbekämpfung zur Menschenrettung

Fachempfehlung der AG Realbrand im
 AK Ausbildung und Einsatz von AGBF und VdF NRW

**Feuer in Gebäude mit geringer
 bzw. ohne Ventilationsöffnung**





Institut der Feuerwehr
Nordrhein-Westfalen



13. Erläuterungen zur Fachempfehlung „Brandbekämpfung zur Menschenrettung mit geringer oder ohne Ventilationsöffnung“

Bei Eintreffen der Einsatzkräfte sind eventuell von außen erkennbare Brandanzeichen wahrnehmbar, aber keine Flammen nach außen vorhanden.

Wenn die Nutzungseinheit mit dem Brandgeschehen sicher erkundet wurde kann ggf. durch die Tür mit Nebellöschsystemen und / oder Schneidlöschgeräten Wasser in die Nutzungseinheit zur Kühlung der Situation abgegeben werden. Nachweislich hat der entstehende Wasserdampf keine Verschlechterung der Verletzungsmuster zur Folge!

Bevor die Tür geöffnet wird ist der Rauchvorhang zu setzen, um den Treppenraum weiterhin nutzbar zu erhalten. Parallel hierzu werden zur Entrauchung des Treppenraums geeignete Lüftungsmaßnahmen vorbereitet.

Eine direkte Belüftung des Brandraumes in der Frühphase, ohne bzw. bei geringer Abluftöffnung kann zu extremen Brandphänomenen führen!²

Der Angriffstrupp untersucht von der Tür aus mit der WBK die Nutzungseinheit und beginnt wenn, möglich schon von der Tür aus, mit der Brandbekämpfung durch Ausnutzung der Wurfweite. Alternativ betritt der Angriffstrupp mit einer Wärmebildkamera die Nutzungseinheit und sucht schnellstmöglich den Brand. Hier führt er die „Brandbekämpfung zur Menschenrettung“ durch.



Werden (ungeschützte) Personen unmittelbar auf dem Angriffsweg aufgefunden, werden diese unmittelbar gerettet, da immer die Anwesenheit von Kohlenstoffmonoxid CO angenommen werden muss. Alle anderen Personen werden erst nach der erfolgreichen direkten Brandbekämpfung gerettet, da nun sowohl die Neuentstehung von Wärme als auch von Rauch und Atemgiften ausgeschlossen ist.



Abbildung 34 - Darstellung Wärmebild WBK, Thorsten Koryttko

Die Menschenrettung erfolgt zuerst im Brandraum, dann in Räumen mit geöffneter Tür und zum Schluss in Räumen mit bisher geschlossener Tür, da die Tür insbesondere bei geringer oder fehlender Abluftöffnung die letzte Barriere vor Temperatur und Atemgiften darstellt.



² Das Arbeitspapier der Arbeitsgruppe Realbrandausbildung „Phänomene der extremen Brandausbreitung“ ist unter https://www.agbt-nrw.de/agbt/downloadveroff/AG%20Realbrandausbildung/Phaenomene_der_extremen_Brandausbreitung.pdf frei verfügbar.

12. Quellenverzeichnis

- Fachempfehlung für die Brandbekämpfung zur Menschenrettung, Gemeinsames Positionspapier des Verbandes der Feuerwehren in NRW e.V. (VDF NRW), der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren (AGBF NRW) und des Instituts der Feuerwehr in Nordrhein-Westfalen, Stand November 2019;
- Ridder, Fuchs, Südmersen, Volkmar – Brandbekämpfung im Innenangriff, ecomed-Verlag, (2013)
- Grimwood, Paul – Eurofirefighter, Jeremy Mills Publishing Limited, GB, 2008
- Ppt LACo_NIST_UL_Redmond_Workshop
- www.nist.gov/fire
- www.ULfirefightersafety.com
- Steve Kerber, UL – Impact of Ventilation on Fire Behavior in Legacy and Contemporary Residential Construction, 2011
<http://www.ul.com/global/documents/offerings/industries/buildingmaterials/fireservice/ventilation/DHS%202008%20Grant%20Report%20Final.pdf>
- Online-Kurs zur UL-Studie:
<http://content.learnshare.com/courses/73/306714/player.html>
- Fuchs, Martin / Ridder, Adrian / Toresson, Magnus: Realbrandausbildung und Innenangriff im Einsatz, BrandSchutz Deutsche Feuerwehr-Zeitung, W. Kohlhammer Verlag, Stuttgart, Ausgabe 03/2012, 2012
- Cutting Extinguishing Concept –practical and operational use-
- UL Fire Service Summary Report: Study of the Effectiveness of Fire service Positive Pressure Ventilation During Fire Attack in Single Family Homes Incorporating Modern Construction Practices, April 2016
- UL-Studie: Impact of Fire Attack Utilizing Interior and Exterior Streams on Firefighter Safety and Occupant Survival: Full scale experiments 2017
- Cimolino, de Vries, Fuchs, Lagberg, Südmersen SER Brandbekämpfung in besonderen Lagen, ecomed Verlag 2016

13. Abbildungsverzeichnis

- Alle Abbildungen, Zeichnungen und Fotos stammen aus der Fachempfehlung für die Brandbekämpfung zur Menschenrettung, Gemeinsames Positionspapier des Verbandes der Feuerwehren in NRW e.V. (VDF NRW), der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren (AGBF NRW) und des Instituts der Feuerwehr in Nordrhein-Westfalen, Stand November 2019;