

## Ventilation zur Brandbekämpfung

Ziel dieses **Ausbildungsleitfadens** ist es, dass die Teilnehmer die Kompetenz besitzen, die Brandbekämpfung in einer möglichst frühen Phase des Einsatzes durch den offensiven Einsatz des Lüfters zu unterstützen.

### 1. Einleitung

- Ein Feuer wird von drei Faktoren beeinflusst:
  - Temperatur
  - Sauerstoff
  - brennbarem Stoff

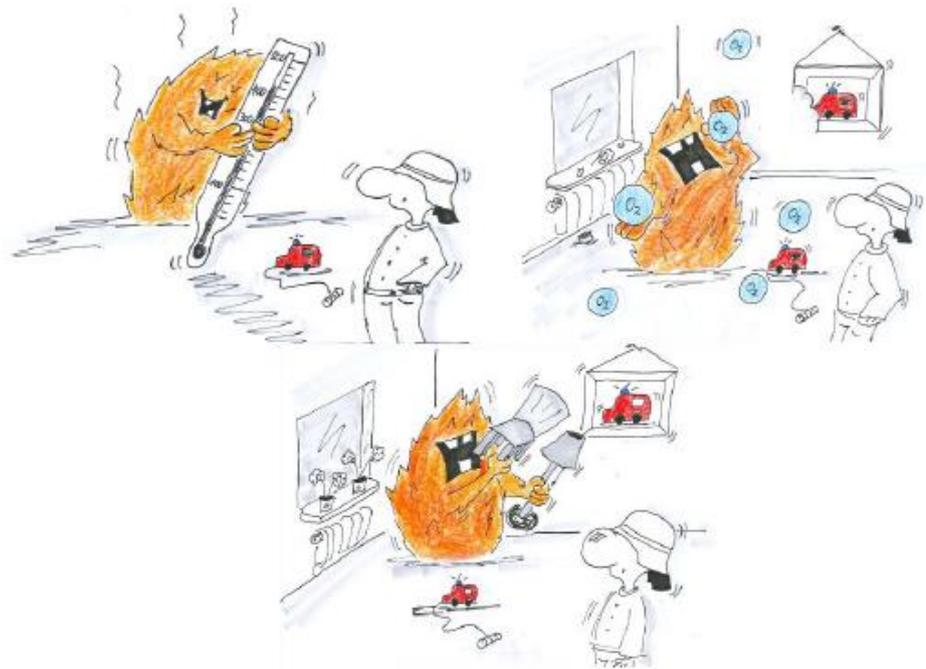


Abbildung 1 Voraussetzungen für eine Verbrennung [IdF NRW]

- Zwei dieser Faktoren kann die Feuerwehr bei einem Zimmerbrand mit ihren Maßnahmen beeinflussen und damit einen Brand kontrollieren und bekämpfen:
  - Temperatur
  - Frischluftzufuhr
- Die „Steuerhebel“ sind:
  - Ventilation / Ventilationskontrolle
  - Wasserabgabe (oder Netzmittel bzw. CAFS)

## 2. Ventilationskontrollierte Brände

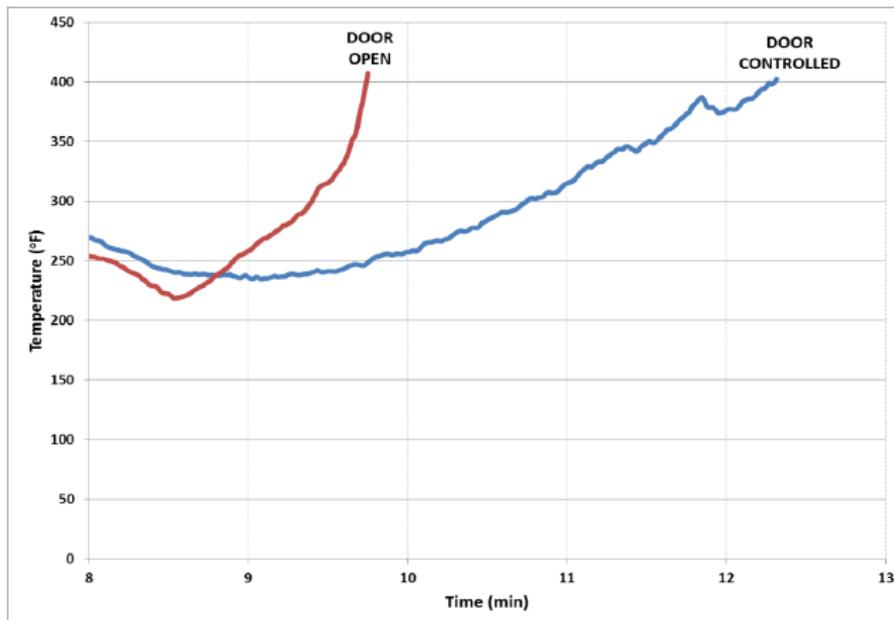
- Brände im Gebäude haben sich durch die Zunahme von Kunststoffen in der Brandlast verändert.
- Naturmaterialien werden bei Bekleidung, Möbeln und Bauteilen immer mehr durch künstliche Materialien ersetzt.
- Die Folgen im Brandfalle sind:
  - Eine Steigerung der Brandgeschwindigkeit
  - Eine erhöhte Wärmefreisetzungsrate
  - Eine gesteigerte Rauchentwicklung
- Der erhöhte Sauerstoffverbrauch und eine optimierte Dämmung und Isolierung der Gebäude machen Frischluft zum limitierenden Faktor für die Brandintensität.
- Man bezeichnet solche Feuer als ventilationskontrollierte Brände.

## 3. Schwerkraftströmung

- In einer von einem Brandereignis betroffenen Nutzungseinheit bildet sich thermisch bedingt eine Luftströmung aus.
- Heiße Brandgase steigen auf.
- Durch die Expansion der Brandgase kommt es zur Ausbildung einer **Überdruckzone** im oberen Bereich des Raumes und einer Strömungsbewegung weg vom Feuer.
- Im unteren Bereich entsteht dagegen durch die abströmenden Rauchgase eine **Unterdruckzone**. Kältere „Frischluft“ wird angesaugt.
- Die von der Thermik angetriebene Luft- und Rauchbewegungen bezeichnet man als Schwerkraftströmung.

## 4. Zuluftkontrolle

- Für die Durchführung einer aktiven Brandbekämpfung muss ein Löschangriff aufgebaut werden.
- Das braucht je nach baulicher Situation Zeit.
- In dieser Zeit ist es wichtig, dass bewusst die Schwerkraftströmung kontrolliert wird.
- Es ist das Ziel die Zuluft auf das nötigste zu begrenzen und dem Feuer keinen zusätzlichen Sauerstoff anzubieten.
- Durch raumabschließende Maßnahmen wie Verschließen und Anlehnen der Türen oder Fenster kann der Frischluftstrom beeinflusst werden.
- Durch diese Maßnahmen kommt es zu einem flacheren Verlauf der Brandverlaufskurve.



- Die Abbildung zeigt den Temperaturanstieg bei Brandversuchen in einem Gebäude. Die rote Kurve zeigt den Brandverlauf bei unkontrollierter Frischluftzufuhr. Die blaue Kurve zeigt den Brandverlauf bei angelehnter Tür.
- Die bewusste Zuluftkontrolle soll den Einsatzkräften ein Zeitfenster schaffen, um bei möglichst stabiler Lage die Maßnahmen zur Brandbekämpfung einzuleiten.
- Die Maßnahmen zur Kontrolle de Luftetrtritts reduzieren gleichzeitig auch den Rauchastritt und tragen so zur Sicherung der Rettungswege bei.

## 5. Taktische Ventilation

- Besteht die Möglichkeit der direkten oder indirekten Brandbekämpfung, dann kann eine offensive Belüftung der Nutzungseinheit erfolgen.
- Ziel der Ventilationstaktik ist es dann den Brandrauch als Gefahrenquelle zu reduzieren oder ganz zu beseitigen.
- Die negativen Aspekte der Frischluftzufuhr müssen durch die Brandbekämpfungsmaßnahmen ausgeglichen werden.

### a) Brandrauch als Gefahrenquelle

- Brandrauch ist toxisch.
- Es ist ein Gemisch aus
  - Festen
  - Flüssigen und
  - Gasförmigen Bestandteilen.
- Die genaue Zusammensetzung variiert je nach brennendem Stoff.
- Brandrauch enthält:
  - Kohlenstoffdioxid (CO<sup>2</sup>)
  - Kohlenstoffmonoxid (CO)
  - Ruß
  - Staubpartikel und
  - Aerosole

- Bei der Verbrennung von Polyvinylchlorid (PVC) entsteht Salzsäure (HCl).
- Bei der Verbrennung von Polyamid entsteht Blausäure (HCN).
  
- Brandrauch ist heiß.
- Die Wärmestrahlung des Rauches ist eine thermische Belastung für Personen und Einsatzkräfte in der betroffenen Nutzungseinheit.
  
- Brandrauch ist brennbar
- Viele Bestandteile des Brandrauches sind brennbar.
- Je nach Temperatur und Durchmischung mit Sauerstoff kommt es zu zündfähigen Gas-Luft-Gemischen.
  
- Brandrauch behindert die Sicht.
- Für die im Innenangriff eingesetzten Trupps wird durch den Rauch die Sicht behindert.
- Schlechte Orientierungsmöglichkeit verbunden mit körperlicher Anstrengung und Hitze stellen neben der physischen auch eine psychische Belastung dar.
- Außerdem verzögert sich durch die Sichtbehinderungen die Rettung von vermissten Personen im verrauchten Bereich.
- Brandrauch ist eine für die Feuerwehr schwer zu beurteilende Gefahrenquelle, die bei Möglichkeit durch taktische Maßnahmen aktiv beseitigt werden sollte.

#### b) Ziele der taktischen Ventilation

- Der Brandrauch stellt wie oben beschrieben eine Belastung und Gefahr für
  - die Trupps im Innenangriff und
  - für die zu rettenden Personen dar.
- Eine aktive Reduzierung der Rauchkonzentration durch maschinelle Ventilation
  - Verbessert die Sichtverhältnisse
  - Senkt die Schadstoffbelastung für Einsatzkräfte und vermisste Personen
  - Ermöglicht ein schnelleres Vorgehen durch die besseren Sichtverhältnisse
  - Senkt die thermische Belastung durch heißen Brandrauch
  - Senkt den Stress durch die verbesserten Sichtverhältnisse
  - Verhindert die Kontamination von noch rauchfreien Bereichen und reduziert somit den Sachschaden
- Für die gezielte und kontrollierte Abführung des Brandrauches werden maschinell angetriebene Lüfter eingesetzt.

## c) Wirkungsweise eines Lüfters

- Die Wirkungsweise eines Lüfters liegt in der Erzeugung eines gerichteten Luftstroms von der Zuluftöffnung bis zur Abluftöffnung
- Es wird ein Luftvolumen (Frischluft) in ein Gebäude eingebracht und dafür Brandrauch aus der Abluftöffnung ins Freie gedrückt.
- Den Weg von der Zuluftöffnung zur Abluftöffnung wird als Ventilationskanal bezeichnet.
- Man kann sich das vorstellen wie eine Röhre, die mit Würfelzuckerstückchen (Luft) gefüllt ist. Wenn an einem Ende (Zuluftöffnung) ein neues Zuckerstück (Luft) reingeschoben wird, dann fällt am anderen Ende (Abluftöffnung) ein Zuckerstück (Luft bzw. Brandrauch) aus der Röhre.
- Bei der Ventilation können leichte Druckanstiege im Gebäude im Millibar auftreten.
- Dieser Druckanstieg ist für den Wirkmechanismus aber unerheblich.
- Der vielfach für die taktische Ventilation verwendete Name „Überdruckbelüftung“ ist irreführend in Bezug auf die tatsächliche Wirkungsweise eines Lüfters.

## d) Praktische Durchführung der taktischen Ventilation

Für einen erfolgreichen und sicheren Einsatz der taktischen Ventilation bei der Brandbekämpfung sind einige Faktoren zu beachten.

- Führung und Kommunikation
  - Der offensive Einsatz der taktischen Ventilation zum Zeitpunkt der Brandbekämpfung kann Vorteile für den Trupp im Innenangriff bringen.
  - Wie oben beschrieben, werden der Brandrauch und der entstehende Wasserdampf aus dem Gebäude gedrückt und die Bedingungen für den vorgehenden Trupp verbessert.
  - Die Ventilation kann sich aber auch nachteilig auswirken.
  - Bei ausbleibender Brandbekämpfung muss jeder Einsatzkraft klar sein, dass der natürliche und der maschinell unterstützte Zustrom von Frischluft die Brandintensität steigert.
  - Die Maßnahme der Ventilation ist daher lageabhängig einzusetzen.
  - Es bedarf einer effektiven Kommunikation zwischen den Einsatzkräften innerhalb und außerhalb des Gebäudes und einer klaren Führung zur
    - ✓ Steuerung
    - ✓ Kontrolle und
    - ✓ Koordinationder Maßnahme.
- Vornahme des Lüfters
  - Für die praktische Durchführung eines offensiven Lüftereinsatzes ist eine möglichst frühzeitige Bereitstellung des Lüftungsgerätes zu empfehlen.
  - Ziel sollte es sein, dass der erste Trupp im Innenangriff von den Vorzügen der taktischen Ventilation profitieren kann.

- Eine zeitgleiche Positionierung mit dem Verteiler an der Zugangsöffnung ist anzustreben.
- Eine spätere Positionierung kann durch Platzprobleme aufgrund verlegter Schlauchleitungen oder Personalmangel erschwert werden.
- Ein Lüfter mit Verbrennungsmotor wird zunächst im Standgas betrieben und in einem 90° Winkel zur Zuluftöffnung aufgestellt.
- Dadurch ist der spontane Einsatz zu jedem Zeitpunkt des Einsatzes möglich und die technische Einsatzbereitschaft bereits überprüft.



Abbildung 13 Lüfter in Bereitschaft [IdF NRW]

- Abhängig von der Bauart und der Wirkungsweise brauchen die Geräte für einen maximalen Volumenstrom unterschiedliche Entfernungen zur Zuluftöffnung  
**Propellerlüfter – 2 Schritte vor der Zuluftöffnung**

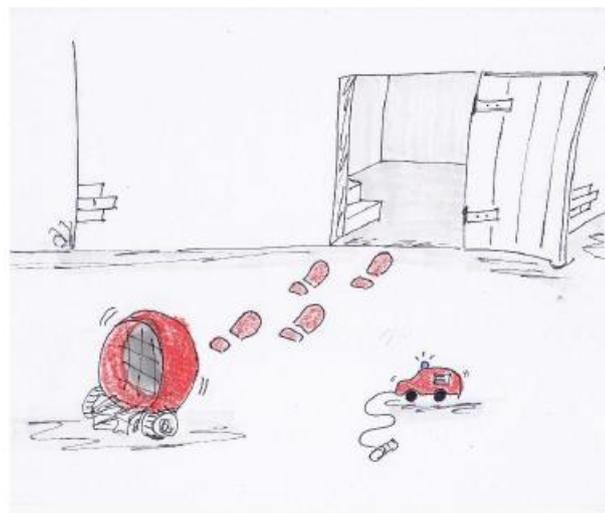


Abbildung 14 Position Propellerlüfter [IdF NRW]

### Turbinenlüfter – 3 Schritte vor der Zuluftöffnung

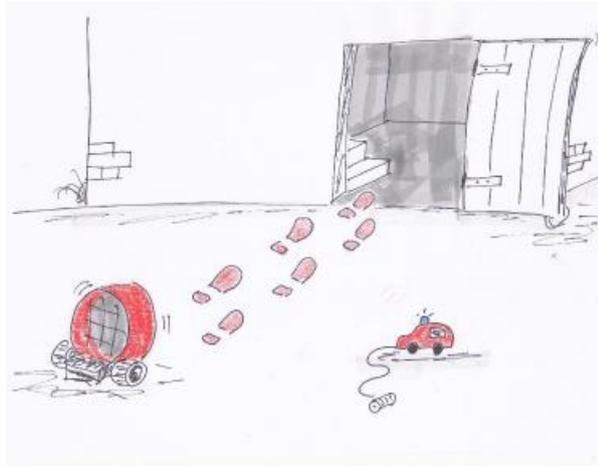


Abbildung 15 Position Turbinenlüfter

#### ➤ Zu- und Abluftöffnung

- Durch die Zuluftöffnung wird die Luft mittels Lüftungsgerät ins Gebäude eingebracht.
- In der Regel ist die Zuluftöffnung eine Tür.
- Sie stellt zugleich die Zutrittsöffnung für die Einsatzkräfte im Innenangriff dar.
- Ein Trupp soll immer mit dem Frischluftstrom im Rücken zur Brandbekämpfung vorgehen, damit er von dem positiven Effekt der Rauchreduzierung bzw. Rauchfreiheit profitieren kann.
- Ein Vorgehen gegen den Luftstrom hat nur eine Verstärkung der Gefahren durch Rauch zur Folge.
- Die Zuluftöffnung sollte zudem nicht zu nah an der Abluftöffnung sein.
- Der austretende Rauch wird ansonsten vom Lüfter wieder in das Gebäude hineingedrückt.
- Für einen gezielten Luftstrom bedarf es neben einer Zuluftöffnung auch einer Abluftöffnung.
- Idealerweise befindet sich die Abluftöffnung im Brandraum.
- Der Brandrauch wird so auf kürzestem Wege aus dem Gebäude gedrückt.
- Die Abluftöffnung soll groß sein.
- Umso größer die Abluftöffnung, umso größer das Luftvolumen, welches pro Zeiteinheit entweichen kann.
- Bei einer im Wohnungsbau üblichen Fensterverteilung können in der Regel alle Fenster im Brandraum geöffnet werden.

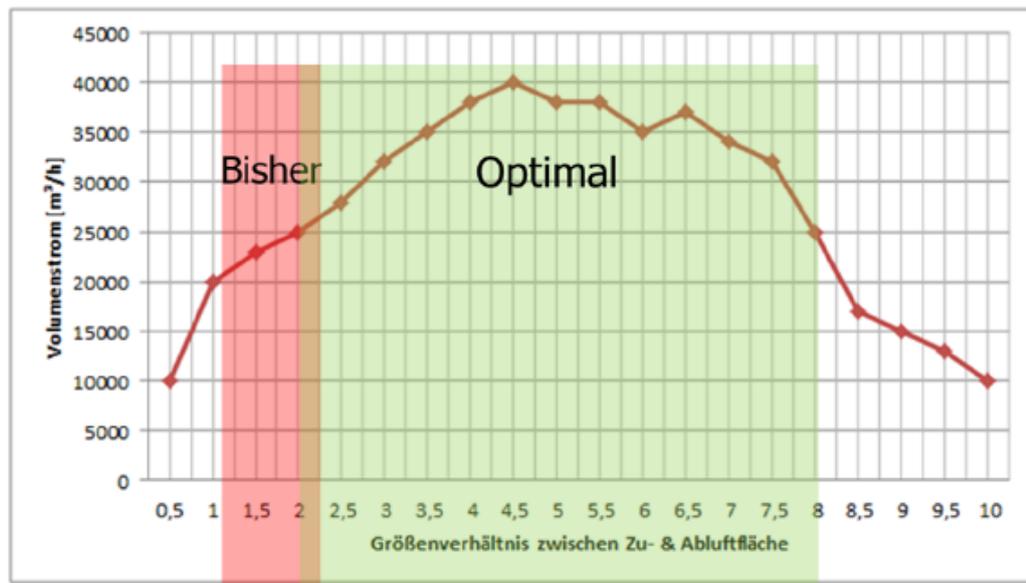


Abbildung 19 Größenverhältnis von Zu- und Abluftöffnung. Bisherige Lehrmeinungen forderten eine maximale 1,5-fach größere Abluftöffnung im Verhältnis zur Zuluftöffnung. Diese Aussage hat sich als falsch herausgestellt. [Grafik:FW Frankfurt a.M.]

- Ist die Abluftöffnung zu klein und kann weniger Luftvolumen entweichen als mittels Lüfter ins Gebäude eingebracht wird, dann kommt es zu einer Verwirbelung und es kann zu einer Luft- und damit auch Rauchströmung in Richtung Zuluftöffnung kommen.
- Die Lüfterleistung ist in diesem Fall zu reduzieren und das Luftvolumen der Kapazität der Abluftöffnung anzupassen.

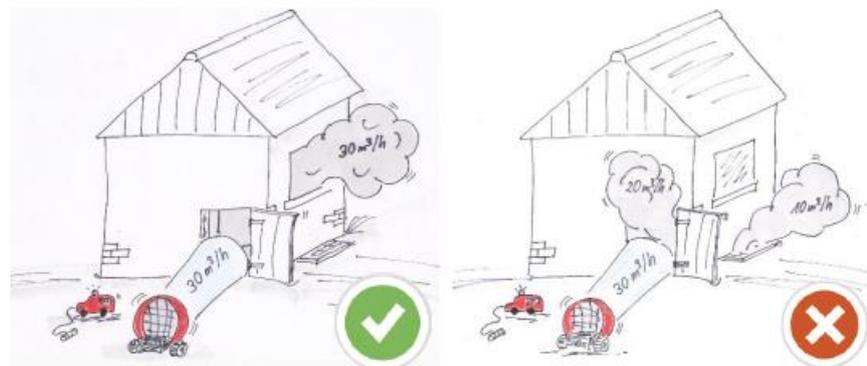


Abbildung 20 Der Lüfter bringt mehr Luft ins Gebäude ein, als aus der Abluftöffnung entweichen kann. Die Lüfterleistung sollte in einem solchen Fall angepasst werden.

- Der Rauchaustritt an der Abluftöffnung wird sich durch die Ventilationsmaßnahmen verstärken.
- Sollten sich Menschen in der Abluftöffnung aufhalten, würde die Gefährdung durch den Brandrauch bei einer Ventilation gesteigert.
- Das gleiche gilt für Personen, die an ihrem Aufenthaltsort (z.B. oberhalb der Abluftöffnung) durch den verstärkt austretenden Brandrauch gefährdet würden.
- Eine Abluftöffnung kann durch Einsatzkräfte z.B. durch das reguläre Öffnen und Schließen von Türen und Fenster realisiert werden.

- Es ist aber auch eine mechanische Zerstörung von Raumabschließenden Strukturen (Türen, Fenster, Wände, Dächer) von außen möglich.
- Bei der Identifizierung des Brandraumes kann bei unklaren Lagen die Wärmebildkamera hilfreich sein.
- Der Vorteil des gewaltsamen Schaffens einer Abluftöffnung von außen ist sicherlich die frühzeitige Möglichkeit zur Ventilation.
- Der Nachteil ist aber, dass ein Verschließen der Abluftöffnung bei Problemen nicht mehr möglich ist, z.B. bei massiver Windlast auf der Abluftöffnung.

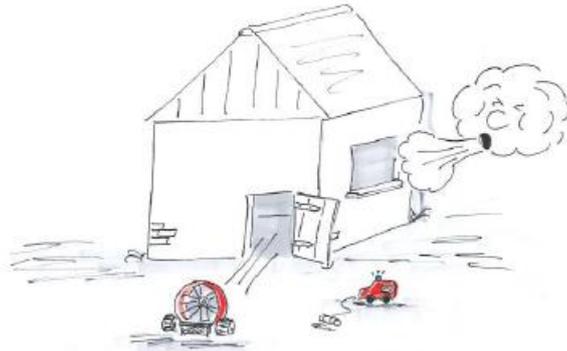


Abbildung 23 Starke Windlast auf der Abluftöffnung kann eine gezielte Ventilation verhindern. [IdF NRW]

- Die Abluftöffnung muss einer ständigen Kontrolle im Rahmen des Führungsvorganges unterzogen werden.
- Austretende Brandgase können sich beim Kontakt mit Luft entzünden und es entsteht die Gefahr der Brandausbreitung durch Feuerüberschlag.

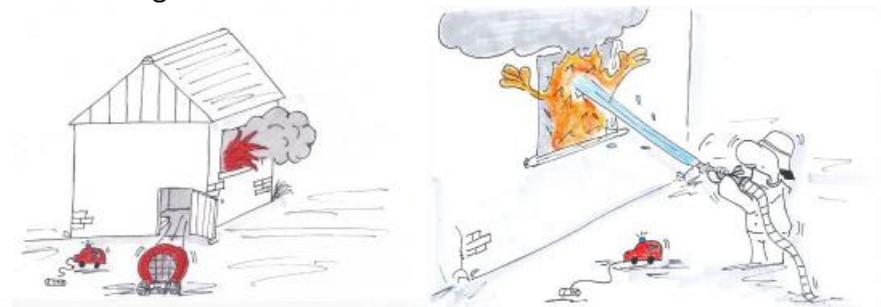


Abbildung 24 Die Abluftöffnung ist zu kontrollieren. [IdF NRW]

➤ Ventilationskanal

- Der Weg zwischen Zu- und Abluftöffnung wird als Ventilationskanal bezeichnet.
- Der Ventilationskanal muss einen gerichteten Luftstrom ermöglichen und bedarf einer ständigen Kontrolle auf Funktionalität.

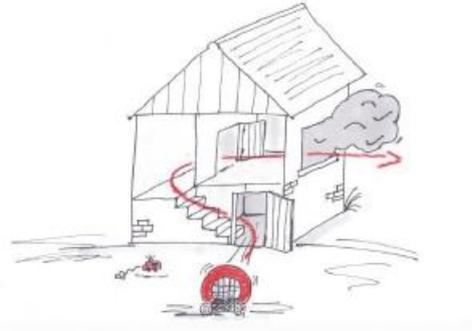


Abbildung 25 Der Ventilationskanal wird vom vorgehenden Trupp festgelegt und kontrolliert. [IdF NRW]

- Der Ventilationskanal wird vom vorgehenden Trupp festgelegt und kontrolliert.
- Unnötige Öffnungen müssen geschlossen werden, damit ein gerichteter Luftstrom entsteht.
- Türen und Fenster im Ventilationskanal sind gegen ein Zuschlagen durch den Luftstrom zu sichern.
- In die letzte Tür vor oder an der Rauchgrenze wird der mobile Rauchverschluss eingebaut.
- Er bildet eine Rückfallebene gegen die unkontrollierte Rauchausbreitung, wenn die Ventilation ausfallen sollte oder abgebrochen werden muss.
- Zugleich zeigt er durch seine Bewegungen den Luftstrom und damit die Funktionalität des Ventilationskanals an.



Abbildung 26 Neben der Ventilation verhindert der mobile Rauchverschluss ein unkontrolliertes Ausbreiten von Rauch im Gebäude. [IdF NRW]

- Möglichkeit zur Brandbekämpfung
  - Durch die Ventilation wird dem Feuer in verstärktem Maße Frischluft zugeführt.
  - Dies führt zu einem steilen Anstieg der Brandverlaufskurve.
  - Es ist also erforderlich, dass entweder vor dem Start oder unmittelbar nach dem Beginn der Ventilation die Brandbekämpfung eingeleitet wird.

Sind diese Voraussetzungen gegeben, kann die taktische Ventilation durchgeführt werden. Die Auswirkungen und der Verlauf der Ventilation sind permanent zu kontrollieren. Sollten Probleme auftreten oder die Bedingungen nicht mehr erfüllt sein, ist die Maßnahme sofort zu unterbrechen.

## 6. Zusammenfassung

- Zimmerbrände sind heutzutage vermehrt **ventilationsgesteuerte Brände**.
- Die Versorgung mit Frischluft bestimmt die Brandverlaufskurve.
- Mehr Luft bedeutet eine Zunahme der Brandintensität.
- Zimmerbrände erzeugen durch die hohen Anteile von Kunststoffen viel Rauch.
- Rauch hat mehrere gefährliche Eigenschaften für die Einsatzkräfte im Innenangriff.
- Ziel einer modernen Brandbekämpfung ist es, so schnell wie möglich das Löschmittel einzusetzen.
- Sowohl der Außenangriff als auch der Innenangriff brauchen Zeit zur Vorbereitung und zur Durchführung.
- In dieser Phase des Einsatzes kann die Brandverlaufskurve durch die Kontrolle der Zuluft beeinflusst werden.
- Sobald es der Feuerwehr möglich ist, die Brandverlaufskurve durch eine aktive Brandbekämpfung von außen und/ oder innen zu steuern, kann die Ventilation mit Frischluft massiv verstärkt werden.
- Durch den Einsatz von maschinell angetriebenen Lüftern wird Frischluft ins Gebäude transportiert und toxischer, heißer und zum Teil brennbarer Rauch über eine Abluftöffnung im Brandraum aus dem Gebäude gedrückt.

## 7. Checkliste für den Lüftereinsatz

Für den sicheren und kontrollierten Lüftereinsatz müssen folgende Bedingungen erfüllt sein und im Rahmen der Erkundung ermittelt werden:

- Kommunikation zwischen Innen und Außen funktioniert?
- Lüfter einsatzbereit positioniert?
- Zu- und Abluftöffnung vorhanden?
- Keine Person in der Abluftöffnung?
- Ventilationskanal gesichert?
- Mobiler Rauchverschluss gesetzt?
- Brandbekämpfung (Innenangriff, Fensterimpuls von außen) unmittelbar möglich?

8. **Quellennachweis**

- Lernunterlage, „Ventilation zur Brandbekämpfung, Institut der Feuerwehr NRW Münster, Ausgabe April 2020
-