

Das Wichtige tun.

Arbeitskreis Ausbildung und Einsatz
Fachausschuss Ausbildung und Einsatz
Arbeitsgruppe Realbrandausbildung

Fachempfehlung für die Brandbekämpfung zur Men- schenrettung

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 Nordrhein-Westfalen





Abbildung 1 - Situation bei Eintreffen: Feuer und Rauch schlagen aus der Nutzungseinheit, Quelle Wilde, ecomed-Storck GmbH

Autoren dieser Fachempfehlung

Name	Institution / Funktion
Guido Volkmar	AG Realbrandausbildung Feuerwehr Düsseldorf
Stephanie Vöge	AG Realbrandausbildung Institut der Feuerwehr NRW
Martin Fuchs	AG Realbrandausbildung Feuerwehr Wuppertal
Daniel Panne	AG Realbrandausbildung Feuerwehr Lüdenscheid
Stephan Burkhardt	AG Realbrandausbildung Unfallkasse Nordrhein-Westfalen
Thorsten Koryttko	AG Realbrandausbildung Feuerwehr Gladbeck
Marcus Riese	AG Realbrandausbildung Feuerwehr Hagen
Christian Büddeker	Institut der Feuerwehr NRW
Jürgen Buil	Feuerwehr Kleve

Inhalt

1. Brandbekämpfung zur Menschenrettung	5
1.1. Erläuterungen zum Brandverlauf.....	6
2. Innenangriff	9
2.1. Direkte Brandbekämpfung	9
2.2. Indirekte Brandbekämpfung.....	10
2.3. Außenbrandbekämpfung.....	10
3. Erscheinungsbild beim Eintreffen	11
4. Fensterimpuls (indirekte Brandbekämpfung als Außenangriff)	12
5. Definition der Gefährdungsbereiche im Innenangriff	17
6. Taktische Ventilation	30
6.1. Taktische Ventilation als Erstmaßnahme	32
7. Prioritäten der Suche nach Personen	33
8. Kommunikation	37
9. Arbeitssicherheit von Feuerwehrangehörigen im Einsatz	38
9.1. Schutzkleidung	38
10. Einsatzstellenhygiene	41
11. Zusammenfassung	42
11.1. Erkundung.....	42
11.2. Brandbekämpfung	42
11.3. Taktische Ventilation.....	43
11.4. Menschenrettung	43
12. Erläuterungen zur Fachempfehlung „Brandbekämpfung zur Menschenrettung mit bereits vorhandener Ventilationsöffnung“	44
13. Erläuterungen zur Fachempfehlung „Brandbekämpfung zur Menschenrettung mit geringer oder ohne Ventilationsöffnung“	46
14. Abbildungsverzeichnis	48
15. Quellenverzeichnis:	51

1. Brandbekämpfung zur Menschenrettung

Die bisherige Vorgehensweise beim Innenangriff gemäß Feuerwehrdienstvorschrift 3, Einheiten im Lösch- und Hilfeleistungseinsatz, Punkt 5.2.1 Aufgaben der Mannschaft beim Einsatz einer Gruppe, einer Staffel oder eines Selbstständigen Trupps besagt, dass die oberste Aufgabe eines jeden Trupps die Rettung von Menschen ist.

Hierauf basierend gehen die eingesetzten Trupps entweder zur Menschenrettung oder zur Brandbekämpfung vor.

Vielfältig durchgeführte Versuche und Studienergebnisse mit nachvollziehbaren Messergebnissen der letzten 5 Jahre führen hingegen zu dem Schluss, dass eine scharfe Abtrennung beider Einsatzaufträge voneinander in der heutigen Zeit nicht mehr sinnvoll ist, sondern der zu erreichende Synergieeffekt in der sinnvollen Kombination beider Einsatzaufträge liegt.

In der nachfolgenden Ausführung sollen die Hintergründe dieser These zur Einführung des zukünftigen Einsatzauftrages „Brandbekämpfung zur Menschenrettung“ detailliert beschrieben werden.

Die vorliegende Fachempfehlung kann über die Homepage des Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen unter <https://www.idf.nrw.de/> kostenfrei abgerufen werden.

Alternativ kann sie kostenfrei beim Verband der Feuerwehren Nordrhein-Westfalens e.V. unter www.vdf.nrw abgerufen werden.

Bei allen Darstellungen und Beschreibungen wird von der AG Realbrand NRW vorausgesetzt, dass die Schutzkleidung und der angelegte Atemschutz aller am Einsatz Beteiligten der situativen Gegebenheit vor Ort angepasst werden!

Eine Abweichung von den Darstellungen in der vorliegenden Fachempfehlung ist durch den Einheitsführer bzw. Einsatzleiter an Hand einer Risikoanalyse zu bewerten!

1.1. Erläuterungen zum Brandverlauf

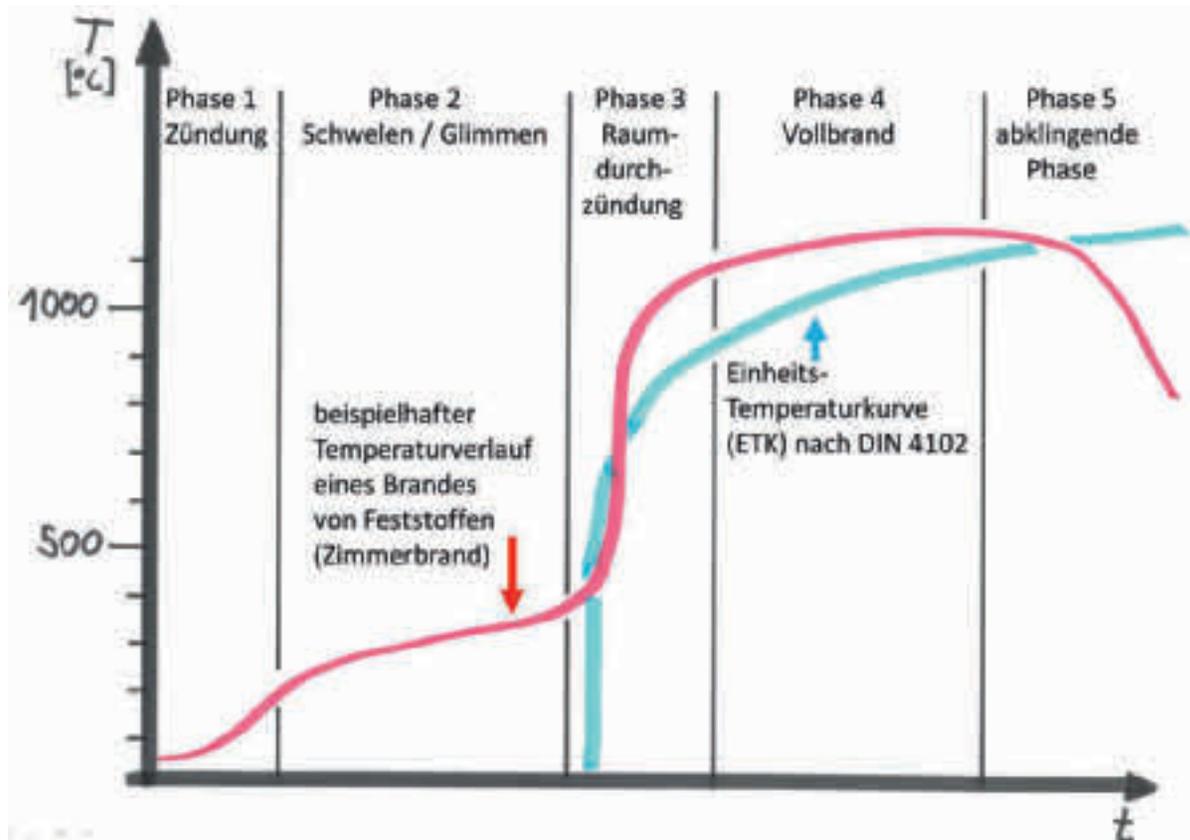


Abbildung 2 - Klassische Brandverlaufskurve mit integrierter Einheitstemperaturkurve (ETK), Quelle: Guido Volkmar

Der Brandverlauf inkl. der Brandverlaufskurve mit integrierter Einheitstemperaturkurve ist jedem Feuerwehrangehörigen ein Begriff. Er stellt unsere Arbeitsgrundlage dar und ermöglicht mit seinen 5 Phasen eine optimale zeitliche Einteilung des Ablaufes der zu erwartenden Temperaturerhöhungen.

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

Der erhebliche Anteil von Kunststoffen in unserer modernen Inneneinrichtung erhöht insbesondere das Rauchgasvolumen, die Brandausbreitungsgeschwindigkeit und Wärmefreisetzungsrates mehr als nur linear. Aus der Brandverlaufskurve lässt sich die kürzere Branddauer bei steigender Verbrennungstemperatur aufgrund der (meist) fehlenden Skalierung nicht so einfach entnehmen.

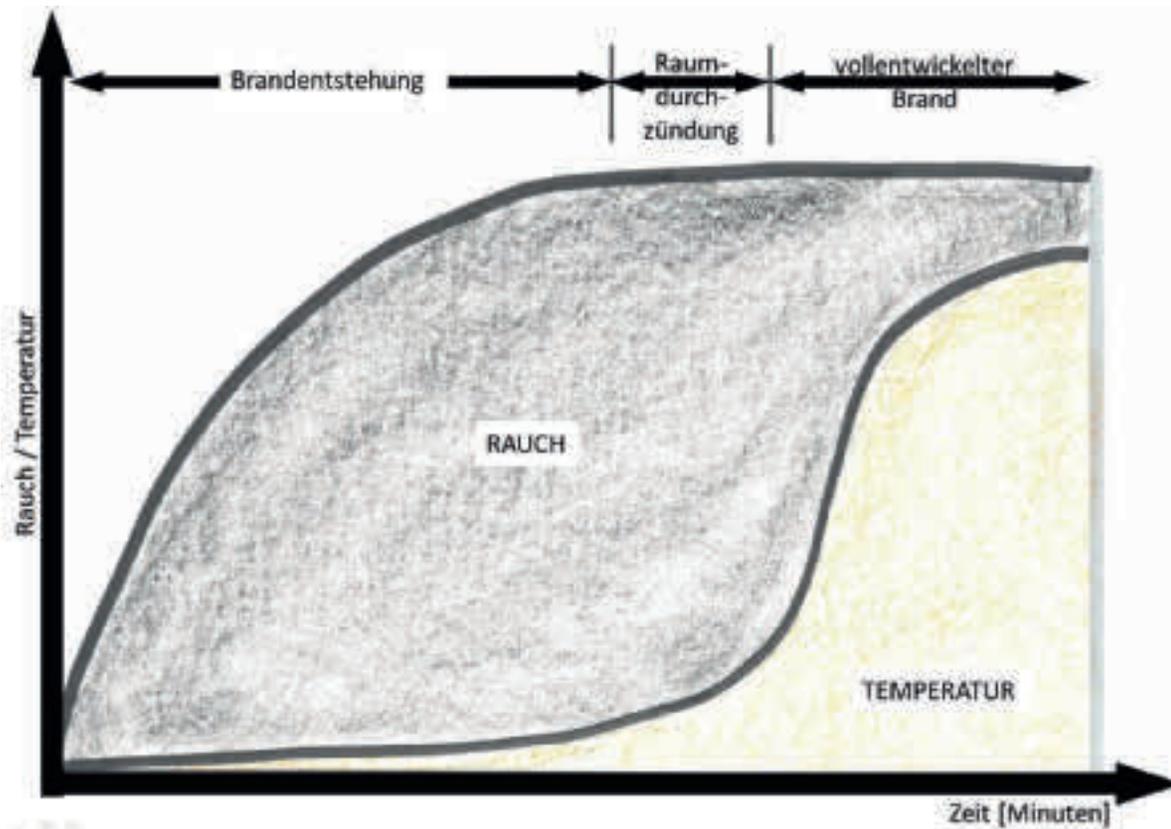


Abbildung 3 – Rauch- und Temperaturentwicklung ohne Entrauchung, Quelle: Guido Volkmar, eigene Darstellung entsprechend den Forschungsergebnissen Prof. Obuchow, Universität Moskau

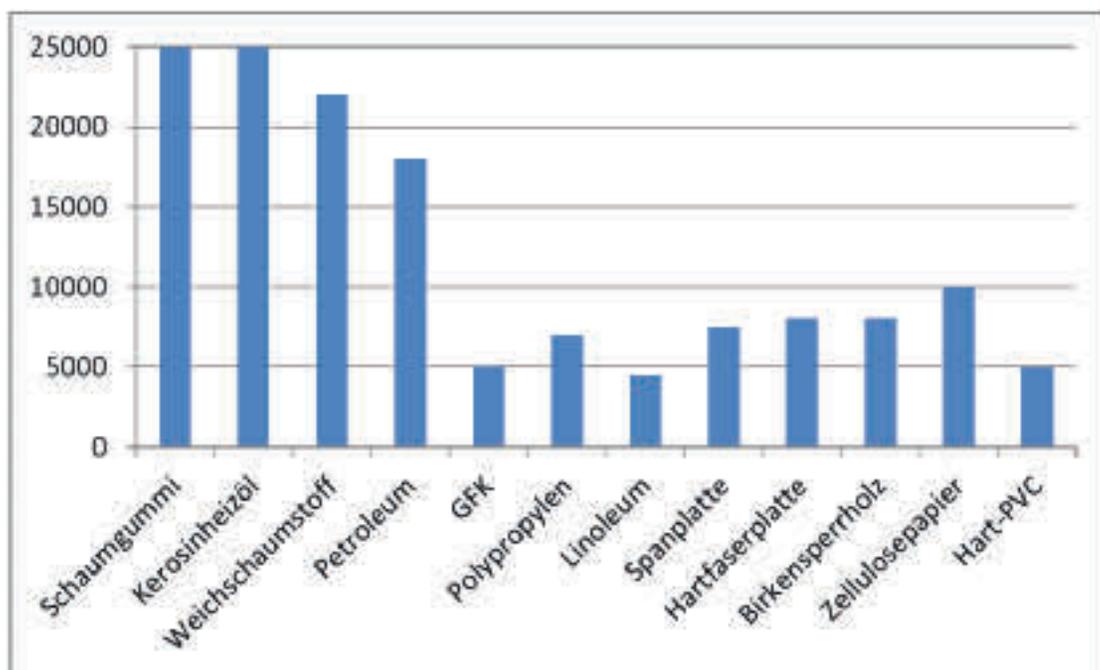


Abbildung 4 – Rauch- und Brandgasmengenmenge in m³/h von jeweils 10 kg, Quelle: Guido Volkmar, eigene Darstellung nach Forschungsergebnissen von Prof. Rasbash, Universität Edinburgh

Gleichzeitig werden die Wärmeableitungen innerhalb unserer Gebäude immer geringer. Nullenergiehäuser, die aktuell projiziert werden, sollen zukünftig mit der abgegebenen Wärme der darin lebenden Menschen heizen. Energetisch im Normalfall sinnvoll, im Brandfall eines unserer großen Probleme: Die Wärme geht nicht mehr raus!

Geringe Wärmeleitfähigkeiten im Mauerwerk, dichte Bauweise mit dichten mehrfachverglasten Fenster mit Sonderfunktionen (Schallschutz, Wärmeschutz etc.) stellen uns bzgl. der gezielten Wärmeableitung vor neue Herausforderungen, die es anzunehmen gilt.

Neben der, durch „feste“ Kohlenwasserstoffe (Kunststoffe) gespeicherten und im Brandfall freigesetzten Energie, trifft die beschriebene Situation gleichzeitig wegen der Dichtigkeit der Gebäude, auf geringe Luftmengen. Die Folge ist unweigerlich eine höhere Konzentration von Kohlenstoffmonoxid, welches bei der unvollständigen Verbrennung entsteht und als brennbarer Bestandteil der Pyrolysegase erheblich zur Verschärfung der Gesamtsituation von Atemgiften, Pyrolysegasen und Brandtemperatur führt.

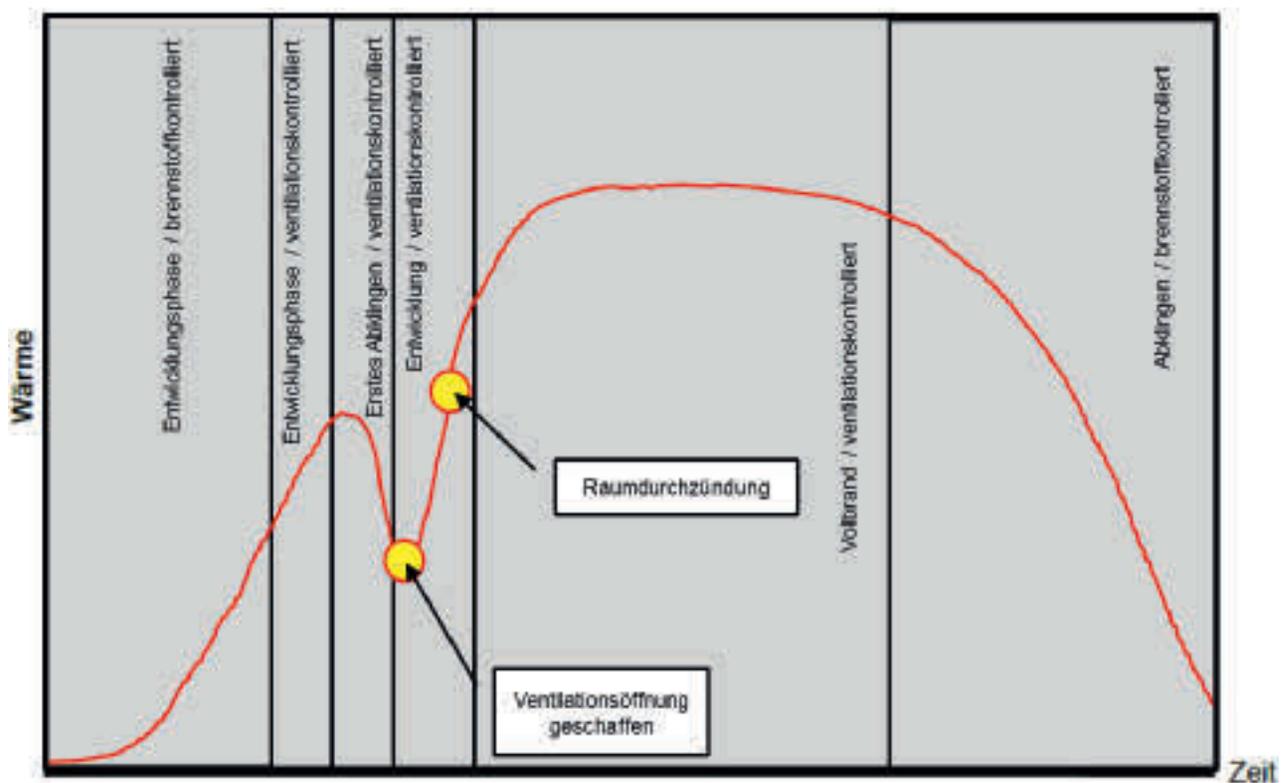


Abbildung 5 - Quelle Guido Volkmar, Moderner Brandverlauf nach den Versuchen, die auf Governors Island durchgeführt wurden (eigene Darstellung nach NIST: National Institute of Standards and Technology, UL: Underwriters Laboratories und der New Yorker Feuerwehr)

2. Innenangriff

Bei der Brandbekämpfung im Innenangriff werden in erster Linie die direkte und die indirekte Brandbekämpfung unterschieden. Die unterschiedlichen Löschmethoden sind in Abbildung 5 dargestellt.

2.1. Direkte Brandbekämpfung

Bei der direkten Brandbekämpfung wird das Löschmittel Wasser möglichst direkt auf das Brandgut gegeben, um einen optimalen und schnellen Löscheffekt zu erhalten. Aktuell wird diskutiert, ob das direkte Aufbringen großer Wassermengen in sehr kurzer Zeit auf den Brandherd die Entstehung massiven Wasserdampfes verhindern kann. Der zu erreichende Effekt entspricht dem des Wassereimers beim Ablöschen eines Papierkorbes. Durch die massive („überdimensionierte“) Löschwasserabgabe wird der Wasserdampfentstehung entgegengewirkt. Es wird angestrebt so viel Wasser einmalig auf den Brandherd zu geben, dass das Wasser keine Möglichkeit zum Verdampfen erhält, sondern lediglich erwärmt wird. Durch die vergleichsweise große Wassermenge (im Vergleich zur Rauchschiebkühlung) wird dem System ausreichend Energie entzogen und die Wasserdampfentstehung wird minimiert.

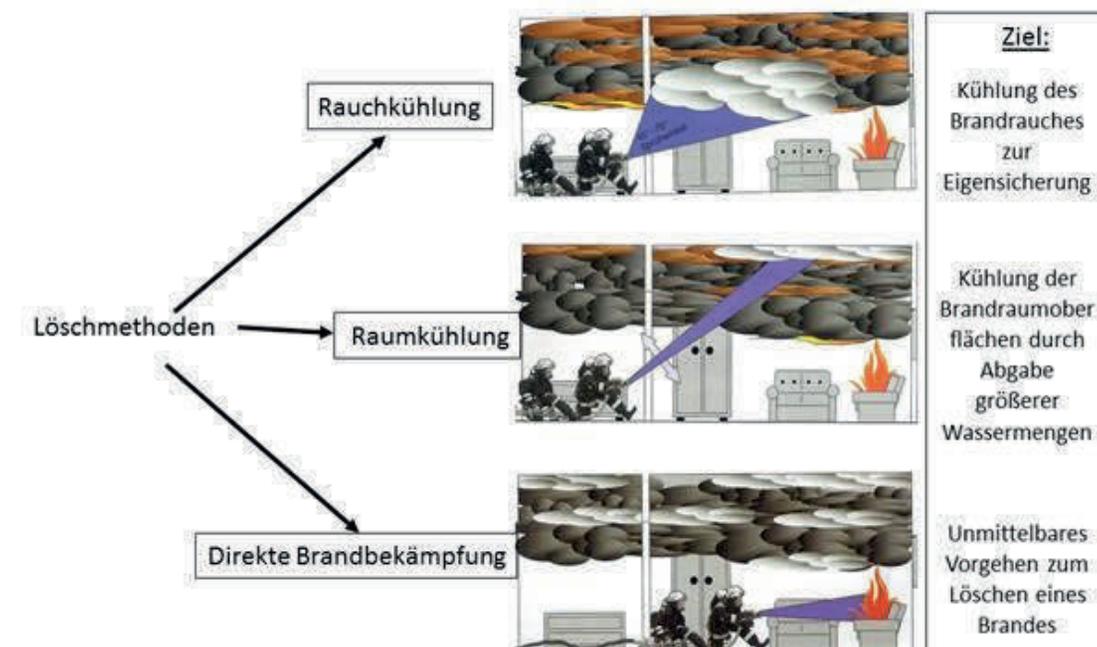


Abbildung 6 - Übersicht der Löschmethoden nach DIN 14011. (Grafik: Fuchs/ Südmersen, ecomed-Storck GmbH)

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 Wasserdampfentstehung
- Steigerung der Sicherheit für die vorgehenden Einsatzkräfte

2.2. Indirekte Brandbekämpfung

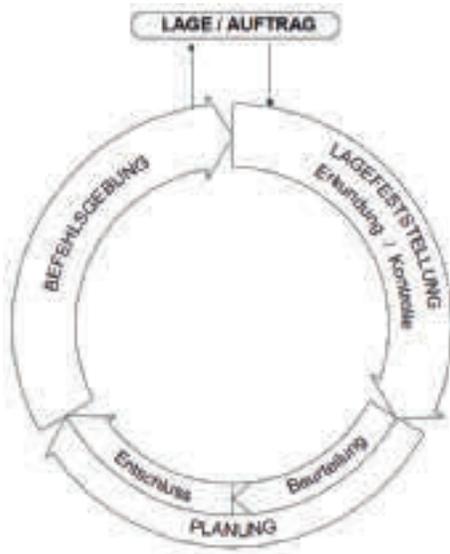
Die indirekte Brandbekämpfung dient eher der Vorbereitung zur nachfolgenden direkten Brandbekämpfung. Bei der indirekten Brandbekämpfung löscht das Löschmittel Wasser weniger das Brandgut direkt, sondern die im Raum befindliche Temperatur wird durch das Verdampfen von Wasser deutlich gesenkt. Da das Brandgut am Brandherd bei dieser Löschtaktik nicht unmittelbar gekühlt werden kann, wird kontinuierlich Verbrennungswärme nachgeliefert, so dass eine direkte Brandbekämpfung folgen muss.

2.3. Außenbrandbekämpfung

Die Außenbrandbekämpfung beschreibt Löschmaßnahmen auf einen innenliegenden Brandherd durch von außen geführte Strahlrohre oder Werfer. In erster Linie ist direkte Löschmittelaufbringung schwierig, da meist Einbauten oder andere Hindernisse eine geradlinige Verbindung zwischen Strahlrohr und Brandherd behindern. Ebenfalls sind die Winkel des Löschmittelstrahls für die direkte Löschmittelaufbringung hinderlich. Dennoch kann von außen eingebrachtes Löschmittel durch die hierdurch erfolgte indirekte Brandbekämpfung und die gleichzeitig erfolgte Temperatursenkung im Raum sehr sinnvoll sein.

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

3. Erscheinungsbild beim Eintreffen



Das Erscheinungsbild beim Eintreffen liefert erste wichtige Erkundungsergebnisse. Unabhängig von der zwingenden Notwendigkeit einer möglichst umfassenden allseitigen Erkundung inkl. Bewertung der Situation im Gebäude und Abwägung aller potenziellen Gefahren entsprechend des Führungsvorganges nach FwDV 100, soll bei der nachfolgenden Erläuterung der Schwerpunkt auf die Erscheinungsform des Rauches und seiner Austrittsöffnungen gelegt werden.



Abbildung 7 - Rolf Südmersen, Bad Oeynhausen, Innenangriff, ecomed-Storck GmbH

Unterschiedliche Erscheinungsbilder beim Eintreffen der Einsatzkräfte sind vorstellbar:

- Fenster intakt
- Fenster defekt
- Rauch aus den Ritzen (vgl. Abbildung 7)
- Flammen aus dem zerstörten Fenster
- Flammen im zerstörten Fenster jedoch vollflächig
- Flammen im zerstörten Fenster jedoch nach innen gerichtet

Während sich bei intakten Fenstern die Ersteinschätzung aufgrund fehlender Eindrücke verzögert, kann schon bei leicht geöffnetem Fenster 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 Rauch**farbe** sind nur durch intensive Schulung bzw. Ausbildung und Erfahrung zu erlangen; im Gegensatz hierzu ergeben die Beurteilung von Dichte, Volumen, Ausdehnung, Energie und Geschwindigkeit des Rauches 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 1000° C unter der Zimmerdecke!

Durch die weitere Betrachtung des Fensterquerschnittes kann beurteilt werden, ob es sich bei diesem Fenster um eine reine Abluftöffnung oder eine kombinierte Abluft- und Zuluftöffnung für den Brand handelt. Dies ist erkennbar an der im Fenster entstehenden Schwerkraftströmung. Diese ersten Erkenntnisse führen uns zu den weiteren einsatztaktischen Maßnahmen: dem Fensterimpuls.

4. 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, da er aufgrund des offenen Fensters ungehindert abziehen kann.

Um die Temperaturabsenkung zu erreichen sind zwei wichtige Bedingungen (Fenster und Wasser) zu berücksichtigen.

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.

Dennoch wird aktuell von der AG Realbrandausbildung an der Begrifflichkeit **Fensterimpuls** einstweilig festgehalten.

Beim Fenster gilt es zu betrachten, ob und wie Flammen und Rauch aus dem Fenster schlagen (Abb. 8 & 9). Ist der komplette Fensterquerschnitt mit Flammen ausgefüllt, so dient dieses Fenster als reine Abluftöffnung und der Brand bekommt von einer anderen Stelle den für die Verbrennung notwendigen Luftsauerstoff. Ein Strömungspfad ist existent. Ggf. drückt der natürliche Wind auf einer 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 im Gegensatz hierzu die Flammen nur im oberen Fensterbereich und im unteren Bereich wird sichtbar Luft in den Brandraum gezogen, so hat sich ein thermodynamisches Gleichgewicht ausgebildet und 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 Rauchschiicht 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 von 1000° C.

ACHTUNG: Bei Zufuhr von Luftsauerstoff kann es zu einer schnellen / stark beschleunigten Brandausbreitung und Anstieg der Temperatur kommen.

Bei der Wasserabgabe von außen im Rahmen des Fensterimpulses 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.

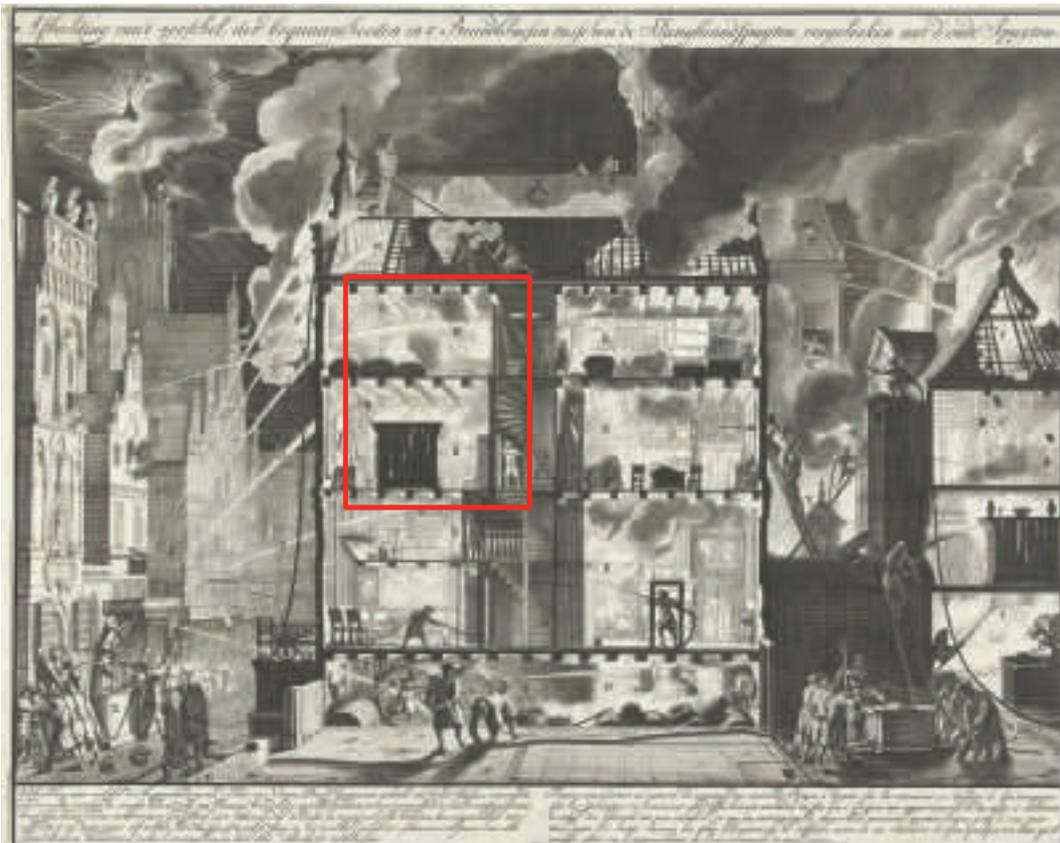


Abbildung 13 - Darstellung des „Fensterimpuls“ um 1700, Jan van der Heyden (1690 – 1735)
<https://www.rijksmuseum.nl/en/search?q=jan%20van%20der%20heyden&v=&s=&ii=2&p=3>



Abbildung 14 - Darstellung des Sprinkler-Effektes an der Decke des Brandraums, Jürgen Buil

5. 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, nicht für mögliche Opfer. Auch im Grünen, als SICHER definierten Bereich, besteht eine Grundgefährdung. Die Übergänge zwischen den Gefahrenbereichen sind fließend und können sich jederzeit, auch durch äußere Einflüsse, verschieben. Im Roten, als GEFÄHRLICH definierten Bereich ist eine untere Gefahrgrenze 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

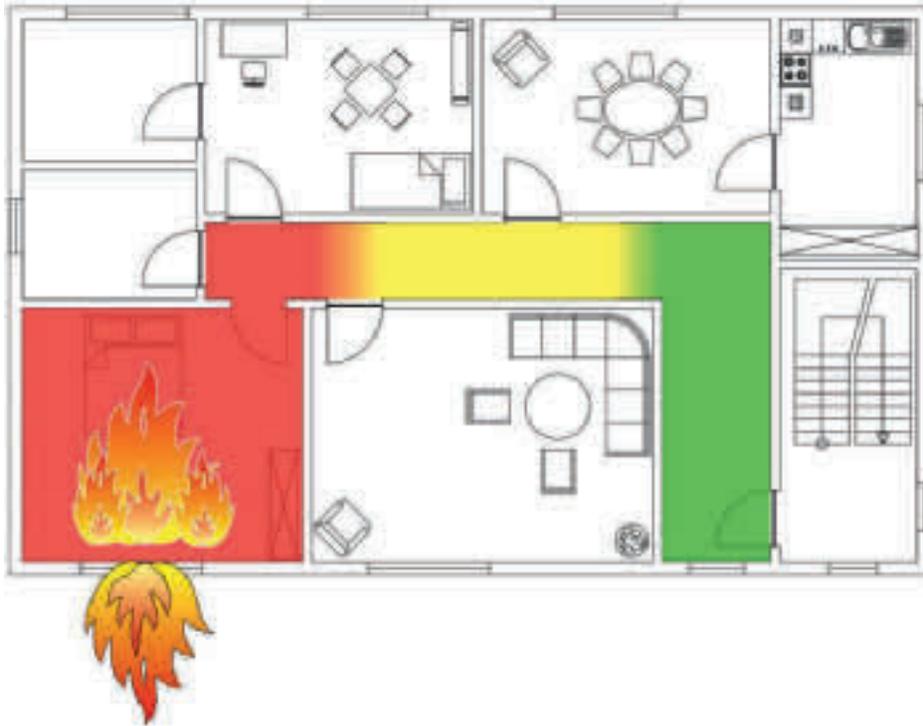


Abbildung 15 - Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung, Jürgen Buil



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

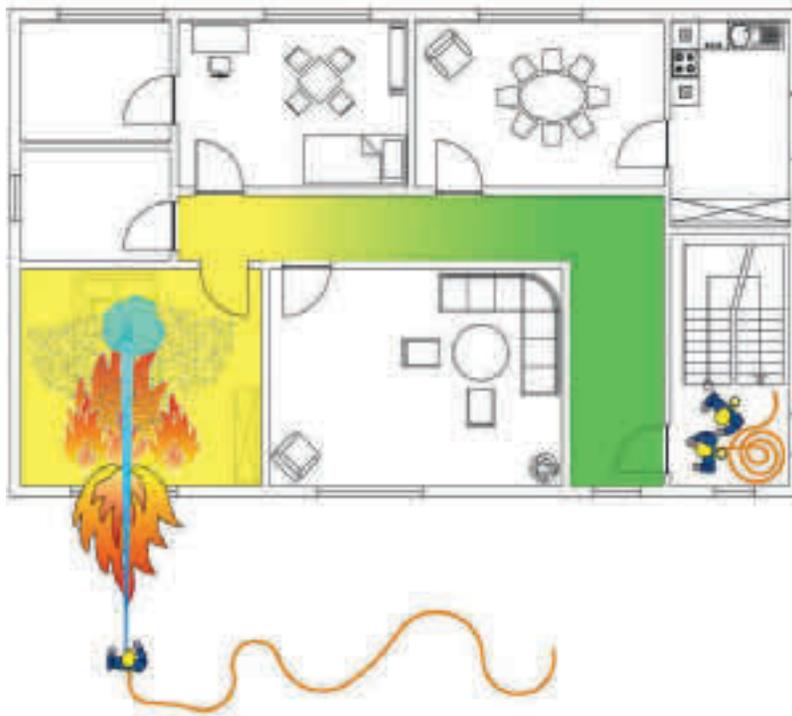


Abbildung 17 - Positive Verschiebung der Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung durch Fensterimpuls mit Vollstrahl von außen (Sprinkler-Effekt), Jürgen Buil

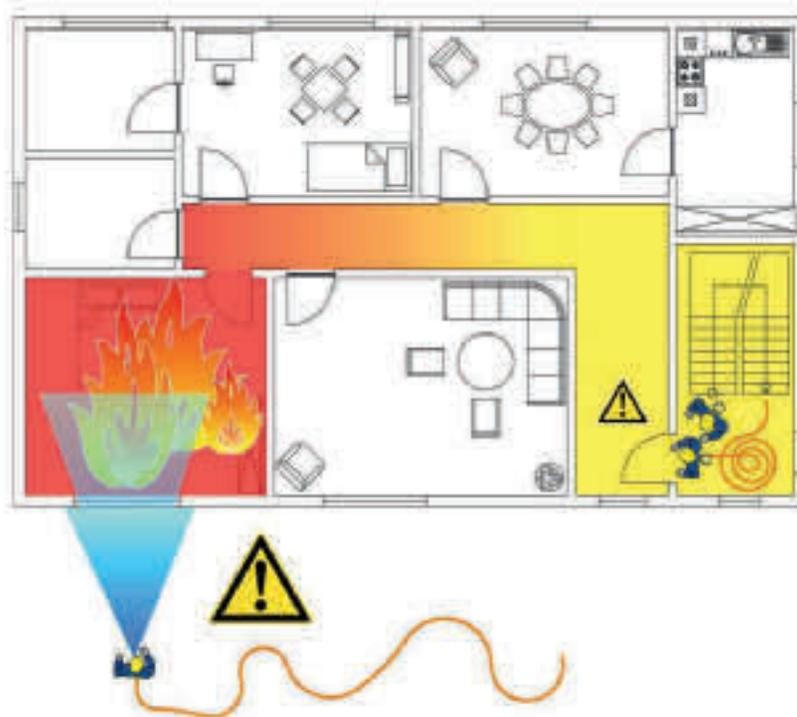


Abbildung 18 - Negative Verschiebung der Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung durch Fensterimpuls mit Sprühstrahl von außen (Abdeckung der Ventilationsöffnung), Jürgen Buil

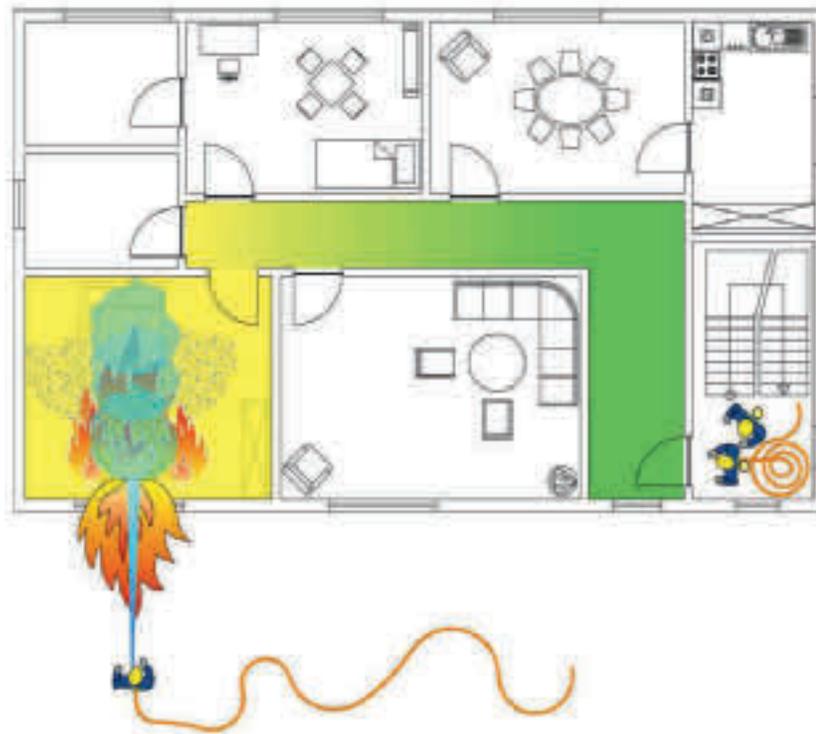


Abbildung 19 - Positive Verschiebung der Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung durch Fensterimpuls mit Vollstrahl von außen - Strahl wandert von vorne nach hinten, Jürgen Buil

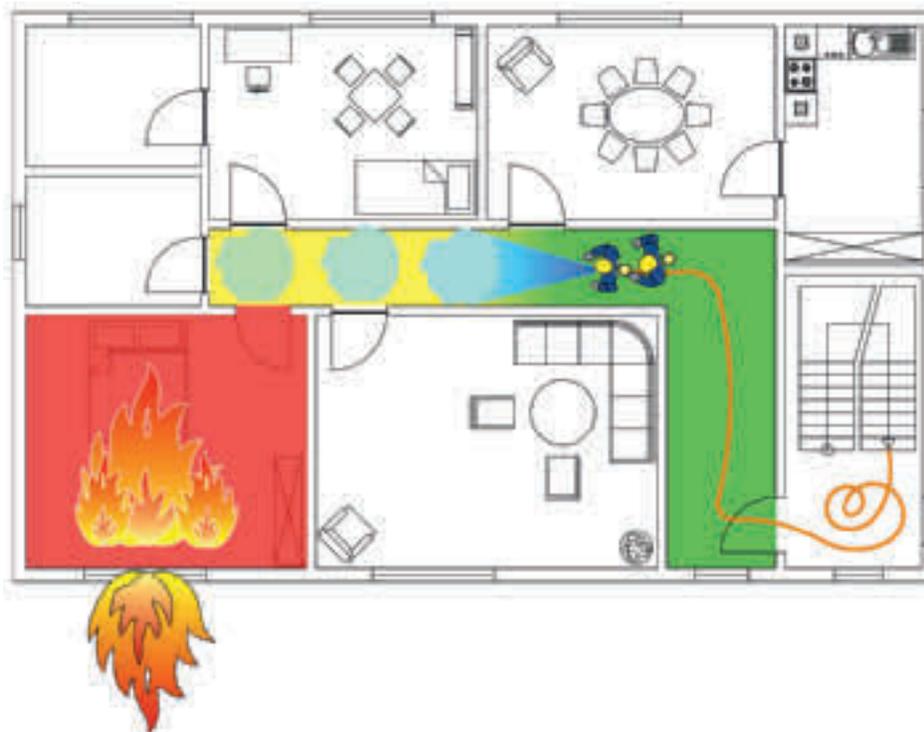


Abbildung 20 - Positive Verschiebung der Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung durch Rauchgaskühlung (Sprühimpulskühlverfahren!), Jürgen Buil

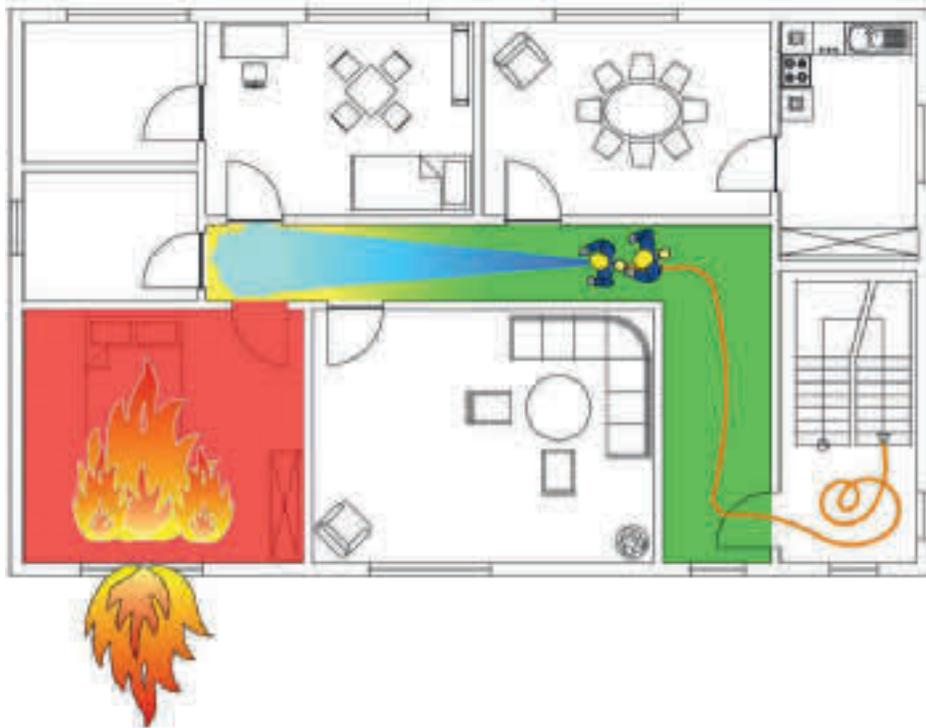


Abbildung 21 - Positive Verschiebung der Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung durch Rauchgaskühlung (längere Wasserabgabe), Jürgen Buil



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

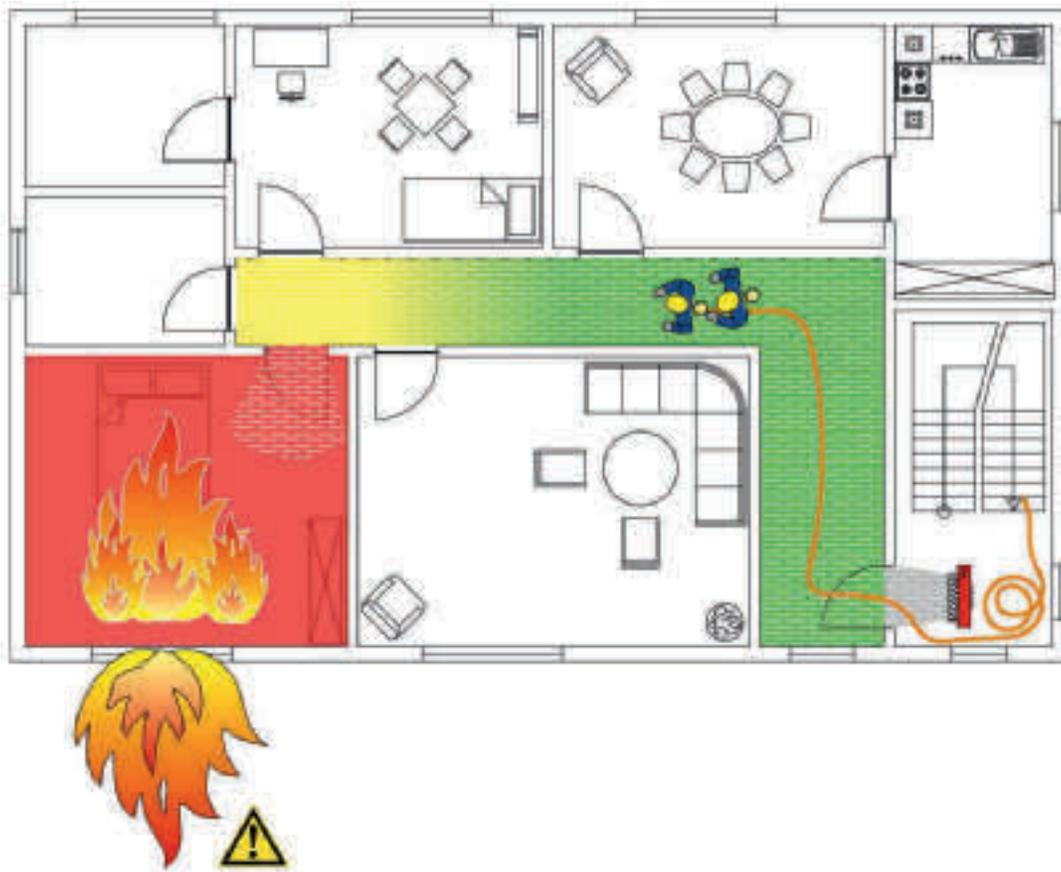


Abbildung 23 - Positive Verschiebung der Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung durch mechanische Ventilation, Jürgen Buil

Anmerkung zur Löschwasserabgabe im Innenangriff

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

Das für die Rauchsichtkühlung bisher unter anderem angewendete Sprühimpuls-kühlverfahren 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 Flammen hindurch ohne die Ab- und Zuluftfunktion 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, um möglichst viel Energie aus dem System zu eliminieren. Diese Auffassung ist beim Fensterimpuls kontraproduktiv, da bei dem Sprühbild Sprühstrahl ggf. das komplette Fenster abgedeckt wird und somit keinerlei Volumenströme wie Flammen, Rauch oder Wasserdampf abziehen können.

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 um 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 das Wasser direkt auf den Brandherd
- beim Innenangriff, auf dem Weg zum Brandraum, ohne jedwede Abgabe von Wasser, kann es zu Verletzungen kommen (trotz Schutzkleidung nach DIN EN 469)
- 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.



Abbildung 25 - Darstellung der Auswirkungen von Wasserdampf auf die Hautatrappen im UL-Versuch, hier: Versuchsaufbau der einzelnen Attrappen, Quelle: Jürgen Buil, eigene Darstellung des Versuchsaufbaues von UL

Öffnungen und Taktik	Versuch	Mehrere Versuche für das Opfer an Position 1	
		5 sec vor Wasserabgabe	60 sec nach Wasserabgabe
Keine Öffnung Innenangriff	1	3. Grades	4. Grades
	2	1. Grades	1. Grades
	3	Keine Verl.	Keine Verl.
	4	1. Grades	1. Grades
	5	1. Grades	1. Grades
	6	1. Grades	1. Grades
Eine Öffnung Innenangriff	7	2. Grades	2. Grades
	8	1. Grades	1. Grades
	9	1. Grades	1. Grades
	10	1. Grades	2. Grades
	11	2. Grades	2. Grades
	12	3. Grades	3. Grades
Zwei Öffnungen Innenangriff	13	3. Grades	3. Grades
	14	2. Grades	3. Grades
	15	2. Grades	3. Grades
	16	3. Grades	3. Grades
	17	3. Grades	3. Grades
Eine Öffnung Fensterimpuls und Innenangriff	18	2. Grades	2. Grades
	19	1. Grades	1. Grades
	20	1. Grades	1. Grades
	21	1. Grades	1. Grades
Zwei Öffnungen Fensterimpuls und Innenangriff	22	3. Grades	3. Grades
	23	3. Grades	3. Grades
	24	3. Grades	3. Grades

Abbildung 26 - Darstellung der Auswirkungen von Wasserdampf auf die Hautatruppe an Position 1 (geringster Abstand zur Energiequelle) im UL-Versuch, keine signifikanten Verschlechterungen der Verletzungsmuster durch die Wasserdampfbildung, Quelle: Stephanie Vöge, eigene Darstellung nach UL

Aktuelle Studien von UL Firefighter Safety Research Institute aus den Vereinigten Staaten bestätigen eindrucksvoll, dass trotz des auftretenden Wasserdampfes keinerlei Verschlechterungen bei den Verletzungsmustern von im Raum bzw. in der Nutzungseinheit befindlichen Personen zu verzeichnen sind. Auszüge der Ergebnisse sind in den vorangegangenen Tabellen für die Opferposition 1 (geringster Abstand zur Wärmequelle) ersichtlich. Bei allen weiter entfernten Opferpositionen ist der Effekt noch geringer. Die wenigen Verletzungsmuster vor und nach der Wasserabgabe sind größtenteils identisch. In Ausnahmefällen (in den Tabellen rot hervorgehoben) erhöht sich die Verbrühung minimal, gefährdet jedoch zu keiner Zeit eine Überlebenschance der Personen, wie die komplette Studie an dieser Stelle ausführt.

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.

Es kann sehr gut mit einem Aufguss in einer Sauna verglichen werden. Die Temperatur in der Sauna beträgt beispielsweise 100° C bei trockener Wärme.

Alle Saunagäste empfinden die Temperatur als erholsam. Wird nun in dieser Sauna ein Aufguss durchgeführt, erhöht sich subjektiv die Temperatur, obwohl die Sauna selbstverständlich durch das Aufbringen von Wasser auf die Saunasteine nicht wärmer wird.

Die Wärmeleitfähigkeit innerhalb der Sauna erhöht sich jedoch, so dass die Temperatur nicht nur wie bisher mittels Wärmestrahlung, sondern nun auch durch Wärmeleitung auf den Körper trifft. Er beginnt zu schwitzen.

Ein ähnliches Phänomen kennt man auch aus der Küche. Ein heißes Backblech kann mit einem trockenen Tuch durchaus aus dem Ofen auf den Tisch getragen werden; mit einem feuchten Tuch wird es aufgrund der sehr guten Wärmeleitung eine Herausforderung.

Selbst die Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit (nicht Temperaturerhöhung im Raum) stellt für Personen im Brandraum kein Problem dar, da die Absenkung der Raumtemperatur durch das eingebrachte Wasser die Raumtemperatur in erheblicherem Maße absenkt.

Es wird oft die Frage gestellt, ob und wie von außen eine Fensteröffnung geschaffen werden soll.

Prinzipiell gilt festzustellen, dass sich beim Vorhandensein einer entzündlichen Rauchgasschicht die bei entsprechender Temperatur entstehenden Flammen immer in Richtung der Zugluft ausbreiten werden. Wird eine Öffnung durch den Angriffstrupp zum Treppenraum geschaffen, werden sich mögliche Flammen in Richtung des Treppenraumes bilden. Aus diesem Grund ist der Angriffstrupp 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 zu schließen und somit einen Zeitgewinn und einen gesicherten Bereich aufrecht zu erhalten.

All das geht bei der Schaffung einer Fensteröffnung von außen nicht, da sie höchstwahrscheinlich mit einer Zerstörung des Fensters von außen einhergehen wird.

Einmal zerstörte Fenster sind irreparabel. Wurde durch die Einsatzkräfte ggf. fälschlicherweise ein Fenster zerstört, was beispielsweise nicht unmittelbar zum Brandraum gehört, funktioniert der oben beschriebene Fensterimpuls nicht in der gewünschten Art und Weise. Der Brand bekommt dennoch mehr Umgebungsluft als vorher und ggf. bilden sich andere Strömungspfade.

Selbst wenn sichergestellt wäre, dass das zu zerstörende Fenster zum Brandraum gehört, muss sich jemand für die Zerstörung dem Fenster ggf. erheblich nähern. Wird das Fenster zerstört, so 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 Winddruck- oder Winddruckstichflammen 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 (vorgemischte Flamme) aus.

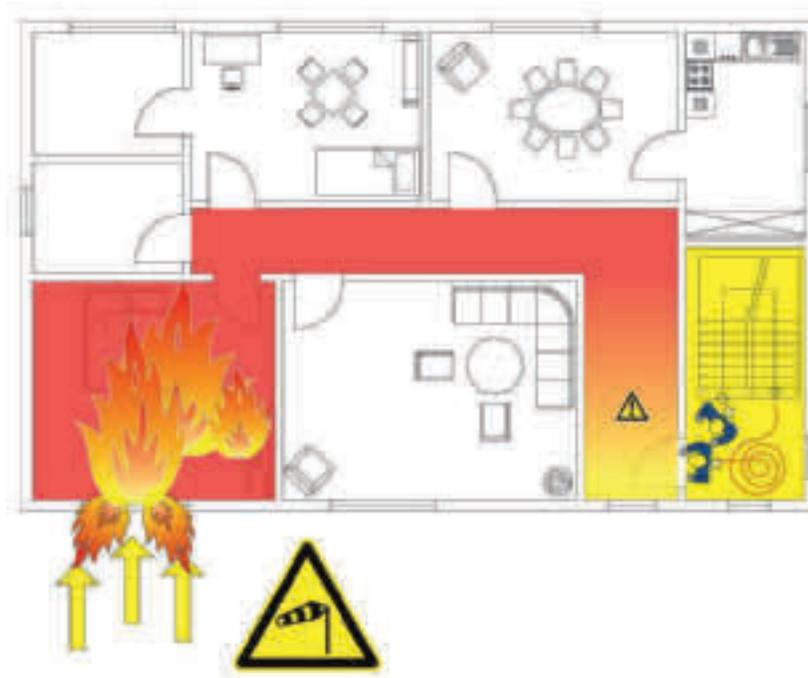


Abbildung 27 - Gefährdung durch Winddruckflammen & -stichflammen, Jürgen Buil



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

Alle diese Punkte können selbstverständlich auch bei einem durch den Brand zerstörten Fenster eintreten. Dann haben wir bei dieser Situation keine anderen Alternativen oder Gegenmaßnahmen. Bei einer Zerstörung durch die Einsatzkräfte von außen aber sehr wohl.

Aus diesem Grund befürworten wir die Schaffung von Öffnungen (Erstöffnungen oder Schaffung zusätzlicher Öffnung) ausschließlich von innen durch den vorgehenden Trupp. Es ist natürlich nicht immer möglich von Innen eine Öffnung zu schaffen, wenn im Inneren erhebliche Temperaturen herrschen. (Einsatz vom 20. Juli 2011, Brandeinsatz im Hochhaus, Düsseldorf, Feuermelder 57)



Abluftöffnung(en) 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 auszubreiten.
- Druck außerhalb des Brandraumes sinkt aufgrund der außerhalb des Brandraumes geschaffenen Abluftöffnung
- Mehr Rauchströmung (und Wärme) aus den Brandraum in andere Bereiche.
- Feuer wird aus den Brandraum in Richtung Raum mit Abluftöffnung „gezogen“ bzw. aufgrund der Druckdifferenz gesaugt
- Im Brandraum: erhebliche Zunahme der Temperatur wegen Sauerstoffzufuhr!

Weiterhin gibt es erheblich mehr Kombinationsmöglichkeiten im Zusammenhang mit der nachfolgend beschriebenen 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.



6. Taktische Ventilation

Viele Statistiken belegen, dass die meisten „Brandtoten“ an Rauchgasvergiftungen sterben. Aus diesem Grund ist der Abführung von Rauch ein besonders großer Stellenwert beizumessen.

Im Gegensatz zur zuvor erläuterten Brandbekämpfung stehen uns bei der Ventilation nicht so viele unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung. Die Ventilationsmöglichkeiten beschränken sich auf aktive Ventilation und eine aktive Antiventilation.

Die Maßnahmen zur aktiven Ventilation beginnen bei der natürlichen Lüftung z.B. Querlüftung und reichen bis hin zur maschinellen Belüftung als Erstmaßnahme oder maschinelle Entrauchung als Einsatzabschluss.

Die aktive Antiventilation rückt im Zusammenhang mit der Erkenntnis über die Beeinflussung der Strömungspfade durch die Schaffung weiterer oder neuer Zu- und Abluftmöglichkeiten in jüngster Zeit stärker in den einsatztaktischen Fokus. Hier sind besonders die aktive Türkontrolle und der Rauchvorhang zu nennen, durch die die Zuluft gesteuert werden kann.

Unterschiedliche Konzepte zum Rauchvorhang sind etabliert. Bei jedem Einsatz gilt es zu bedenken, dass der Rauchvorhang frühzeitig eingesetzt werden sollte, um eine Schadensausbreitung zu verhindern. Somit bietet es sich an, dass er als Ersteinsetzungsmittel bereitgestellt werden sollte. Stellt sich im weiteren Einsatzverlauf heraus, dass er stört oder den Einsatz behindert, kann er leicht und ohne fremde Hilfsmittel hochgebunden oder zurückgebaut werden. Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn durch den Rauchvorhang die Strömungspfade zu stark eingeschränkt werden.

Des Weiteren ist die kontrollierte Schaffung und/oder Erweiterung von Abluftöffnungen die zweite wichtige Komponente für eine gesteuerte Ventilation der Einsatzstelle. Hierbei gilt es zu berücksichtigen, dass eine zerstörungsfreie Abluftöffnung zu bevorzugen ist, da die Einflussmöglichkeit auf diese Öffnung jederzeit gegeben ist.

Welche Art der Ventilation oder Antiventilation sinnvoll ist, beruht auf den möglichen Gefahren durch die Brandphänomene, die sich in den jeweiligen konkreten Einsatzsituationen abzeichnen.

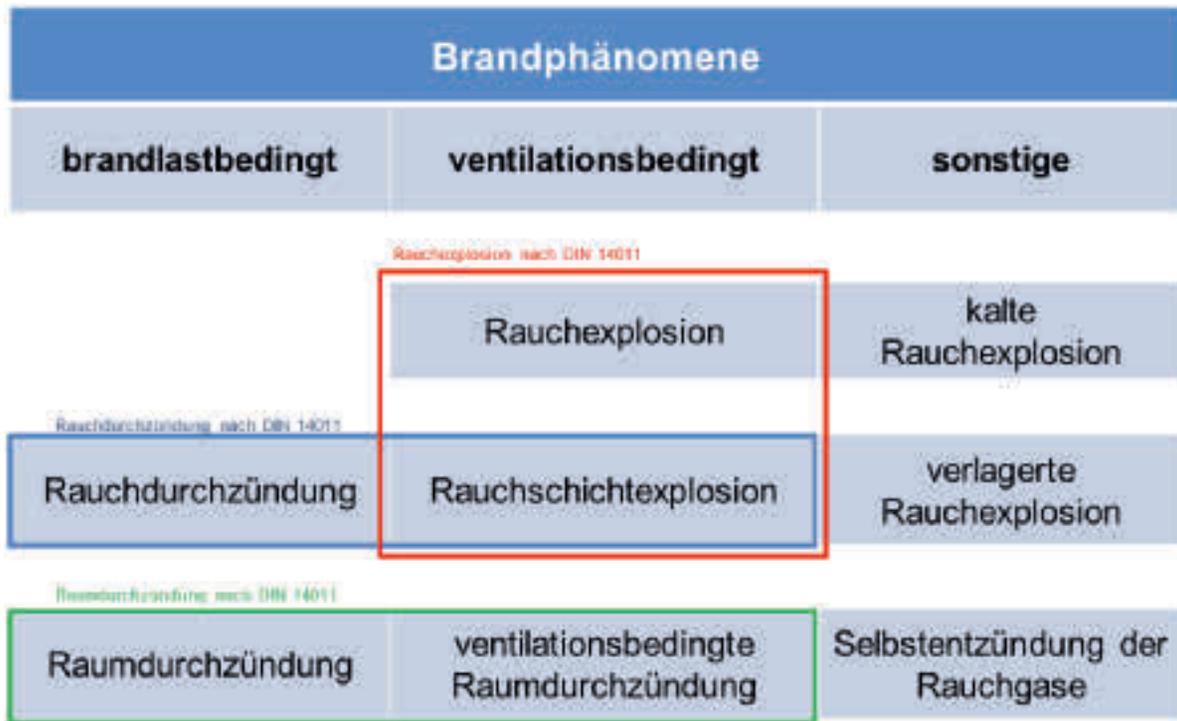


Abbildung 29 - Übersicht der Brandphänomene im Vergleich zur DIN 14011, Quelle: Carsten Mohr

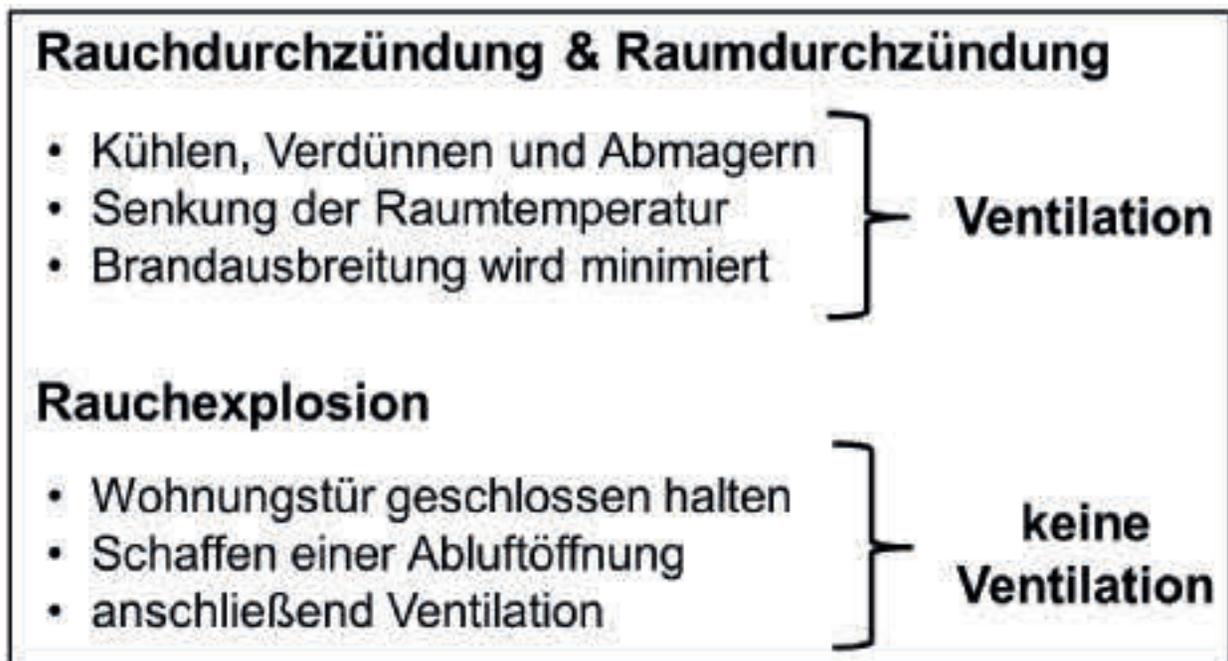


Abbildung 30 - Risikoabschätzung für eine taktische Ventilation, Guido Volkmar

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass es zur Verhinderung von Rauchgasvergiftungen sinnvoll ist, den aus Atemgiften bestehenden Brandrauch so schnell wie möglich zu entfernen.

6.1. Taktische Ventilation als Erstmaßnahme

Wenn aufgrund der 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 nicht nur die Atemgifte, sondern gleichzeitig auch die im Brandraum mittels Konvektion gespeicherte Wärme ins Freie geleitet. Ebenfalls erhöht sich die Sichtweite innerhalb der Nutzungseinheit durch das Verschieben der Rauchgrenze in Richtung des Brandraumes, wodurch die Eindringzeit erheblich reduziert wird.

Folgerichtig wird durch eine aktive Ventilation dem Brandherd Luftsauerstoff zugeführt. Hierdurch wird der Brand größer und die Verbrennung vollständiger. Beide Sachverhalte erhöhen die Brandraumtemperatur unweigerlich.

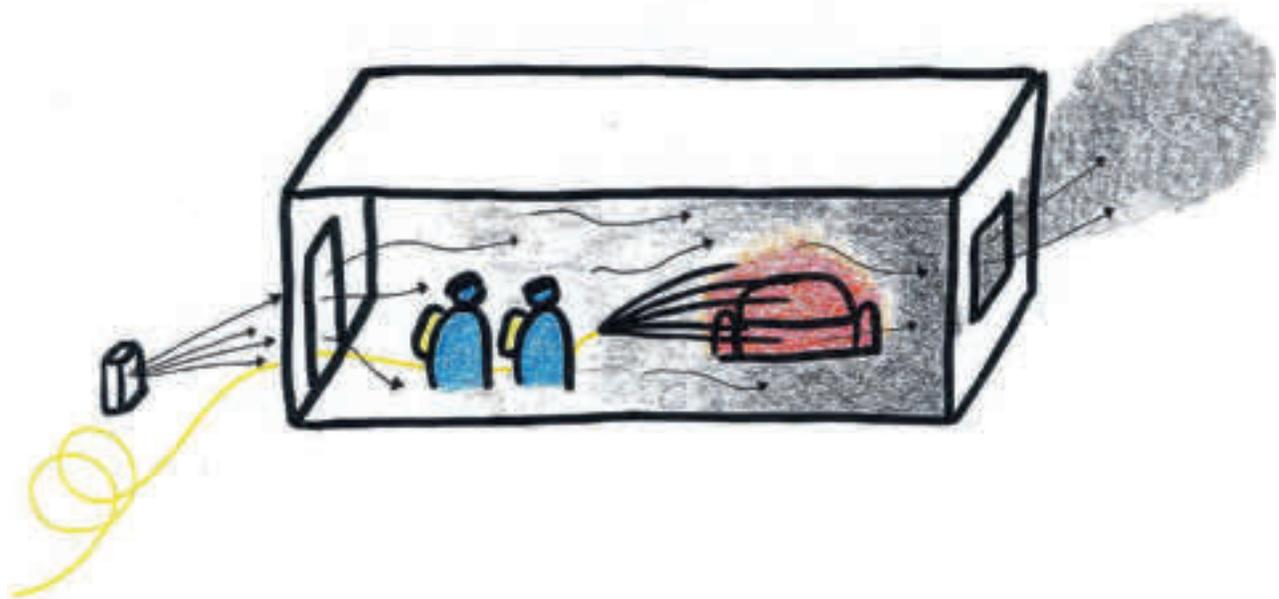


Abbildung 31 - optimaler Fall einer taktischen Ventilation als Erstmaßnahme, die gesamte Rauchschicht schiebt sich vor dem Angriffstrupp zur Abluftöffnung, verringert hierbei Wärme, Atemgifte und Sichtbehinderung, so dass der Trupp effektiver vorgehen kann; Quelle: Stephanie Vöge IdF NRW

Durch diesen Sachverhalt wird ebenfalls auf die Effektivität des Fensterimpulses bei vorhandener Ventilationsöffnung hingewiesen. Die Temperaturen im Brandraum werden durch den zeitlich begrenzten Fensterimpuls soweit abgekühlt, dass eine erneute Temperaturerhöhung durch die parallel zum Ersteinsatz im Innenangriff laufende taktische Ventilation nahezu auszuschließen ist.

Durch die Vorteile der gleichzeitigen Abführung von Brandrauch, Atemgiften und Wärme sowie des später entstehenden Wasserdampfes bei gleichzeitiger Verbesserung der Sicht überwiegt entsprechend den unterschiedlichen Studien trotzdem der Zeitgewinn für den vorgehenden Trupp! Schlussendlich wird die einzige effektive Löschmaßnahme, die direkte Brandbekämpfung im optimalen Fall, wesentlich früher durchgeführt, so dass die Temperaturerhöhung im Brandraum (Wärmestrahlung) durch die Luftzufuhr für die zu rettenden Personen von untergeordneter Bedeutung ist.

7. Prioritäten der Suche nach Personen

Der Menschenrettung kommt seit jeher der größte Stellenwert feuerwehrtechnischen Handelns zu.

Gerade deshalb müssen zur Rettung von Menschen die jüngsten und aktuellsten Ergebnisse und Studien zu Rate gezogen werden.

Während alle vorgehenden Einsatzkräfte bisher schnellstmöglich die Suche nach Menschen eingeleitet haben und ggf. sogar brennende Situationen kontrolliert, jedoch nicht abschließend gelöscht haben, um möglichst umgehend mit der Menschenrettung zu beginnen, zeigen die angesprochenen Studien andere Einsatztaktiken als erfolgsversprechender auf.

Es geht hierbei nicht darum die Menschen, die wir auf dem Weg zum Brandherd antreffen unmittelbar zu retten. Das war und ist selbstverständlich richtig und direkt einzuleiten!

Kniffliger ist jedoch die Vielzahl anderer Szenarien, bei denen die vorgehenden Kräfte nach den vermissten Personen suchen mussten.

Durch die neue Betrachtung dieser Situationen entwickelt sich der Begriff der Brandbekämpfung zur Menschenrettung. Obwohl die Menschenrettung nach wie vor das höchste Gut, das Leben, schützen soll, muss ggf. das in Sicherheit bringen kurz hinter dem Angriff auf das Feuer zur Menschenrettung anstehen, um bei der Betrachtung der Gesamtheit letztlich zum größtmöglichen Erfolg zu führen.

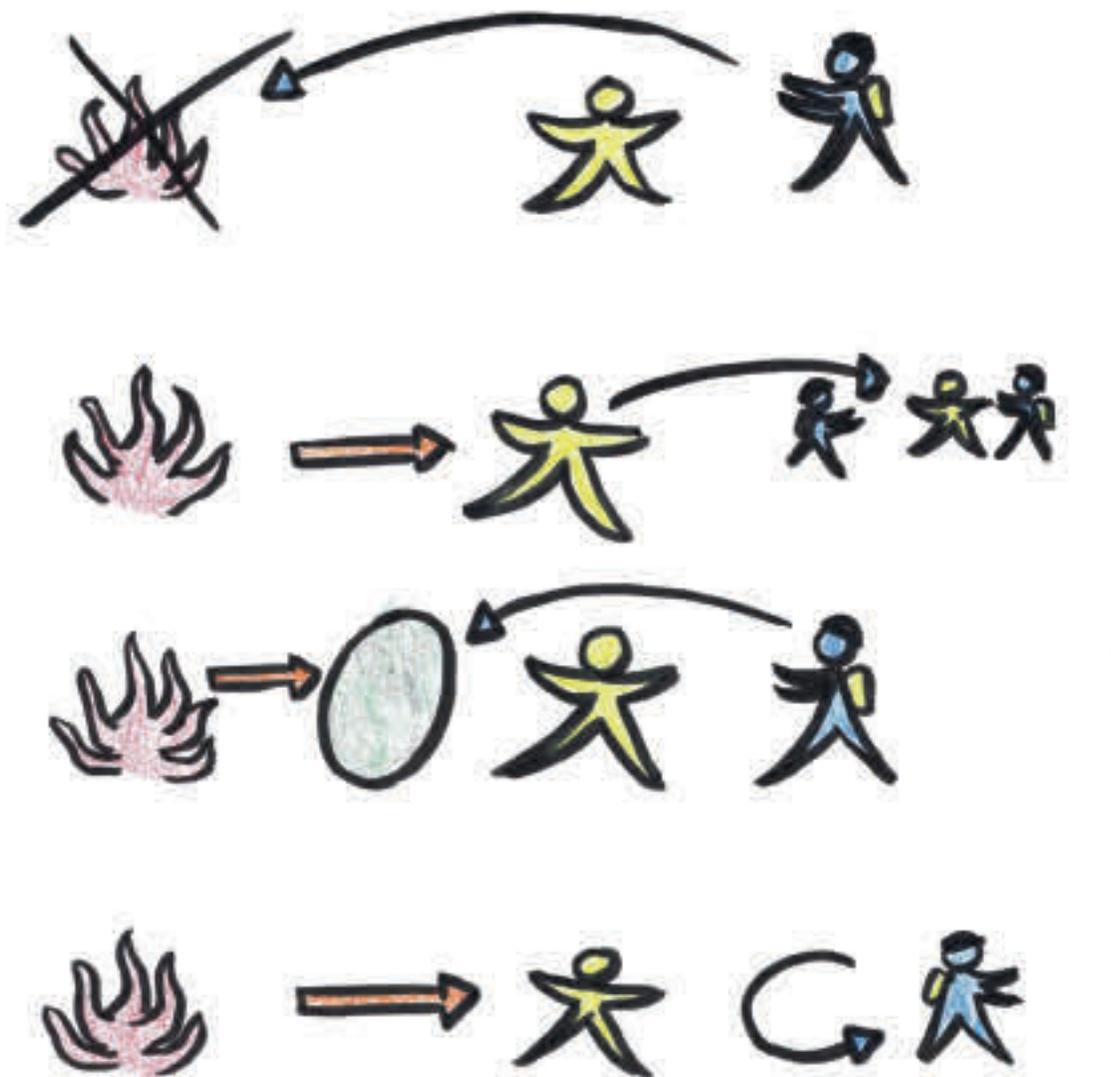


Abbildung 32 - Darstellung der taktischen Einsatzmöglichkeiten nach FwDV 100: Angriff, in Sicherheit bringen, Verteidigung, Rückzug, Quelle: Stephanie Vöge IdF NRW

Das bedeutet im Einzelnen:

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 Brandraum selbst Personen gefunden, wird unmittelbar die Menschenrettung eingeleitet. Wärme, Rauch und entstehender Wasserdampf werden durch Schaffung oder sinnvolle Erweiterung von Abluftöffnungen nach außen abgeführt. 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.

Die angesprochenen vielfältigen Versuche von UL haben gezeigt, dass selbst einfachste Zimmertüren über einen Brandeinsatz hinweg effektiv Temperatur, Atemgifte und Pyrolysegase aus dem Raum fernhalten können. Diese Sicherheit durch die geschlossene Tür ist 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 sinnvollerweise zuerst die Konzentrationen von Wärme, Atemgifte und Pyrolysegase durch die Brandbekämpfung in Kombination mit der Schaffung oder Erweiterung von Abluftöffnungen zu senken. Je geringer diese Konzentrationen sind, desto geringer ist folglich auch die Erhöhung der Verletzungsmuster bei einer Türöffnung.

Grundsätzlich wird diese Vorgehensweise auch vielfach bei der Menschenrettung im Zusammenhang mit einer Tunnelbrandbekämpfung angewendet. Auch hier verbleiben die zu rettenden Personen ggf. zunächst in ihren Fahrzeugen, wenn durch geschlossene Fenster und abgeschaltete Lüftung eine „Atemluftblase“ in den Fahrzeugen aufrecht erhalten werden kann bis die Rettung sinnvoll umgesetzt wird.

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 das 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**

Unter Umständen kann bei parallel laufender taktischer Ventilation das Gefährdungspotential und somit auch das Verletzungsmuster der zu rettenden Personen durch die Türöffnung gleich gehalten werden. Das bedeutet, dass gefährliche Bedingungen durch das Öffnen der Tür nicht erhöht werden. Das ist das anzustrebende Ziel.

8. Kommunikation

Wie in jedem anderen Einsatz auch ist die Kommunikation eine der wichtigsten Säulen eines erfolgreichen Einsatzes. Grundsätzlich beruht die Kommunikation neben einer stabilen und flächendeckenden Funkabdeckung auf dem gegenseitigen Verständnis der umzusetzenden Einsatztaktik. Ohne das auf beiden Seiten vorhandene Verständnis für ein und dieselbe umzusetzende Einsatztaktik kann eine Kommunikation im Einsatz nicht effektiv erfolgen.

In dem hier zu beschreibenden neuen Einsatzauftrag „Brandbekämpfung zur Menschenrettung“ muss bei der Kombination eines Außen- mit einem Innenangriff eindeutig und klar zuvor kommuniziert worden 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. Andernfalls ist sowohl von einer Behinderung als auch im schlimmsten Fall von Verletzungen des vorgehenden Trupps z.B. durch den Vollstrahl oder durch Wasserdampf möglich. 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!

Praxistipp bei einem Fensterimpuls über einen Verteiler

Wenn der zum Innenangriff vorgehende Trupp „1. C-Rohr Wasser Marsch!“ befiehlt kann die den Verteiler besetzende Einsatzkraft neben dem Öffnen des Ventils für den vorgehenden Trupp, gleichzeitig die Wasserversorgung für den Fensterimpuls schließen. Somit ist eine gleichzeitige Wasserabgabe außen und innen wirkungsvoll unterbunden!

9. Arbeitssicherheit von Feuerwehrangehörigen im Einsatz

Der Schutz aller am Einsatz beteiligten Kräfte ist ein hohes Gut, welches den verantwortlichen Einsatzleitern wichtig ist. Neben der zur Verfügung gestellten persönlichen Schutzkleidung sind auch Handlungsabläufe, Einsatztaktik und intensive Ausbildung zentraler Bestandteil des Arbeitsschutzes für alle Einsatzkräfte. Die Optimierung der sicheren Bereiche durch einen Fensterimpuls bei gleichzeitiger Minimierung des Einsatzrisikos wurde in den Abbildungen 15 ff. dargestellt.

9.1. Schutzkleidung

Die vom Dienstherrn bereitgestellte Schutzkleidung wird entsprechend geltender Normen und Regeln und dem aktuellen Stand der Technik beschafft. Durch die in der heutigen Zeit vorliegende Komplexität der am Markt verfügbaren Schutzkleidungsvarianten ist eine kontinuierliche Schulung der Einsatzkräfte bzgl. des Umganges und des Anlegens der Schutzkleidung unumgänglich.

Grundsätzlich gilt, dass nur eine korrekt angelegte Schutzkleidung richtig und optimal schützt. Hier ist im Rahmen der Ausbildung am jeweiligen Standort eine sinnvolle und effektive Einweisung in die am Standort vorgehaltene Schutzkleidung zwingend notwendig.

Auf die Einsatzmöglichkeiten und insbesondere die Grenzen der Schutzkleidung ist sinnvoll hinzuweisen. Insbesondere das Verhalten der Schutzkleidung bei Durchwärmung und den hieraus resultierenden Gegebenheiten ist in geeigneter Art und Weise zu kommunizieren.

Hierbei ist die Einsatzkraft als Mensch in der Schutzkleidung als limitierender Faktor hervorzuheben.

Ebenfalls ist der durch die menschliche Körperreaktion auftretende Stress („Hitzestress“) jeder im Innenangriff vorgehenden Einsatzkraft verständlich nahezubringen, um der Arbeitssicherheit für das Personal zu entsprechen.

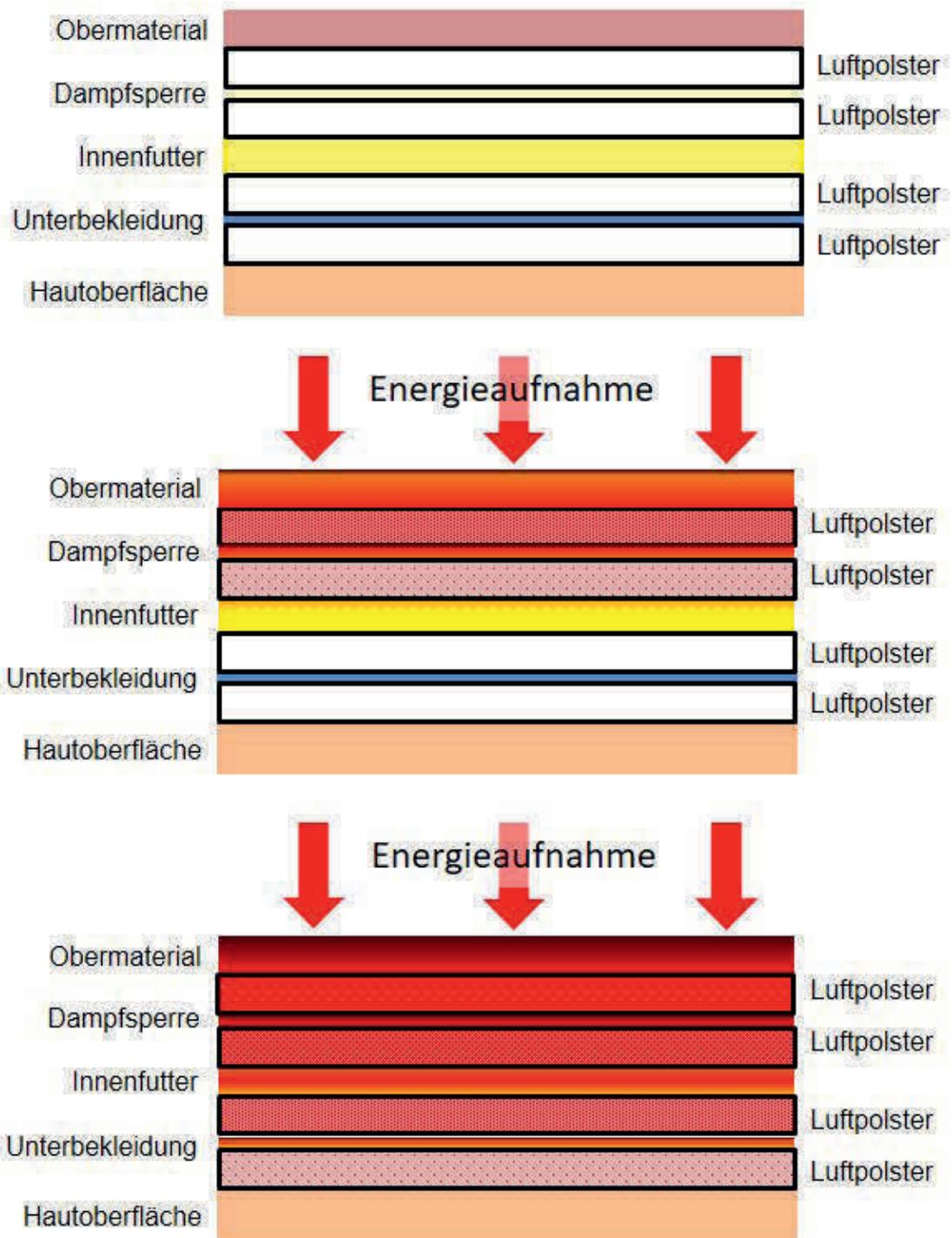


Abbildung 33 - beispielhafte Durchwärmung der Schutzkleidung, welche durch Schweiß im Luftpolster- oder Materialbereich verstärkt wird; Guido Volkmar, eigene Darstellung nach UL Studie: Safety and Fidelity in Concrete Live Fire Training Buildings

Die Einweisung in die Schutzkleidung muss Hinweise auf die Reinigung und Pflege der Schutzkleidung beinhalten. So kann durch Verringerung von Fehlverhalten bei der Vorbereitung zur Reinigung der Beschädigung oder gar Zerstörung von Schutzausrüstung vorgebeugt werden.

Insbesondere bei der Überbekleidung für den Innenangriff ist die Funktionsweise zur Verringerung der Wärmeleitung durch Luftpolster zu schulen, um jeden Feuerwehrangehörigen zu sensibilisieren, dass nach einem Einsatz mit massiven Atemgiften die Überbekleidung zügig abzulegen ist!

Es ist sicherzustellen, dass die Einsatzkraft nicht in ihrer persönlichen Atemgiftwolke seiner persönlichen Schutzkleidung steht!

10. Einsatzstellenhygiene

Die Umsetzung der Einsatzstellenhygiene ist seit langer Zeit ein wichtiges Thema bei allen Feuerwehren. Seit einigen Jahren wird der Einsatzstellenhygiene deutlich mehr Aufmerksamkeit geschenkt, was an einer Vielzahl von neuen Informationen zum Thema Krebserkrankung liegt.

Wurden schon vor einigen Jahren Hygieneboards in erster Linie zur Handhygiene auf Einsatzfahrzeugen vorgehalten, lassen derzeit zahlreiche Studien zu diesem Thema die Feuerwehren weltweit an weiterführenden Konzepten zu diesem Thema der Einsatzstellenhygiene arbeiten.

Obwohl schon in der Definition von Atemgiften auf das mit ca. 2m² größte Organ des menschlichen Körpers, die Haut, eingegangen wird und der Hautschutz schon vor Jahren im Rahmen der „Präventionskampagne Haut“ der Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV) deutlich gefördert wurde, war die Notwendigkeit der Reinigung und der Schutz der Haut in den Reihen der Feuerwehr noch nicht flächendeckend angekommen. Schmutzige Hände und Gesichter wurden lange Zeit akzeptiert. Das hat sich in der letzten Zeit deutlich geändert.

Der nächste Schritt muss bei der Einsatzstellenhygiene in der Berücksichtigung der Verschmutzung der Schutzkleidung und deren Kontaminationsverschleppung auf saubere Hautstellen der Einsatzkräfte liegen.

Schon einfache Arbeitsabläufe und der Einsatz von Einmalhandschuhen und FFP3-Atemschutzmasken lassen selbst kleine Feuerwehren direkt und unmittelbar mit einer deutlichen Verbesserung der Einsatzstellenhygiene starten und zukünftig weitere Verbesserungen zu diesem Thema für ihren Standort entwickeln.

Auch können sofort große Fortschritte bei der Vermeidung von Kontaminationsverschleppung durch die Abtrennung gebrauchter Materialien von den Einsatzkräften oder deren Unterbringung erzielt werden.

Der Transport von kontaminierten Gegenständen ist in geeigneten Umverpackungen mit möglichst eigenen Fahrzeugen sicherzustellen, damit eine Kontaminationsverschleppung möglichst auszuschließen ist!

Das gebrauchte und insbesondere kontaminierte Einsatzkleidung nicht in der privaten häuslichen Waschmaschine gewaschen werden soll, ist sicherlich im Sinn aller Familienangehörigen und ist umgehend zu unterlassen!

11. Zusammenfassung

11.1. Erkundung

- allseitige umfängliche Erkundung ist zwingend notwendig!
- Identifikation des Brandraumes ist wichtig
- Strömungspfade erkunden und bewerten
- Schwerkraftströmung bei vorhandenen Abluftöffnungen bewerten

11.2. 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

11.3. Taktische Ventilation

- Lüftereinsatz (Entrauchung) nach Feuer „knock down¹“ (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

11.4. 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

¹ „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 bereit steht, um gezielt eingesetzt werden zu können.

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.

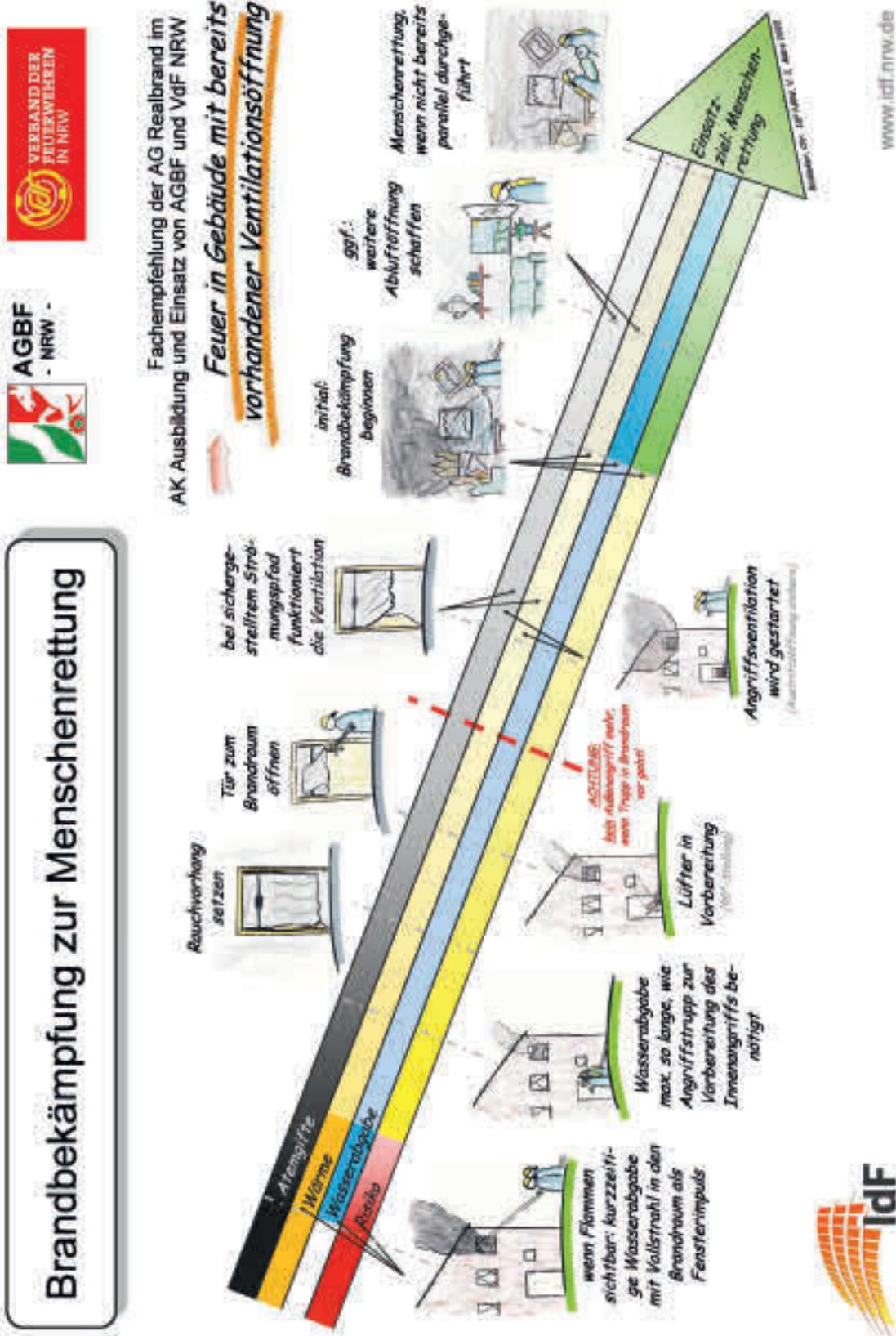
Um eine Verrauchung des Treppenraums zu verhindern, ist der Rauchvorhang in die Tür zur Nutzungseinheit zu setzen. Parallel sind geeignete Lüftungsmaßnahmen vorzubereiten.

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.





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 Angriffstrup 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 Angriffstrup 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.

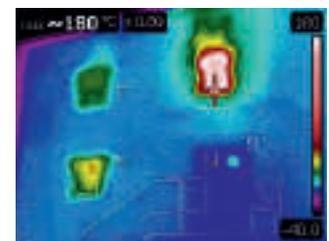
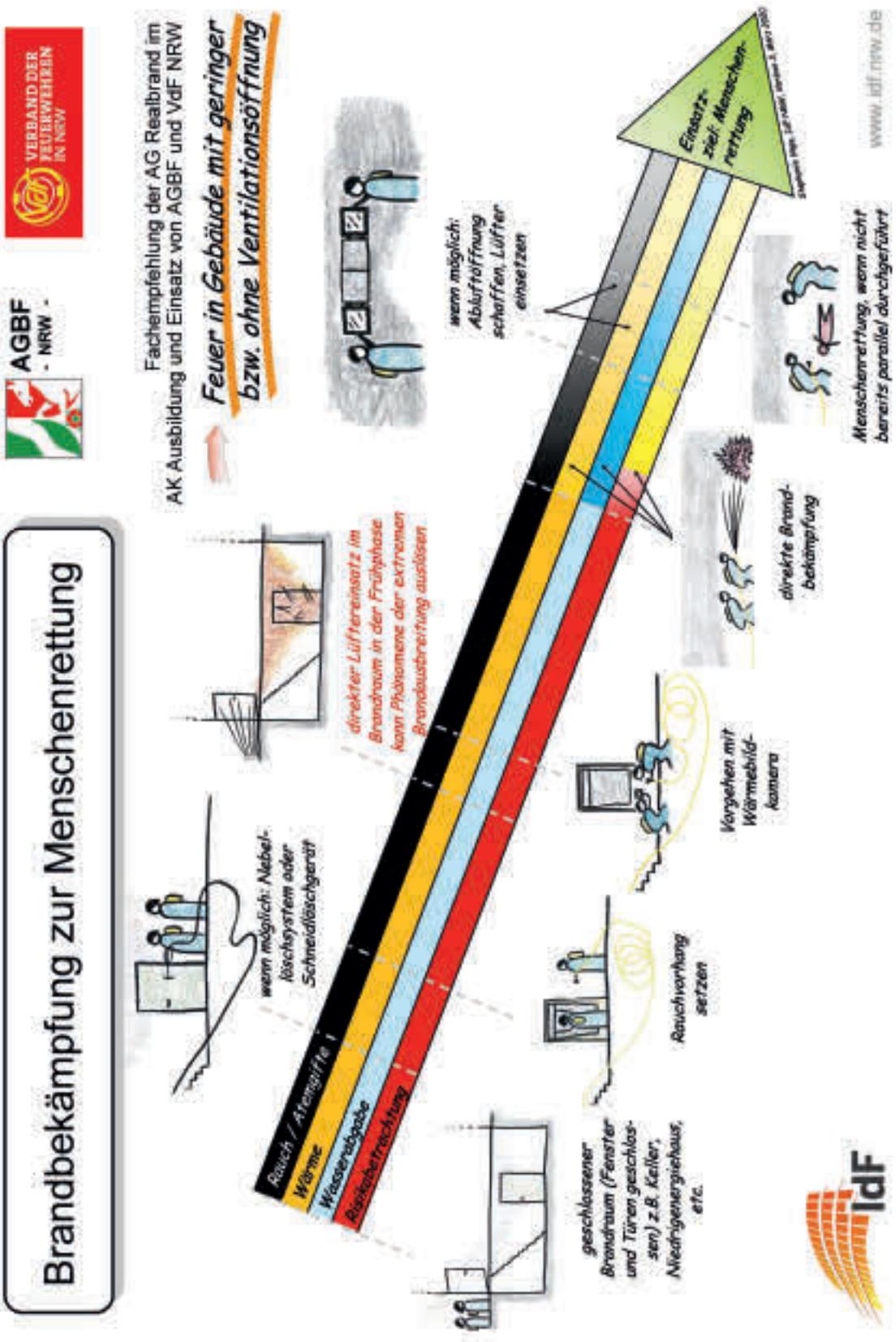


Abbildung 34 - Darstellung Wärmebild WBK, Thorsten Koryttko

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.agbf-rw.de/agbf/downloadveroff/AG%20Realbrandausbildung/Phaenomene_der_extremen_Brandausbreitung.pdf frei verfügbar.



14. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Situation bei Eintreffen: Feuer und Rauch schlagen aus der Nutzungseinheit, Quelle Wilde, ecomed-Storck GmbH	3
Abbildung 2 - Klassische Brandverlaufskurve mit integrierter Einheitstemperaturkurve (ETK), Quelle: Guido Volkmar	6
Abbildung 3 – Rauch- und Temperaturentwicklung ohne Entrauchung, Quelle: Guido Volkmar, eigene Darstellung entsprechend den Forschungsergebnissen Prof. Obuchow, Universität Moskau	7
Abbildung 4 – Rauch- und Brandgasmengenmenge in m ³ /h von jeweils 10 kg, Quelle: Guido Volkmar, eigene Darstellung nach Forschungsergebnissen von Prof. Rasbash, Universität Edinburgh	7
Abbildung 5 - Quelle Guido Volkmar, Moderner Brandverlauf nach den Versuchen, die auf Governors Island durchgeführt wurden (eigene Darstellung nach NIST: National Institute of Standards an Technology, UL: Underwriters Laboratories und der New Yorker Feuerwehr)	8
Abbildung 6 - Übersicht der Löschmethoden nach DIN 14011. (Grafik: Fuchs/Südmersen, ecomed-Storck GmbH).....	9
Abbildung 7 - Rolf Südmersen, Bad Oeynhausen, Innenangriff, ecomed-Storck GmbH	11
Abbildung 8 - alle Fenster sind flächig mit Flammen ausgefüllt, so dass der notwendige Sauerstoff von einer anderen Zuluftquelle kommen muss, Quelle: ecomed-Storck GmbH	13
Abbildung 9 - linke Seite ausschließlich Rauch, rechte Seite ausschließlich Flammen, Fichte, Wuppertal, Quelle: ecomed-Storck GmbH.....	13
Abbildung 10 - Seitenfenster ist sowohl Abluft (oben - Flammen) als auch Zuluftöffnung (unten), Rossbach, Wuppertal, ecomed-Storck GmbH.....	14
Abbildung 11 - Seitenfenster ist sowohl Abluft- (oben - Flammen) als auch Zuluftöffnung (unten), Rossbach, Wuppertal, ecomed-Storck GmbH.....	14
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.....	15
Abbildung 13 - Darstellung des „Fensterimpuls“ um 1700, Jan van der Heyden (1690 – 1735) https://www.rijksmuseum.nl/en/search?q=jan%20van%20der%20heyden&v=&s=&ii=2&p=3	16
Abbildung 14 - Darstellung des Sprinkler-Effektes an der Decke des Brandraums, Jürgen Buil.....	16
Abbildung 15 - Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung, Jürgen Buil	18

Abbildung 16 - Gefahrenbereiche bei geschlossener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung, Jürgen Buil.....	18
Abbildung 17 - Positive Verschiebung der Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung durch Fensterimpuls mit Vollstrahl von außen (Sprinkler-Effekt), Jürgen Buil	19
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.....	19
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.....	20
Abbildung 20 - Positive Verschiebung der Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung durch Rauchgaskühlung (Sprühimpulskühlverfahren!), Jürgen Buil.....	20
Abbildung 21 - Positive Verschiebung der Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung durch Rauchgaskühlung (längere Wasserabgabe), Jürgen Buil	21
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	21
Abbildung 23 - Positive Verschiebung der Gefahrenbereiche bei offener Brandraumtür und offenem Fenster als Ventilationsöffnung durch mechanische Ventilation, Jürgen Buil	22
Abbildung 24 a und b - Darstellung des Fensterimpulses durch Vollstrahl direkt unter die Decke des Brandraumes durch die Flammen hindurch ohne die Ab- und Zulufffunktion der Fensteröffnung zu beeinflussen, Jürgen Buil	23
Abbildung 25 - Darstellung der Auswirkungen von Wasserdampf auf die Hautattrappen im UL-Versuch, hier: Versuchsaufbau der einzelnen Attrappen, Quelle: Jürgen Buil, eigene Darstellung des Versuchsaufbaues von UL	24
Abbildung 26 - Darstellung der Auswirkungen von Wasserdampf auf die Hautattrappe an Position 1 (geringster Abstand zur Energiequelle) im UL-Versuch, keine signifikanten Verschlechterungen der Verletzungsmuster durch die Wasserdampfbildung, Quelle: Stephanie Vöge, eigene Darstellung nach UL	25
Abbildung 27 - Gefährdung durch Winddruckflammen & -stichflammen, Jürgen Buil	28
Abbildung 28 - Winddruckstichflammen, W. Westerholz, ecomed-storck GmbH.....	28
Abbildung 29 - Übersicht der Brandphänomene im Vergleich zur DIN 14011, Quelle: Carsten Mohr.....	31
Abbildung 30 - Risikoabschätzung für eine taktische Ventilation, Guido Volkmar	31

Abbildung 31 - optimaler Fall einer taktischen Ventilation als Erstmaßnahme, die gesamte Rauchsicht schiebt sich vor dem Angriffstrupp zur Abluftöffnung, verringert hierbei Wärme, Atemgifte und Sichtbehinderung, so dass der Trupp effektiver vorgehen kann; Quelle: Stephanie Vöge IdF NRW	32
Abbildung 32 - Darstellung der taktischen Einsatzmöglichkeiten nach FwDV 100: Angriff, in Sicherheit bringen, Verteidigung, Rückzug, Quelle: Stephanie Vöge IdF NRW	34
Abbildung 33 - beispielhafte Durchwärmung der Schutzkleidung, welche durch Schweiß im Luftpolster- oder Materialbereich verstärkt wird; Guido Volkmar, eigene Darstellung nach UL Studie: Safety and Fidelity in Concrete Live Fire Training Buildings	39
Abbildung 34 - Darstellung Wärmebild WBK, Thorsten Koryttko	46

15. Quellenverzeichnis:

Teil eines jeden Forschungsprojektes von UL Firefighter Safety Research Institute ist ein kostenfrei zu nutzendes E-Learning Programm, in welchem die Ergebnisse und Erkenntnisse nochmals für die praktische Anwendung aufbereitet werden. Die Lerneinheit über die Experimente in Governors Island ist ebenfalls in deutscher Sprache verfügbar. Mehr findet sich unter:

www.ulfirefightersafety.com und www.modernfirebehavior.com

Quellen

- Cimolino, de Vries, Fuchs, Lagberg, Südmersen SER Brandbekämpfung in besonderen Lagen, ecomed Verlag 2016
- Cutting Extinguishing Concept –practical and operational use-
- Fuchs, Martin / Ridder, Adrian / Toresson, Magnus: Realbrandausbildung und Innenangriff im Einsatz, BrandSchutz Deutsche Feuerwehr-Zeitung, W. Kohlhammer Verlag, Stuttgart, Ausgabe 03/2012, 2012
- Grimwood, Paul – Eurofirefighter, Jeremy Mills Publishing Limited, GB, 2008
- Mohr, Carsten, Untersuchungen zu Konzepten zur Realbrandausbildung im internationalen Vergleich
(<https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/FIS/Downloads/Informationsangebote/Hochschulschriften/Mohr.html>)
- Online-Kurs zur UL-Studie:
<http://content.learnshare.com/courses/73/306714/player.html>
- Ppt LACo_NIST_UL_Redmond_Workshop
- Ridder, Fuchs, Südmersen, Volkmar – Brandbekämpfung im Innenangriff, ecomed-Verlag, (2013)
- Steve Kerber, UL – Impact of Ventilation on Fire Behavior in Legacy and Contemporary Residential Construction, 2011
<http://www.ul.com/global/documents/offering/industries/buildingmaterials/fireservice/ventilation/DHS%202008%20Grant%20Report%20Final.pdf>
- 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
- www.nist.gov/fire
- www.ULfirefightersafety.com

