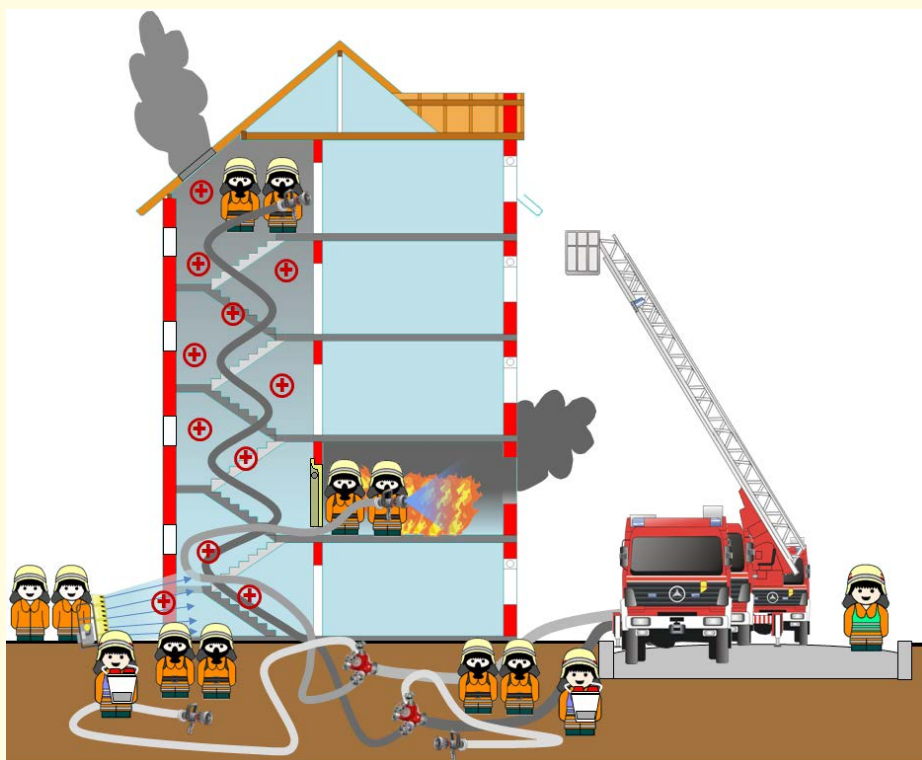


Einsatztaktik für die Feuerwehr

Hinweise zur Ventilation

bei Brandeinsätzen



Ausgabe: Oktober 2012 · Fabian Müller

Urheberrechte:

© 2012 Landesfeuerwehrschule Baden-Württemberg, Bruchsal. Alle Rechte vorbehalten



Baden-Württemberg

LANDESFEUERWEHRSCHULE

1. Einleitung

Brandrauch stellt bei Bränden innerhalb von Gebäuden aufgrund seiner gesundheitsschädlichen Inhaltsstoffe und der mit ihm einhergehenden Sichtbehinderung die größte Gefahr für Personen dar und erschwert die Arbeit vorgehender Trupps erheblich. Eine frühzeitige Entrauchung kann dazu beitragen,

- die Überlebenschance von vermissten Personen zu erhöhen,
- die Personensuche und die Brandbekämpfung für vorgehende Trupps zu erleichtern und
- Rettungswege (Treppenräume und Flure) zu sichern.

Trotz erkennbarer Vorteile können bei falscher Anwendung einer aktiven Belüftung aber auch gleichermaßen Gefahren für betroffene Personen und vorgehende Einsatzkräfte entstehen, indem durch eine aktive Belüftung eine unkontrollierte Ausbreitung von Feuer und Rauch begünstigt wird. Um dies zu vermeiden, muss bei Führungskräften nicht nur ein Grundverständnis für das Zustandekommen von Luftströmungen vorhanden sein, sondern auch die Kenntnis darüber, welche Faktoren eine Belüftung generell beeinflussen und dem Erfolg der Maßnahme entgegenwirken können. Diese Lernunterlage der Landesfeuerwehrschule Baden-Württemberg gibt Hinweise zur Belüftung bei Brandeinsätzen und zeigt anhand exemplarischer Einsatzsituationen verschiedene Möglichkeiten eines systematischen Vorgehens auf.

2. Hintergründe

2.1 Natürliche und maschinelle Ventilation

Generell ist die natürliche von der maschinellen Belüftung zu unterscheiden. Eine natürliche Belüftung wird bereits durch das bloße Öffnen von Fenstern und Türen erreicht. Hierbei richtet sich der Luftstrom nach den vorhandenen Druck- und Temperaturunterschieden aus, wobei die Luft vom Raum höheren Drucks in Richtung des Ortes mit niedrigerem Druck strömt. Durch das Öffnen von Fenstern kann man im Innenangriff zeitnah und einfach bewirken, dass heiße Rauchgase abgeführt und dadurch bessere Umgebungsbedingungen geschaffen werden. Infolgedessen kann eine Belüftung bereits dann eingeleitet werden, wenn in der Erstphase eines Einsatzes kein Belüftungsgerät zur Verfügung steht. Werden mehrere Abluftöffnungen durch einen Trupp geschaffen, so müssen beim späteren Einsatz einer maschinellen Belüftung wieder gezielt Fenster geschlossen werden, damit eine wirkungsvolle Belüftung durch eine Abluftöffnung erfolgen kann.

Die maschinelle Belüftung ist als eine Unterstützung und Beschleunigung der natürlichen Belüftung zu sehen, bei der ein minimaler (zur Umgebung relativer) Überdruck erzeugt und daher häufig auch als Überdruckbelüftung bezeichnet wird. Durch eine gezielte Beeinflussung der Luftströmungs- und Druckverhältnisse im Gebäude kann der Luftstrom gezielt gelenkt und damit die Rauch- und Wärmebelastung in Räumen verringert werden. Im Vergleich zur natürlichen Belüftung stellt die maschinelle Belüftung die wesentlich schnellere und wirkungsvollere Methode dar.

Die maschinelle Belüftung ist schneller und effektiver als eine natürliche Belüftung. Mit ihrer Hilfe können die Luftströme im Gebäude gezielt gelenkt werden.

2.2 Funktionsprinzip der maschinellen Belüftung mittels Belüftungsgeräten

Prinzipiell können bei der maschinellen Belüftung zwei Verfahren unterschieden werden: Überdruck- und Unterdruckbelüftung. Die Überdruckbelüftung hat sich bei Feuerwehreinsätzen aufgrund einer größeren Flexibilität und Effizienz etabliert, sodass die Unterdruckbelüftung nur noch in Sonderfällen Anwendung findet und in den nachfolgenden Ausführungen nicht weiter betrachtet werden soll.

Mit dem Einsatz mobiler Belüftungsgeräte wird bei Brandeinsätzen das Ziel verfolgt, durch den erzeugten Luftstrom schnellstmöglich Rauch, Wärme und giftige Verbrennungsprodukte aus einem Gebäude zu verdrängen. In Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten (Größe der Zuluftöffnung, Ausdehnung des Objektes, Leistung des Belüftungsgerätes) werden ein oder mehrere Lüfter in der Regel vor dem Gebäudeeingang platziert. Um einen gerichteten Luftstrom zu erreichen, sind eine Zu- und eine Abluftöffnung erforderlich. Das belüftete, zwischen beiden Öffnungen liegende Raumvolumen, stellt dabei eine Art Luftkanal dar, dessen Größe durch das Öffnen und Schließen von angrenzenden Abschlüssen (Türen oder Fenster) variiert werden kann. Durch die ins Gebäude geblasene Luft wird ein minimaler Überdruck im belüfteten Bereich erzeugt. Zur Veranschaulichung dient nachfolgende Abbildung:

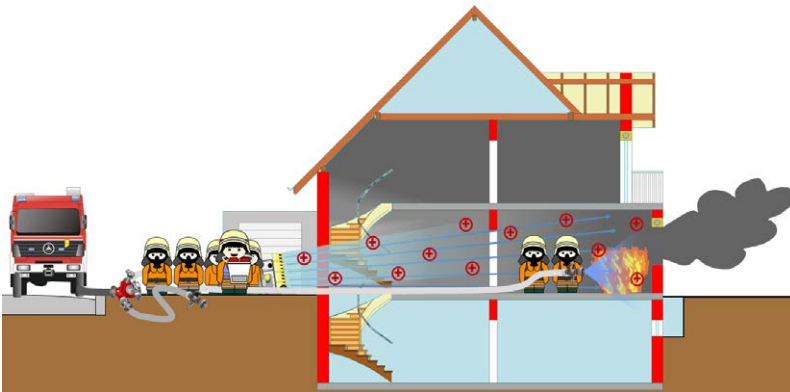


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Funktionsprinzips der Überdruckbelüftung in einem Gebäude

Für eine Belüftung sind eine Zu- und eine Abluftöffnung erforderlich. Der belüftete Raum zwischen der Zu- und der Abluftöffnung stellt den Luftkanal dar, dessen Größe durch das Öffnen und Schließen von angrenzenden Raamtüren beeinflusst werden kann.

Neben unterschiedlichen Antriebsarten (verbrennungsmotor-, elektrisch- oder wasserbetrieben) unterscheiden sich die einzelnen Geräte weiterhin im Aufbau und in der Größe des Schaufelrades und damit verbunden durch die physikalische Wirkweise der Entrauchung. Die größeren „Überdruck“- bzw. Propellerlüfter erzeugen in der Regel einen großen Luftkegel und geringere Luftgeschwindigkeiten; die vom Belüftungsgerät erzeugte Energie wird dabei vorwiegend in Druck umgewandelt. Die kleineren „Injektor“- bzw. Turbolüfter erzeugen einen kleineren Luftkegel, der jedoch wesentlich höhere Geschwindigkeiten aufweist und dadurch weitere Außenluft vor der Zuluftöffnung ansaugen kann. Hierbei wird die Energie vorwiegend in Luftgeschwindigkeit umgewandelt (vgl. Reick [1]). Obgleich beide Gerätearten nach Herstellerangaben und gemäß Fachliteratur ein jeweils eindeutiges Strömungsverhalten aufweisen, ist fraglich, inwieweit sich in der Praxis merkbare Unterschiede erkennen lassen. Vielmehr ist anzunehmen, dass sich in der überwiegenden Zahl der Brandeinsätze in Wohngebäuden aufgrund vorhandener Randbedingungen ein ähnliches Verhalten beider Gerätearten zeigen wird (vgl. von der Lieth et al. [2]). Nachfolgend soll daher nicht weiter zwischen beiden Gerätearten unterschieden, sondern allgemeine und geräteunabhängige Hinweise gegeben werden. Die Tatsache, dass sowohl Propeller- als auch Turbolüfter bei speziellen Gebäudegeometrien jeweils Vorteile aufweisen können, bleibt davon unberührt.

Eine Unterscheidung in „Überdruck“- und „Injektorlüfter“ ist für den Feuerwehreinsatz von untergeordneter Bedeutung.

Bei verbrennungsmotorbetriebenen Belüftungsgeräten ist zu beachten, dass diese nicht innerhalb von Gebäuden eingesetzt werden dürfen. Aufgrund der entstehenden Abgase können bereits nach kurzer Einsatzzeit gefährliche Kohlenmonoxid-Konzentrationen entstehen, die ein erhebliches Gesundheitsrisiko für

Personen darstellen (vgl. Sickinger et al. [3], S. 538ff). Beim Einsatz in freier Umgebung sollte grundsätzlich ein Abgasschlauch verwendet werden, damit die vom Motor erzeugten Abgase nicht angesaugt und konzentriert ins Gebäude ventiliert werden. Dies gilt gleichermaßen für Einsatzfahrzeuge, wenn sich diese in der Nähe des Belüftungsgerätes befinden. Auch hier kann es zu einem Ansaugen der Abgase kommen, die ebenfalls zu einer erhöhten Schadstoffkonzentration im Gebäude beitragen können.

Verbrennungsmotorbetriebene Belüftungsgeräte dürfen innerhalb von Gebäuden nicht eingesetzt werden!

Beim Einsatz in freier Umgebung ist ein Abgasschlauch zu verwenden!

Dies gilt auch für Einsatzfahrzeuge, die in unmittelbarer Nähe des Belüftungsgerätes stehen.

3. Belüftung im Feuerwehreinsatz

Stellt man sich die Frage, wann eine Belüftungsmaßnahme im Rahmen von Brandeinsätzen sinnvoll ist und Anwendung finden kann, so lassen sich im Wesentlichen drei Fälle unterscheiden:

- Fall A: Sicherung von Rettungswegen (z. B. Treppenräume)
- Fall B: Unterstützung vorgehender Trupps zur Menschenrettung und/oder Brandbekämpfung
- Fall C: Entrauchung eines abgelöschten Brandbereiches.

Zum besseren Verständnis werden nachfolgend für jeden Anwendungsfall die wesentlichen Voraussetzungen, die allgemeine Vorgehensweise sowie mögliche Gefahren beschrieben. Faktoren, die generell einen Einfluss auf die Belüftung haben können, werden in Kapitel 4 genannt.

3.1 Sicherung von Rettungswegen

Die Sicherung von Rettungs- und Angriffswegen stellt eine wichtige taktische Maßnahme bei Brandeinsätzen in Gebäuden dar. Es ist immer ein vorrangiges Ziel, Treppenräume und Flure rauchfrei zu halten oder diese möglichst zeitnah wieder zu entrauchen.

Voraussetzungen

- Eine Abluftöffnung muss im oberen Bereich des Treppenraumes vorhanden sein oder durch einen vorgehenden Trupp geschaffen werden.
- Für eine maschinelle Belüftung in der Erstphase muss Personal (Für die Kontrolle des Treppenraumes und das Schaffen von Abluftöffnungen benötigt man in der Regel eine weitere Gruppe!) vorhanden sein, welches nicht für eine zeitkritischere Tätigkeit (z. B. Menschenrettung über tragbare Leitern) benötigt wird.

Vorgehensweise

Sind Rettungswege bzw. Treppenräume verraucht, so wird die Belüftung und Entrauchung des Treppenraumes mit zu den ersten Aufgaben der Feuerwehr gehören. Bereits durch das Öffnen von Treppenraumfenstern oder eventuell vorhandenen Rauch- und Wärmeabzugseinrichtungen kann initial eine natürliche Entrauchung durch den sich ausbildenden Kamineffekt eingeleitet werden. Eine Rauch- und Wärmeabzugseinrichtung wird immer betätigt, auch wenn sich dies negativ auf eine spätere Belüftung (gezielte Entrauchung anderer Nutzungseinheiten) auswirken könnte. In diesem Fall geht der Schutz des Treppenraumes vor. Eine Rauch- und Wärmeabzugseinrichtung kann – wenn gefahrlos möglich – auch schon bei der Erkundung durch die Führungskräfte ausgelöst werden.

Rauch- und Wärmeabzugseinrichtungen werden bei verrauchten Treppenräumen immer betätigt. Der Schutz des Treppenraumes geht einer späteren Belüftung einzelner Nutzungseinheiten immer vor!

Um die Entrauchung zu beschleunigen und einen gerichteten Luftstrom von der Zu- zur Abluftöffnung zu gewährleisten, sollte die Maßnahme zeitnah durch ein Belüftungsgerät unterstützt werden. Vorrangig wird der Bereich entraucht, der sich zwischen der Zuluftöffnung (Eingangstüre) und der Abluftöffnung (geöffnetes Treppenraumfenster) befindet. Wenn möglich sollte daher zur Entrauchung des gesamten Treppenraumes das oberste Treppenraumfenster durch einen Trupp geöffnet werden. In jedem Fall muss jedoch die Abluftöffnung oberhalb des Brandgeschosses gewählt werden, da nachströmender Brandrauch aufgrund der Thermik aufsteigt und sich zuerst im oberen Bereich des Treppenraumes ansammeln wird.

Hierbei darf jedoch niemals, auch nicht zur Menschenrettung, ein Trupp am Feuer vorbei gehen! Das Risiko, dass sich das Feuer im Rücken des Trupps ungehindert ausbreiten könnte, ist viel zu groß. In diesen Fällen muss immer zuerst ein Trupp zur Brandbekämpfung vorgehen, bevor ein weiterer Trupp Abluftöffnungen im Treppenraum über/hinter dem Feuer schaffen kann. Das Gleiche gilt selbst dann, wenn noch eine Menschenrettung über/hinter dem Feuer durchzuführen wäre.



Abbildung 2: Auch beim Schaffen von Abluftöffnungen gilt: nie am Feuer vorbei!

Unabhängig von zuvor genannten Maßnahmen sollte frühzeitig durch den erstvorgehenden Trupp ein mobiler Rauchverschluss in der Tüorzarge zum Brandbereich eingesetzt werden. Der mobile Rauchverschluss vermindert ein Nachströmen von Rauchgasen in den Treppenraum und dient ebenfalls der Sicherung der Rettungswege. Ist kein mobiler Rauchverschluss vorhanden, so sind im Brandraum großzügige Abluftöffnungen zu schaffen und die Brandraumtüre ist soweit wie möglich zu schließen und zu unterkeilen.



Abbildung 3: Ein mobiler Rauchverschluss wirkt sich auch positiv bei der Entrauchung eines Treppenraumes aus.

Bei der Brandbekämpfung sollte vom vorgehenden Trupp ein mobiler Rauchverschluss an der Rauchgrenze eingesetzt werden, um eine weitere Rauchausbreitung zu vermeiden.

Wird ein solcher nicht verwendet, so können durch den – im Besonderen bei einer maschinellen Belüftung – einsetzenden Kamineffekt Rauchgase aus dem Brandbereich in den Treppenraum angesaugt werden, was eine weitere Verrauchung des Treppenraumes und gegebenenfalls auch eine Verstärkung des Raucheintritts in die darüber liegenden Wohneinheiten zur Folge hätte.



Abbildung 4: Bei der Belüftung des Treppenraumes kann es unter Umständen auch zu einem Ansaugen von Rauchgasen aus dem Brandraum in den Treppenraum kommen.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass bei einem Einsatz eines Belüftungsgerätes die Auswirkungen auf die Einsatzstelle ständig beobachtet werden müssen. Verschlechtert sich die Situation an der Einsatzstelle, so muss die maschinelle Belüftung abgebrochen werden.

Verschlechtert sich mit der maschinellen Lüftung die Situation an der Einsatzstelle, so muss die maschinelle Belüftung abgebrochen werden.

Kommt es bei der Belüftung eines Treppenraumes zu einem Ansaugen der Rauchgase aus dem Brandraum in den Treppenraum und ist kein mobiler Rauchverschluss vorhanden, so ist die maschinelle Belüftung einzustellen. In dieser Situation ist der Treppenraum natürlich zu belüften, indem alle Treppenraumfenster geöffnet werden. Zugleich kann man ebenfalls im Brandraum großzügige Abluftöffnungen schaffen und die Brandraumtür soweit wie möglich schließen und unterkeilen, um den Rauchaustritt in den Treppenraum zu minimieren.

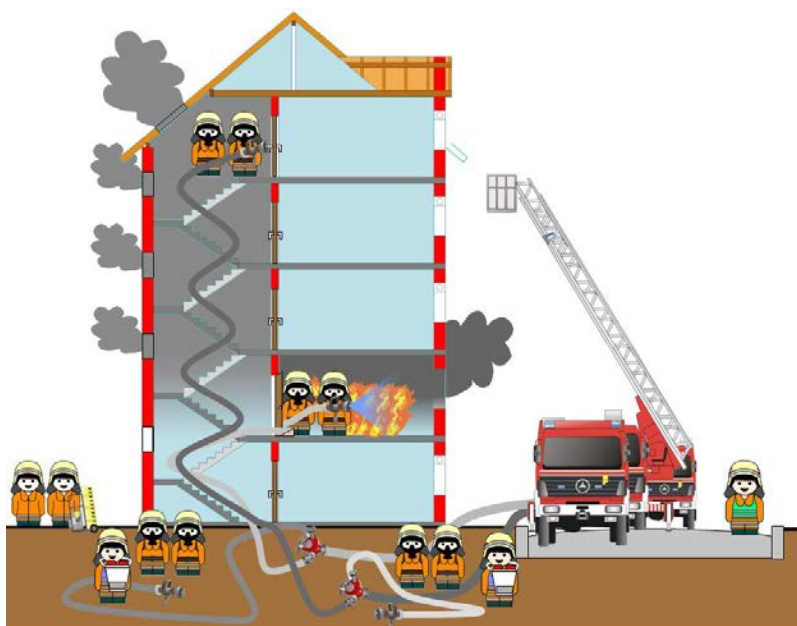


Abbildung 5: Falls der gewünschte Erfolg bei der maschinellen Belüftung nicht eintritt, ist die maschinelle Belüftung zu beenden und der Treppenraum natürlich zu belüften.

Mögliche Gefahren:

Neben dem Ansaugen von Rauchgasen aus dem Brandraum in den Treppenraum kann es auch noch zu weiteren Gefahren kommen. Die Belüftung bzw. Entrauchung eines Treppenraumes allein beeinflusst den Brand in der Regel kaum. Lediglich ein Teil des Luftstromes wird immer in den Brandbereich einströmen. Ein bestehender Brandherd wird dadurch dennoch belüftet und angefacht.

Dies kann aber nur dann Auswirkungen haben, wenn zu diesem Zeitpunkt noch keine Abluftöffnung in der Nähe des Brandherdes besteht oder wenn der Brandherd noch nicht lokalisiert wurde. Um zu vermeiden, dass heiße Rauchgase in andere unbetroffene Bereiche oder Geschosse verdrängt werden, ist sicherzustellen, dass eine Abluftöffnung vorhanden ist, aus der die Rauchgase ins Freie abgeleitet werden können. Andernfalls ist die maschinelle Belüftungsmaßnahme so lange aufzuschieben, bis eine Abluftöffnung existiert.

3.2 Unterstützung vorgehender Trupps zur Menschenrettung bzw. Brandbekämpfung

Befinden sich noch Personen im brennenden Gebäude, so hat die Rettung dieser höchste Priorität. Hierbei gilt: Personen, welche sich an den Fenstern befinden, werden über Leitern gerettet; Personen die im Gebäude vermisst sind, werden über den Treppenraum gerettet.

Aus verrauchten Bereichen werden in der Regel

- Personen an Fenstern über Leitern gerettet
- Personen, die im Gebäude vermisst sind, über den Treppenraum gerettet.

Sind Personen über Fenster/Balkone oder Ähnliches aus verrauchten Bereichen zu retten, so darf in diesem Zeitraum keine maschinelle Belüftung stattfinden. Die Gefahr ist zu groß, dass durch die maschinelle Belüftung noch zusätzlich Rauchgase in Richtung der Personen gedrückt werden und deren Situation noch weiter verschlimmern.

Werden Personen über Leitern aus verrauchten Bereichen gerettet, so darf in diesem Zeitraum keine maschinelle Belüftung stattfinden!



Abbildung 6: Bei einer Menschenrettung über Leitern aus verrauchten Bereichen darf keine maschinelle Lüftung erfolgen!

Um potentiell eingeschlossene Personen zu retten und eine wirkungsvolle Brandbekämpfung durchführen zu können, müssen Einsatzkräfte der Feuerwehr in verrauchte Brandbereiche vordringen. Vor allem die bei einem Brand entstehenden heißen und dunklen Rauchgase stellen für vorgehende Trupps widrige Umgebungsbedingungen dar, aufgrund derer eine Personensuche und Brandbekämpfung erheblich erschwert wird. Auch in bekannten Räumen können Trupps durch eine fehlende Sicht schnell die Orientierung verlieren. Wärmebildkameras können die Arbeit von vorgehenden Trupps zwar erleichtern, die körperliche und psychische Belastung, welche auf Atemschutzgeräteträger im Innenangriff wirkt, darf dennoch nicht unterschätzt werden.

Wird in der Frühphase eines Einsatzes – parallel oder noch vor Beginn der Brandbekämpfung – belüftet, so spricht man von einer offensiven (bzw. aggressiven) Belüftung, bei der es zu einer bewusst in Kauf genommenen Beeinflussung des Brandverlaufes kommt. Dabei wird der Austritt giftiger und heißer Verbrennungsprodukte aus dem Gebäude beschleunigt, sodass vorgehende Trupps im Innenangriff verbesserte Sichtbedingungen vorfinden und geringeren Umgebungstemperaturen ausgesetzt sind. Unter Berücksichtigung nachfolgend genannter Voraussetzungen kann durch diese Maßnahme die Sicherheit der eigenen Kräfte erhöht werden. Gleichzeitig kann die frühzeitige Zuführung von Frischluft einen Beitrag dazu leisten, die Überlebenschancen von vermissten Personen in verrauchten Räumen zu erhöhen, da der Schadstoffanteil in den belüfteten Räumen reduziert wird.

Jedoch birgt eine solche offensive Belüftung auch eine Reihe von Gefahren:

Anfachen des Brandes:

Prinzipiell nimmt jede Belüftung eines aktiven Brandbereiches einen Einfluss auf den Brandverlauf. Die Anfachung des Brandherdes wird bei einer natürlichen Belüftung zwar weniger stark ausgeprägt sein als bei einer maschinell unterstützten, in beiden Fällen jedoch auftreten. Das Vordringen in einen Brandraum stellt somit ebenfalls immer einen Eingriff in die Ventilationsbedingungen eines Brandes dar. Dies kann auf unterschiedliche Arten geschehen:

- a) Indirekt (z. B. durch Öffnen von Türen)
- b) Bewusst (z. B. durch das Öffnen von Fenstern)
- c) Aktiv (durch Verwendung von Belüftungsgeräten)
- d) Unkontrolliert (z. B. durch das Bersten von Fensterscheiben oder durch Windeinfluss).

Das aus der Belüftung resultierende Anfachen des Brandes wird in größeren Räumen mit Wänden aus nicht brennbaren Baustoffen (z. B. Beton oder Mauerwerk) zunächst eine nur untergeordnete Rolle spielen, da der Brandherd durch bessere Sichtverhältnisse schneller gefunden und bekämpft werden kann. Die erhöhte Wärmefreisetzung wird somit nur von kurzer Dauer sein und daher keinen wesentlichen Einfluss auf ein Versagen der Umgebungsbauteile haben.

Kritisch kann eine Anfachung des Brandherdes allerdings dann werden, wenn sich der Brand in Räumen mit brennbaren Baustoffen befindet, wie z. B. bei Bränden in Dachstöcken oder innerhalb von Altbauten/Fachwerkgebäuden. Solche Gebäude verfügen in aller Regel über brennbare Bestandteile in Wänden und Decken (z. B. Stroh, Schilf etc.), die keine Feuerwiderstandsfähigkeit aufweisen. Ein Übergreifen des Brandes auf andere Räume oder Geschosse wird somit beschleunigt. Erschwerend kommt bei Altbauten/Fachwerkgebäuden hinzu, dass diese Gebäude häufig durch eine verwinkelte Bauweise ohne klar erkennbare Raumaufteilung charakterisiert sind und dadurch der Weg des Luftstromes von außen nicht genau erkennbar bzw. definierbar ist. Auch sind bei derartigen Gebäuden größere Undichtigkeiten anzunehmen, weshalb Rauchgase hier besonders schnell in andere Bereiche gelüftet werden können. Eine offensive Belüftung bei Bränden in Altbauten/Fachwerkgebäuden oder in Dachstöcken ist folglich als kritisch zu betrachten und wird nicht empfohlen. Um eine Ausbreitung von Feuer und Rauch zu vermeiden, sollte die maschinelle Belüftung erst dann gestartet werden, wenn das Feuer durch einen Trupp mit Wasser am Rohr kontrolliert wird und eine Brandbekämpfung eingeleitet wurde.

Rauchgasdurchzündung:

Bei einem zunächst unterventilierten Brand kann die aktive Zuführung von Frischluft dazu führen, dass sich die im Raum befindlichen Rauchgase mit dem aktiv eingeblasenen Luftsauerstoff vermischen und sich ein zündfähiges Brandgas-Luftgemisch bildet, was zu einer Rauchgasdurchzündung führen kann. Zwar kann diese Gefahr durch die maschinelle Belüftung in Verbindung mit einem mobilen Rauchverschluss vor einem Brandraum vermindert werden, da ein verwirbelungsarmer und bodennaher Frischlufteinstrom erfolgt; sie kann jedoch keinesfalls ausgeschlossen werden. Sind daher Anzeichen einer Rauchgasdurchzündung vorhanden, so darf keine offensive Belüftung eingeleitet werden.

Hinweis:

Anzeichen für eine mögliche Rauchgasdurchzündung sind:

- eine schnelle Veränderung des Rauchbildes hin zu
- dunklem, dichten
- schnell aufsteigendem,

- sehr turbulenten,
- pulsierenden Rauch mit
- Lokomotiv- und Dralleffekt sowie
- erste Flammenzungen in der Rauchgasschicht

Der Fokus sollte hier primär auf einer Kühlung der Rauchgase liegen, um dem Brandraum Energie zu entziehen. Die empfohlene Vorgehensweise für Trupps beim Öffnen von (heißen) Raamtüren (die sogenannte „Türöffnungsprozedur“) ist demnach weiterhin von Bedeutung und kann nicht durch eine offensive Belüftung ersetzt werden.

Rauchgasverschleppung:

Unabhängig von zuvor genannten Punkten kann eine maschinelle Belüftung dazu beitragen, dass Rauch verstärkt über versteckte Öffnungen oder Hohlräume (wie z. B. Installations- und Lüftungskanäle oder abgehängte Decken) in andere, unbetroffene Bereiche ventiliert wird und es dadurch zu einer Schadenvergrößerung kommt. Da eine offensive Belüftung in der Frühphase eines Einsatzes stattfindet und zu diesem Zeitpunkt in der Regel noch keine ausreichenden Kenntnisse über potentiell vorhandene Kanäle oder Hohlräume vorhanden sind, kann eine unkontrollierte Rauchgasausbreitung über unbekannte Wege nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Der Einsatzleiter muss daher stets zwischen der potentiellen Gefahr einer Schadenausbreitung und dem Nutzen einer frühzeitigen Belüftung für vermisste Personen und vorgehende Kräfte abwägen, bevor der Entschluss für eine offensive Belüftung getroffen wird.

Zusammengefasst gilt für die offensive Belüftung: Können die nachfolgend in Kapitel 4 genannten Einflussfaktoren weitestgehend ausgeschlossen werden (z. B. stark auftreffender Wind auf Abluftöffnung) und sprechen keine objektiv vorhandenen Gründe gegen den Einsatz einer offensiven Belüftung (z. B. Personen im Abluftstrom), so wird eine Menschenrettung aus einem verrauchten Bereich, wenn bereits eine Abluftöffnung vorhanden ist, eine offensive Belüftung rechtfertigen. Gleichmaßen kann als Rechtfertigungsgrund die Unterstützung vorgehender Trupps bei Bränden in Untergeschossen angesehen werden, wenn ein Vorankommen zum Brandherd ansonsten nur schwer möglich ist.

Eine offensive Belüftung findet in der Frühphase eines Einsatzes parallel zum Vorgehen des ersten Trupps zur Menschenrettung oder Brandbekämpfung statt. Sind keine Anzeichen einer Rauchgasdurchzündung erkennbar, so ist eine offensive Belüftung in zwei Fällen gerechtfertigt:

- Zur Menschenrettung (vermisste Personen) bei bereits vorhandener Abluftöffnung oder
- Zur Unterstützung vorgehender Trupps bei Bränden in Untergeschossen, um ein Vorankommen zum Brandherd zu ermöglichen.

Voraussetzungen

- Nutzen und Risiken einer offensiven Belüftung müssen vom Einsatzleiter abgewägt werden, z.B. Menschenrettung oder Brandbekämpfung in Untergeschossen mit schwerem Vorankommen
- Lage des Brandherdes muss bekannt sein
- Abluftöffnung muss in der Nähe des Brandherdes vorhanden sein
- Weg des Luftstromes muss erkennbar bzw. definierbar sein
- Sonstige Einflussfaktoren (wie Wind, Beschaffenheit der Abluftöffnung und des Gebäudes, siehe Kap. 4) müssen (weitestgehend) ausgeschlossen bzw. mit einkalkuliert werden können

Vorgehensweise

Wichtig ist, dass vor dem Start des Belüftungsgerätes eine Abluftöffnung in der Nähe des Brandherdes vorhanden sein muss. Ansonsten wird es zu einer unkontrollierten Ausbreitung von Feuer und Rauch kommen,

Eine offensive Belüftung darf nur eingeleitet werden, wenn eine Abluftöffnung vorhanden ist, der Weg des Luftstromes definierbar ist und sich keine Personen an Abluftöffnungen des Brandbereiches befinden!

weil heiße Rauchgase nicht aus dem Gebäude eliminiert, sondern in andere Räume oder Geschosse verdrängt werden.

Demzufolge können zwei Fälle in Betracht kommen, die eine unterschiedliche Vorgehensweise nach sich ziehen:

3.2.1 Abluftöffnung bereits vorhanden (Rauch- oder Flammenaustritt aus Fenster)

Je nach Ort und Ausdehnung des Brandherdes besteht beim Eintreffen der ersten Kräfte bereits eine Abluftöffnung, sodass eine solche nicht mehr eigens geschaffen werden muss. Ist es taktisch erforderlich, so kann in diesem Fall parallel zur Menschenrettung bzw. Brandbekämpfung mit dem Vorgehen des ersten Trupps eine offensive Belüftung eingeleitet werden, wenn der Weg des Luftstromes erkennbar bzw. definierbar ist und wenn potentielle Einflussfaktoren berücksichtigt worden sind (vergleiche hierzu Kap. 4 „Einflussfaktoren“). Der Beginn der Belüftungsmaßnahme ist mit dem vorgehenden Trupp abzusprechen, um Gefahren für diesen zu vermeiden. Eine Absprache ist aber auch deshalb notwendig, da von den vorgehenden Kräften der Weg des Luftstromes bis zur Grenze des Brandbereiches definiert und eingegrenzt werden muss. Hierzu müssen im Treppenraum Türen von anderen Nutzungseinheiten und Treppenraumfenster verschlossen werden. Die Tür zum Brandbereich muss hingegen geöffnet und mittels Keil gegen ein Wiederzufallen gesichert werden.

Während der Belüftung dürfen sich keine Personen im Abluftstrom zwischen Brandherd und Abluftöffnung befinden. Sind Personen am Fenster, darf keine offensive Belüftung eingeleitet werden. Eine offensive Belüftung ist nur möglich, wenn alle eingesetzten Trupps auch mit dem Luftstrom angreifen. Ein Angriff z.B. über ein Fenster schließt sich bei einer offensiven Belüftung aus.

Zur Verhinderung einer Rauchausbreitung sollte auch hier wieder durch den vorgehenden Trupp ein mobiler Rauchverschluss an der Rauchgrenze eingesetzt werden. Dieser beeinflusst die Belüftungsmaßnahme nicht negativ und führt zu weniger Verwirbelungen im Raum, als dies vergleichsweise durch eine Belüftung ohne Rauchverschluss der Fall ist. Dies begünstigt die Ausbildung und den Erhalt einer raucharmen Schicht in Bodennähe, wo sich potentiell vermisste Personen befinden und Einsatzkräfte aufhalten.

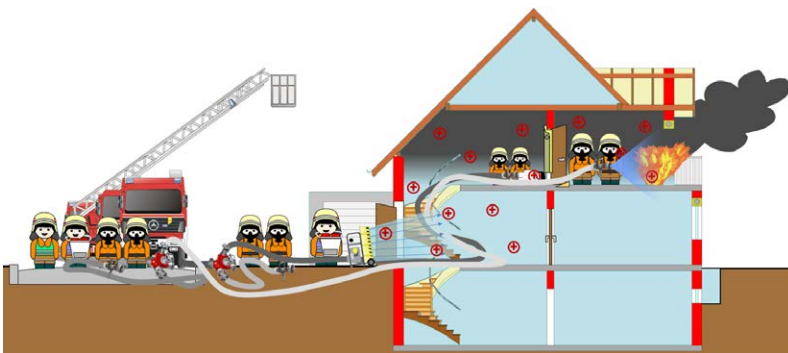


Abbildung 7: Offensive Belüftung bei einer Menschenrettung. Eine Abluftöffnung ist vorhanden, der Luftweg gesichert und beide Trupps gehen mit dem Luftstrom vor.

Abluftöffnung bereits vorhanden:

- Vorgehender Trupp sichert den Luftweg (Türen und Fenster im Treppenraum schließen, Eingangstüre zum Brandraum unterkeilen).
- Lüfter erst nach Rücksprache mit dem vorgehenden Trupp starten.
- Kein Angriff entgegen dem Luftstrom.

3.2.2 Abluftöffnung initial noch nicht vorhanden

Existiert initial noch keine Abluftöffnung, so darf zunächst keine offensive Ventilation eingeleitet werden. Hierzu müsste zuerst eine Abluftöffnung von Hand geschaffen werden, was in der Praxis nicht immer ganz so einfach ist. Vor diesem Hintergrund stellt sich somit vorrangig die Frage, ob und wann eine Abluftöffnung durch die Feuerwehr geschaffen werden sollte.

Dass für eine offensive Belüftung zeitnah eine Abluftöffnung von einem Trupp im Innenangriff geschaffen werden kann, ist unwahrscheinlich, da sich die Abluftöffnung in der Nähe des Brandherdes befinden sollte, ein Trupp jedoch nach Auffinden des Brandherdes primär mit der Brandbekämpfung beginnen wird. Somit kommt die Belüftungsmaßnahme nicht parallel in der Erstphase mit dem vorgehenden Trupp, sondern erst zu späterem Zeitpunkt bei laufender oder nach erfolgter Brandbekämpfung zur Anwendung, was der Belüftung eines abgelöschten Bereiches gleichkommt (siehe Kapitel 3.3). Folglich muss für eine offensive Belüftung (gewaltsam) eine Abluftöffnung von Kräften außerhalb des Gebäudes geschaffen werden. Das Zerstören von beispielsweise einem Fenster wird jedoch zeitnah und auf einfache Weise nur bis zum ersten Obergeschoss mittels Einreißhaken gelingen. In höherliegenden Geschossen kann diese Maßnahme nur über eine Leiter durchgeführt werden, was die Maßnahme erschwert und verzögert, Kräfte bindet und ein weiteres Gefahrenpotential mit sich bringt oder aufgrund der Geräteausstattung nicht möglich ist.

Nicht vernachlässigt werden sollte in diesem Zusammenhang auch die grundlegende Frage, warum noch keine Abluftöffnung (z. B. ein geplatztes Fenster infolge des Brandes) existiert. Zwar könnte es sich im günstigeren Fall um lediglich einen Kleinbrand handeln, der durch einen Trupp auch ohne begleitende Belüftung gelöscht werden kann. Im ungünstigeren Fall könnte es sich aber auch um ein Gebäude moderner Bauart mit dreifachverglasten Fenstern handeln, die eine große Wärmebeständigkeit aufweisen und sich nicht ohne Weiteres gewaltsam zerstören lassen. Gerade bei solchen Gebäuden kann durch intakte Fensterscheiben die Gefahr bestehen, dass der Brand aufgrund mangelnder Sauerstoffzufuhr erloschen ist, im Brandraum jedoch noch brennbare Gase vorhanden sind, die sich bei der Zufuhr von Luftsauerstoff schlagartig entzünden können. In diesem Fall würde bei der Durchführung dieser Maßnahme eine nicht zu vernachlässigende Gefahr für die eigenen Kräfte resultieren. Außerdem ist fraglich, ob hier eine Zerstörung der Fenster auf einfache Weise durch die Feuerwehr überhaupt möglich ist.

Demzufolge wird deutlich, dass eine offensive Belüftung bei einer initial nicht vorhandenen Abluftöffnung in der Frühphase eines Einsatzes nicht zur Anwendung kommen wird – sei es, weil es

- die Lage nicht erfordert (z. B. Kleinbrand),
- die Schaffung einer Abluftöffnung nicht einfach und gefahrlos möglich ist (z. B. Obergeschosse) oder
- die Schaffung einer Abluftöffnung nicht einfach und gefahrlos möglich ist, da mit einem gefährlichen Sauerstoffmangel im Gebäude gerechnet werden muss (Gebäude moderner Bauart).

Das manuelle Schaffen einer Abluftöffnung wird daher generell nicht empfohlen und sollte nur im Ausnahmefall erfolgen, wenn diese Maßnahme der Unterstützung vorgehender Trupps dient, weil ein Vorankommen zum Brandherd kaum möglich ist. Dies wird z. B. bei Bränden in Untergeschossen der Fall sein, die meist durch hohe Brandlasten, verbaute Wege und wenig Rauchabzugsmöglichkeiten charakterisiert sind, weniger hingegen bei Bränden in (oberirdischen) Wohnräumen.

Ist initial noch keine Abluftöffnung vorhanden, so ist in der Frühphase eines Einsatzes keine offensive Belüftung einzuleiten. Das manuelle Schaffen einer Abluftöffnung in Verbindung mit einer offensiven Belüftung wird nur bei Bränden in Untergeschossen empfohlen, wenn das Vorankommen von Trupps zum Brandherd erst durch die Abführung heißer Rauchgase ermöglicht wird.

3.3 Entrauchung eines (weitgehend) abgelöschten Brandbereiches

Um Räume nach einem abgelöschten Brand wieder begehbar zu machen, müssen diese entraucht und mit Frischluft gespült werden. Die maschinelle Belüftung beschleunigt dabei die natürliche Lüftung, welche z. B. durch das Öffnen der Eingangstüre und eines Zimmerfensters erreicht würde. Da Bauteile nach Erlöschen eines Brandes noch ausgasen, sollte ein betroffener Bereich noch eine zeitlang belüftet werden, auch wenn kein Rauch mehr wahrnehmbar ist.

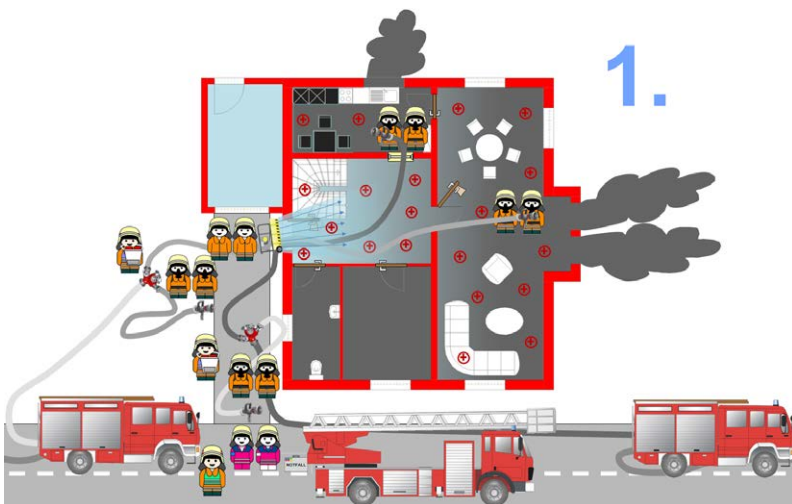
Voraussetzungen

- Brand ist (weitestgehend) erloschen
- Geeignete Abluftöffnung wurde in der Nähe des Brandherdes geschaffen
- Weg des Luftstromes wurde definiert, Türen und Fenster zu anderen Nutzungseinheiten wurden verschlossen

Vorgehensweise

Nach erfolgter Brandbekämpfung muss vom vorgehenden Trupp im Gebäude eine Abluftöffnung möglichst nahe dem Brandherd geschaffen werden. Vor dem Starten der Belüftung ist der Weg des Luftstromes zu definieren, damit eine zielgerichtete Belüftung stattfinden kann. Türen von nicht zu belüftenden Bereichen und geöffnete Außenfenster sind – mit Ausnahme der vorgesehenen Abluftöffnung – zu schließen. Die Abluftöffnung sowie Türen innerhalb des geplanten Luftstromweges sind gegen ein Wiederzufallen mittels Keil zu sichern. Das Brandschutzgewebe des mobilen Rauchverschlusses, der an der Rauchgrenze oder vor dem Brandraum eingesetzt wurde, sollte im Verlauf der Lüftungsmaßnahme über die Spannstange hochgehängt werden, wenn keine Rückströmung von Brandgasen mehr zu befürchten ist. Nach einer Abkühlung des Brandbereiches auf normale Temperaturen ist der Rauchverschluss zu entfernen und der Brandbereich weiter mit Frischluft zu spülen.

Sollen mehrere Räume entraucht werden, kann die Reihenfolge durch ein gezieltes Öffnen und Schließen von Türen und Fenstern bestimmt werden. Nachfolgende Abbildungen veranschaulichen die Vorgehensweise bei der Entrauchung mehrerer Räume innerhalb eines Geschosses.



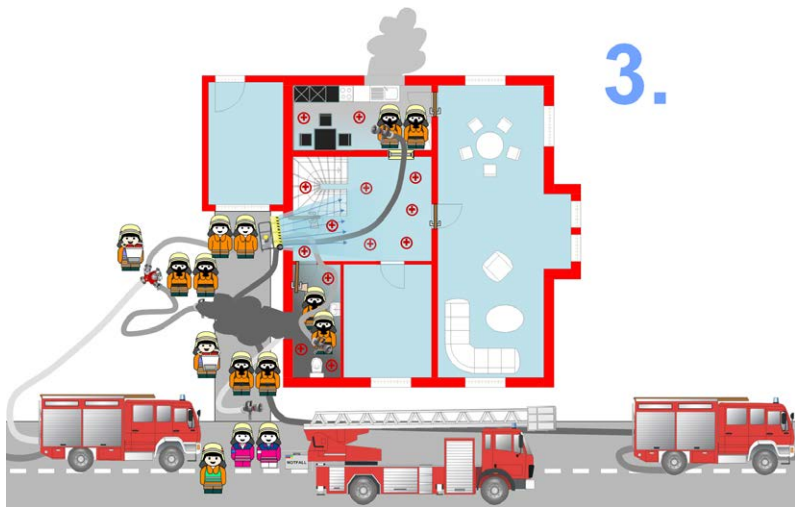
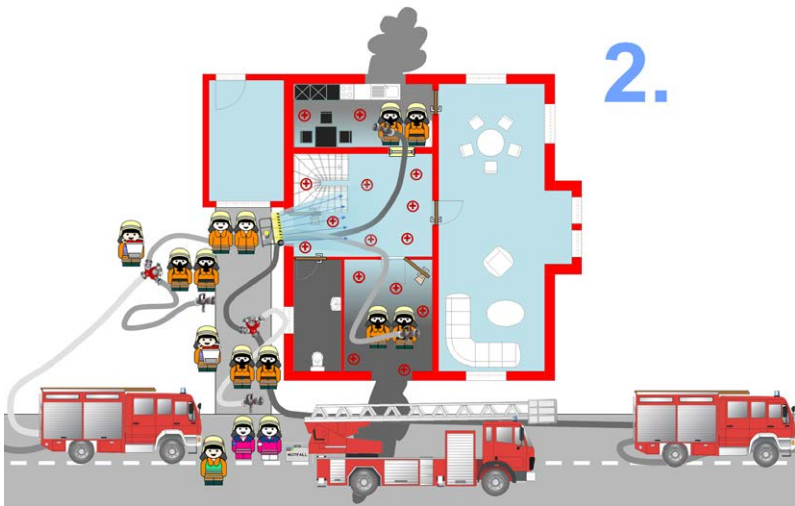


Abbildung 8: Entrauchung mehrerer Räume innerhalb eines Geschosses in drei Schritten.

Ist kein mobiler Rauchverschluss vorhanden, so wird in diesem Fall die Tür zum Brandraum so weit wie möglich zugezogen und verkeilt. Eine ausreichende Schlauchreserve ist zuvor in den Brandraum zu legen.

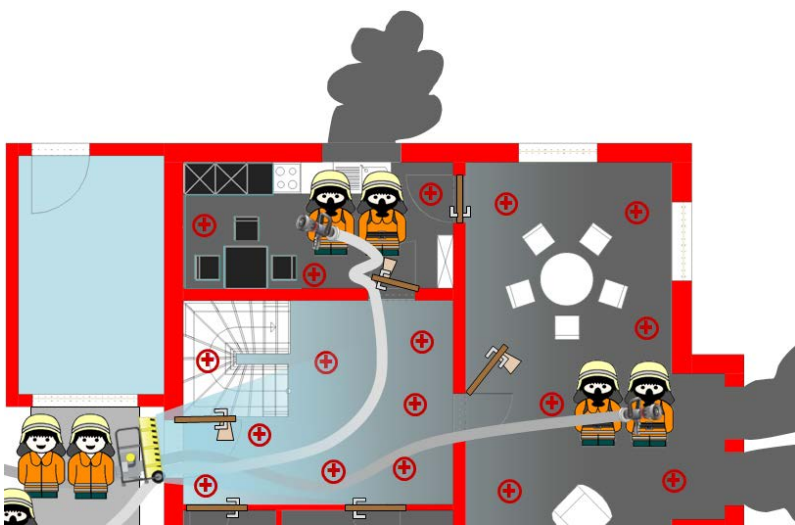


Abbildung 9: Entrauchung einer Wohnung ohne mobilen Rauchverschluss – die Türe zum Brandraum wird so weit wie möglich geschlossen und unterkeilt.

Sind mehrere Geschosse vom Rauch betroffen, so ist geschossweise von unten nach oben zu entrauchen. Die Belüftung ist immer vom nicht betroffenen Bereich aus zu beginnen, um Brandrauch von diesem freizuhalten.

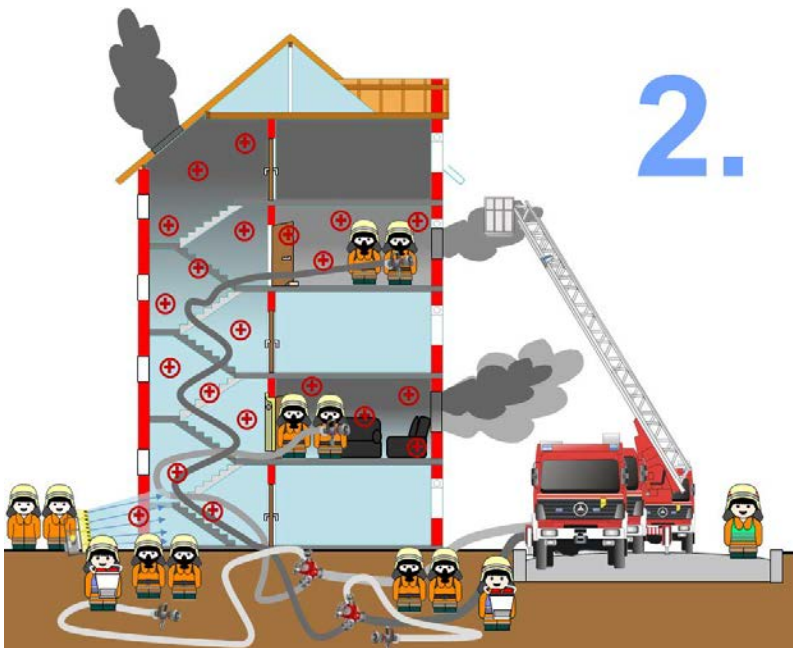
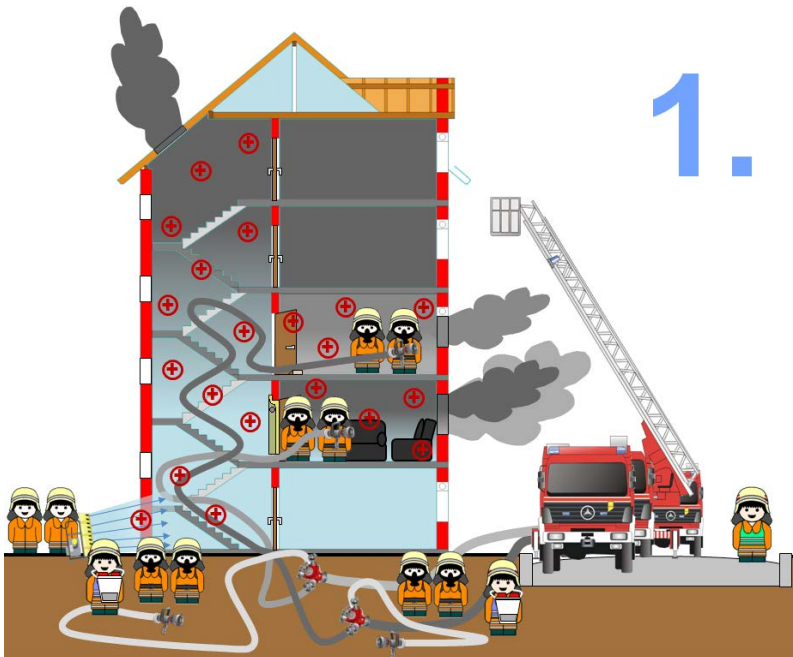




Abbildung 10: Phasenweise Entrauchung mehrerer Geschosse

Beachte: Auch bei Nachlöscharbeiten darf nicht am Feuer vorbeigegangen werden. Solange der Brand nicht sicher gelöscht ist, muss ein Trupp mit Wasser am Rohr an der Brandstelle bleiben, wenn weitere Kräfte über/hinter der Brandstelle agieren.

Mögliche Gefahren

Die in der Spätphase eines Einsatzes zur Anwendung kommende Belüftung kann im Regelfall als unkritisch angesehen werden, da ein Einfluss auf den Brandverlauf infolge des bereits erloschenen Brandes nicht gegeben ist. Jedoch muss hierzu das Feuer auch sicher aus sein! Solange dies noch nicht sicher der Fall ist, ist ein Trupp mit Wasser am Rohr zu Nachlöscharbeiten/Brandwache vor Ort zu belassen.

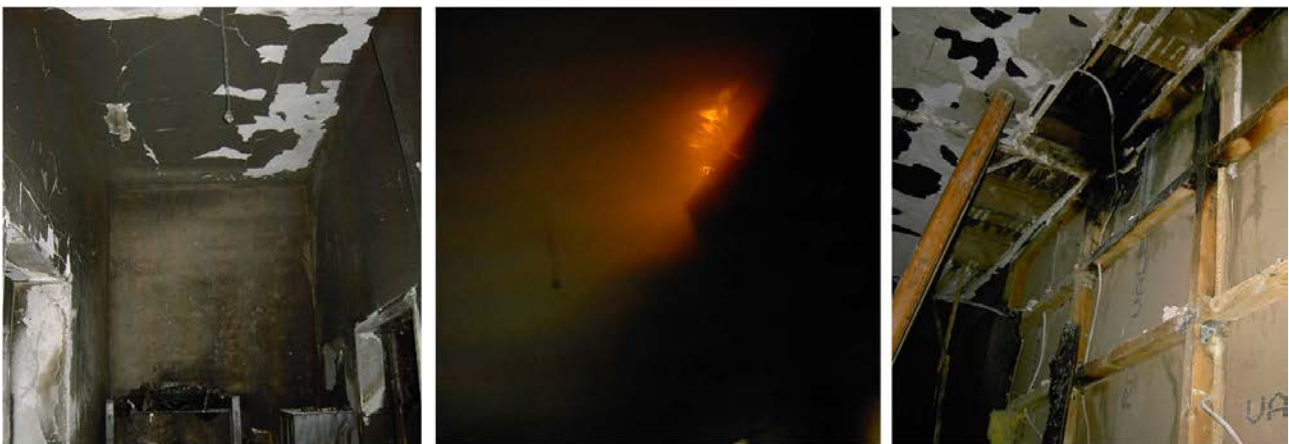


Abbildung 11: Nicht immer ist es sofort festzustellen, ob der Brand tatsächlich gelöscht wurde. Die Bilder zeigen denselben Raum: Ganz links nachdem der Brand vermeintlich gelöscht wurde, in der Mitte kurze Zeit später, nachdem der Brand sich erneut ausbreitete und rechts nach der letztendlichen Brandbekämpfung in der Zwischenwand.

Auch hier muss eine Abluftöffnung in der Nähe der Brandstelle vorhanden sein und die Belüftung der verrauchten Räume zielgerichtet, d. h. nacheinander durchgeführt werden. Ebenfalls ist auf Hohlräume (z. B. abgehängte Decken, Installationsschächte oder Lüftungskanäle) zu achten, durch die der Rauch in nicht betroffene Bereiche gelüftet werden kann. Die Belüftungsmaßnahme muss daher auch in diesem Fall über-

wacht und kontrolliert werden. Wird in diesem Zusammenhang erkennbar, dass eine Rauchverschleppung in andere Bereiche des Gebäudes stattfindet, ist die Belüftung zu stoppen.

Belüftung eines (weitgehend) abgelöschten Bereiches:

- Ist der Brand noch nicht sicher gelöscht, so verbleibt ein Trupp mit Wasser am Rohr vor Ort.
- Zur Verhinderung einer Rauchausbreitung über versteckte Hohlräume ist die Belüftung zu überwachen.
- Die Entrauchung betroffener Räume und Geschosse ist nacheinander vorzunehmen.
- Um alle in der Luft befindlichen Schadstoffe zu entfernen, sollte der betroffene Bereich in Abhängigkeit des Brandereignisses noch einige Zeit nach Abschluss der Brandbekämpfung maschinell belüftet werden.

4 Einflussfaktoren auf die Belüftungsmaßnahme

Zur wirkungsvollen Durchführung einer maschinellen Belüftung müssen neben möglichen Gefahren auch gleichermaßen Faktoren bekannt sein, die generell einen Einfluss auf die Belüftungsmaßnahme haben können. Ein systematisches Vorgehen in Verbindung mit einer permanenten Überwachung durch eine verantwortliche Führungskraft tragen dazu bei, eine drohende Gefahr der Rauchausbreitung frühzeitig zu erkennen und geeignete Gegenmaßnahmen einzuleiten. Doch selbst eine richtige Anwendung der Belüftungsmaßnahme kann sich in der Praxis als unzureichend effektiv oder wirkungslos herausstellen, weil nicht selten widrige und nicht beeinflussbare Randbedingungen (z. B. durch Undichtigkeiten im Gebäude) vorliegen (vgl. Reick [1]).

Nachfolgend sollen deshalb drei wesentliche Einflussfaktoren beschrieben werden, welche im Zuge der Belüftung zu berücksichtigen sind:

4.1 Abluftöffnung

Die Wahl und Größe der Abluftöffnung kann als wesentlicher Einflussfaktor für eine erfolgreiche Belüftungsmaßnahme angesehen werden. Die Abluftöffnung sollte sich in der Nähe des Brandherdes befinden, damit Schadstoffe auf möglichst kurzem Wege ins Freie gelangen. In verrauchten Treppenräumen sollte nach Möglichkeit das oberste Treppenraumfenster als Abluftöffnung gewählt werden.

Im Idealfall sollte das Flächenverhältnis von Zu- und Abluftöffnung ungefähr 1:1 betragen, wobei geringfügige Abweichungen um das 1,5-fache in der Praxis immer noch als akzeptabel anzusehen sind. Wird im Allgemeinen von einer üblichen Hauseingangstür von ca. 2 m² als Zuluftfläche ausgegangen, so sollten als Abluftöffnungen zwei Einzelfenster (oder ein entsprechend großes Zweiflügel Fenster) geöffnet werden. Sowohl eine wesentlich größere als auch eine wesentlich kleinere Abluftfläche können sich negativ auf die Belüftung auswirken und sind daher zu vermeiden. In ersterem Fall lässt sich kein ausreichend großer (relativer) Überdruck erzeugen, in letzterem Fall besteht die Gefahr, dass die Heißgase nicht ausreichend abgeführt werden können und in andere Bereiche ventiliert werden.

Die Abluftöffnung und deren Umgebung ist vor dem Start der Belüftung zu kontrollieren, weil durch die dort austretenden heißen Rauchgase und ggf. Flammen eine Gefährdung von Personen oder benachbarten Objekten entstehen kann. Zum Schutz von angrenzenden Objekten kann hierfür ein Trupp mit einem Strahlrohr abgestellt werden. Generell gilt, dass ein Gebäude während der Belüftung nie über eine Abluftöffnung betreten werden darf und sich keine Personen im Abluftstrom, d. h. zwischen Brandherd und Abluftöffnung, aufhalten dürfen.

Abluftöffnung:

- So nah wie möglich am Brandherd
- Größenverhältnis von Zu- und Abluftöffnung ca. 1:1 (z. B. Hauseingangstüre und zwei Einzelfenster)
- Keine maschinelle Belüftung, wenn sich Personen im Abluftstrom befinden
- Gebäude nie über Abluftöffnung betreten

4.2 Wind

Im Gegensatz zu anderen Wettereinflüssen stellt Wind einen wesentlichen Einflussfaktor für die Belüftung dar. Dies erscheint bei genauerer Überlegung nicht verwunderlich, da Wind nichts anderes als eine natürliche Luftströmung ist. Somit wird letztlich die Windrichtung darüber entscheiden, ob die von der Natur erzeugte Luftströmung zu einem „Unterstützer“ oder zu einem „Gegenspieler“ der vom Lüfter erzeugten Luftströmung wird.

Trifft Wind direkt auf die Abluftöffnung, so wird die Wirksamkeit der Belüftungsmaßnahme geschmälert oder gar verhindert. Der Winddruck, der bei Windgeschwindigkeiten in der Größenordnung von 25 km/h (lt. Beaufortskala: Zweige an Bäumen bewegen sich, loses Papier wird vom Boden gehoben) senkrecht auf ein normal großes Fenster wirkt, kann dabei ausreichen, dass die maschinelle Belüftung wirkungslos wird. Besonders bei freistehenden Objekten oder in oberen Geschossen von Gebäuden ist der Einflussfaktor Wind nicht zu vernachlässigen. Im Zuge der Belüftung ist daher immer die Windrichtung zu berücksichtigen, nach Möglichkeit ist mit der Windrichtung zu belüften. Da sich direkt am Gebäude andere Windverhältnisse ausbilden können, die nicht zwingend mit der wahrnehmbaren Hauptwindrichtung übereinstimmen müssen, ist in der Praxis bei stärkerem Wind die konkrete Windsituation im Bereich der Abluft- und der Zuluftöffnung vor Beginn der Belüftung zu überprüfen.

Da der Einflussfaktor Wind (allein schon aufgrund wechselnder Windbedingungen) nie gänzlich ausgeschlossen werden kann, sollte das Augenmerk stets auf der Erzeugung möglichst hoher Differenzdrücke mit den zur Verfügung stehenden Mitteln liegen. Hinweise zur optimalen Lüfterposition und zur Effizienzsteigerung werden im weiteren Verlauf genannt. Prinzipiell kann jedoch der Einfluss von Wind bereits dadurch minimiert werden, indem man die Abluftöffnung nicht zu groß wählt. Je kleiner die Abluftöffnung ist, umso höher ist der von der maschinellen Belüftung erzeugte Überdruck. Und nur solange dieser Überdruck größer ist als der Anströmdruck des Windes, wird der Rauch vom Gebäude ins Freie strömen.

Wind kann die Belüftungsmaßnahme wesentlich beeinflussen, weshalb die Windverhältnisse am betreffenden Objekt nicht unberücksichtigt bleiben dürfen. Dies gilt vor allem für die Belüftung von höherliegenden Geschossen oder freistehenden Gebäuden.

4.3 Gebäudebeschaffenheit

Für eine effektive Belüftungsmaßnahme ist ein gerichteter Luftstrom erforderlich, der einen Raum von A (Zuluftöffnung) nach B (Abluftöffnung) im Idealfall verlustfrei durchströmt. Da strömungsbedingt immer Verluste auftreten werden und jedes Gebäude – vor allem Gebäude älterer Bauart – Undichtigkeiten aufweist, wird ein verlustfreier Luftstrom in der Praxis nicht möglich sein. Untersuchungen zur Folge gehen ca. 40-50 % des eingeblasenen Luftstromes auf dem Weg zur Abluftöffnung verloren und stehen demnach nicht mehr für die eigentliche Entrauchung zur Verfügung (vgl. von der Lieth et al. [2]). Die Gebäudebeschaffenheit stellt demnach einen Einflussfaktor dar, der in der Praxis nicht wesentlich verhindert werden kann. Umso wichtiger ist deshalb, dass Fenster und Türen auf dem Weg zur Ereignisstelle während der Belüftung

geschlossen bleiben, da hierdurch der Frischluftstrom abgelenkt oder aufgeteilt werden kann und die Belüftungsmaßnahme im eigentlich zu belüftenden Bereich unwirksam wird. Es dürfen nur diejenigen Abschlüsse offengehalten werden, die eine räumliche Verbindung zwischen Zu- und Abluftöffnung herstellen. Diese sind durch ein Unterkeilen zu sichern. Ist der Weg des Luftstromes in einem Gebäude nicht definierbar, darf zunächst keine Belüftung durchgeführt werden. Diese wäre zum einen ineffektiv, zum anderen bestünde dadurch die erhöhte Gefahr einer Rauchverschleppung in unbetroffene Bereiche.

5 Tipps und Tricks zur Effizienzsteigerung

Optimaler Abstand des Belüftungsgerätes

Ein wesentlicher Faktor für die Wirksamkeit der maschinellen Belüftungen ist die richtige Positionierung des Belüftungsgerätes am Zugang zum Gebäude. Voraussetzung für die Erzeugung eines (relativen) Überdruckes ist dabei, dass an der Zuluftöffnung in der Summe mehr Luft ins Gebäude geführt wird, als an der Abluftöffnung abströmt.

Wird der Abstand zum Gebäude zu gering gewählt, so kann ein Großteil der Zuluftöffnung nicht mehr vom erzeugten Luftkegel des Belüftungsgerätes abgedeckt werden, welcher dem aufgebauten (relativen) Überdruck im Gebäudeinnern entgegenwirkt. Ein Teil der eingeblasenen Luft wird folglich wieder an den Stellen zurückströmen, an welchen kein oder ein zu geringer Gegendruck des Luftkegels wirkt; dies wird vor allem im oberen Drittel der Öffnung der Fall sein. Wird der Abstand zum Gebäude hingegen zu groß gewählt, prallt ein Teil des erzeugten Luftstroms auf die Gebäudefassade und steht letztlich nicht mehr für die Belüftung des Gebäudes zur Verfügung, was die Effizienz verringert. Somit wird durch eine optimale Positionierung des Belüftungsgerätes das Ziel verfolgt, ein Gleichgewicht zwischen diesen beiden Faktoren herzustellen, um eine möglichst effiziente Belüftung für die Entrauchung zu erreichen.

Als „optimal“ hat sich in Versuchen ein Abstand des Belüftungsgerätes von in etwa der lichten Höhe der

Der Abstand des Belüftungsgerätes zur Zuluftöffnung sollte in etwa der Höhe der Zuluftöffnung entsprechen.

Belüftungsöffnung erwiesen (vgl. Müller/Reick [4]). Für normal große Eingangstüren von 2 m Höhe bedeutet dies ein Lüfterabstand von 2 m, bei welchem die größten Differenzdrücke im Gebäude resultieren – und die Entrauchung folglich am besten sein wird. Bei sehr breiten Zuluftöffnungen sind daher ggf. mehrere Lüfter erforderlich.



Abbildung 12: Der Abstand des Belüftungsgerätes zur Zuluftöffnung sollte in etwa der Höhe der Zuluftöffnung entsprechen.

mobiler Rauchverschluss

Das Einbringen eines mobilen Rauchverschlusses in eine Türzarge dient primär der Verhinderung der Rauchausbreitung über die obere Hälfte der Türöffnung. Dabei kann der mobile Rauchverschluss einerseits an der Rauchgrenze (oftmals die Wohnungseingangstür) eingebaut werden, andererseits ist bei einem Zimmerbrand auch die Montage unmittelbar vor der Tür zum Brandraum möglich. Insbesondere in letzterem Fall führt die Verwendung eines mobilen Rauchverschlusses zu einem geringeren Volumenstrom in den Brandraum bei gleichzeitiger Vermeidung von Verwirbelungen innerhalb des Brandraumes. Durch die Lenkung des Frischluftstromes wird die Belüftung des bodennahen Bereiches tendenziell positiv beeinflusst. Zwar fällt dabei die Temperaturabsenkung im oberen Raumbereich geringer aus, der Volumenbereich im Brandraum, in dem es bei den Löscharbeiten in einem zunächst unterventilierten Brand zu einem zündfähigen Brandgas-Luft-Gemisch kommt, dürfte aber geringer sein. Die Gefahr eines extremen Brandverlaufes, wie zum Beispiel eine Rauchgasdurchzündung, lässt sich jedoch auch hier in keinem Fall ausschließen (vgl. Müller/Reick [5]).

Effizienzsteigerung der Ventilation

Die Leistung des eingesetzten Belüftungsgerätes hat einen wesentlichen Einfluss auf die Effektivität der Belüftungsmaßnahme. Vor dem Hintergrund zuvor genannter Einflussfaktoren, welche die Belüftung potentiell (negativ) beeinflussen können, sollte das Augenmerk stets auf einer effizienten Belüftungsmaßnahme liegen. Eine deutliche Effizienzsteigerung kann bei nur einem zur Verfügung stehenden Lüfter dadurch erreicht werden, indem die lichte Höhe der Zuluftöffnung reduziert und gleichzeitig der Abstand des Belüftungsgerätes zum Gebäude verringert wird. Eine solche Reduzierung kann auf einfache Weise durch den Einbau von einem oder zwei mobilen Rauchverschlüssen in die obere Hälfte der Zuluftöffnung erfolgen (siehe Abbildung 13). Dies wird vor allem dann von Nutzen sein, wenn größere Bereiche belüftet werden sollen oder sich die Abluftöffnung räumlich in großer Entfernung zur Zuluftöffnung befindet und folglich aufgrund der längeren Belüftungsstrecke mehr Verluste resultieren werden als dies bei kürzeren Entfernungen zwischen den beiden Belüftungsöffnungen der Fall sein wird.

Wird ein mobiler Rauchverschluss in das obere Drittel der Belüftungsöffnung eingesetzt, so kann dadurch die erzeugbare Druckdifferenz im Gebäude um 50 % gesteigert werden. Die lichte Höhe der Zuluftfläche beträgt dann rund 1,5 m, der Abstand des Belüftungsgerätes sollte ebenfalls rund 1,5 m betragen. Durch den Einbau von zwei mobilen Rauchverschlüssen in die obere Hälfte der Zuluftöffnung kann die erzeugbare Druckdifferenz sogar um 100 % gesteigert werden, als dies vergleichsweise zur „Standardbelüftung“ ohne eingesetzten Rauchverschluss der Fall ist. In diesem Fall beträgt die lichte Höhe der Zuluftfläche rund 1,0 m, der Abstand des Belüftungsgerätes sollte folglich ebenfalls ca. einen Meter betragen. Die Aufstellfläche liegt in beiden Fällen auf dem Niveau der Eingangsöffnung. Zur Veranschaulichung dienen nachfolgende Abbildungen:

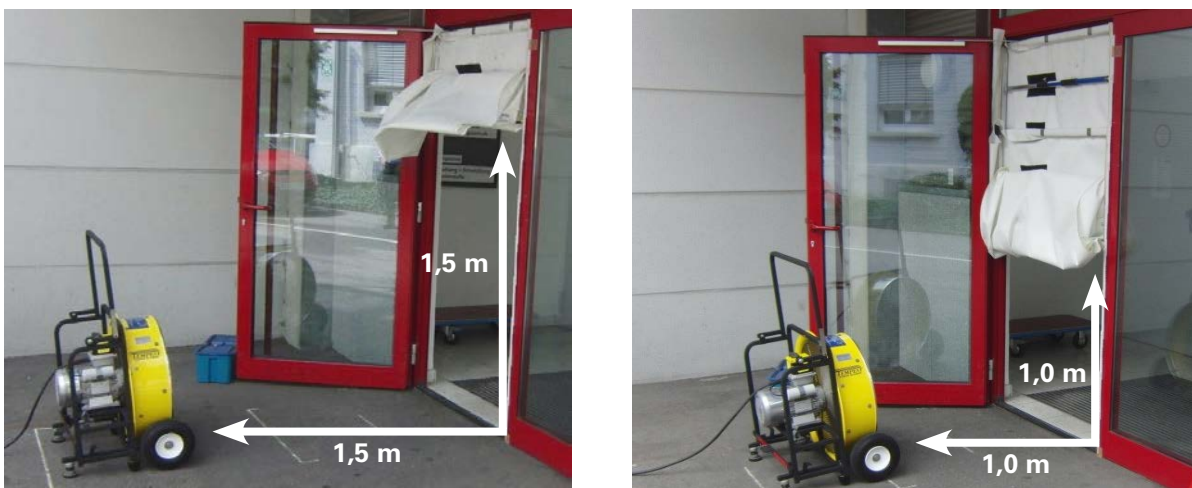


Abbildung 13: Effizienzsteigerung durch den Einbau eines bzw. zweier mobiler Rauchverschlüsse.

Stehen zwei Belüftungsgeräte zur Verfügung, so kann dadurch ebenfalls eine Effizienzsteigerung erreicht werden. Mit einer V-förmigen Ausrichtung beider Geräte auf die Zuluftöffnung (vgl. Abbildung 14) lassen sich in diesem Fall größere Differenzdrücke erzeugen, als dies durch eine serielle Aufstellung (beide Lüfter hintereinander) möglich ist (vgl. Kerber et al. [6]).

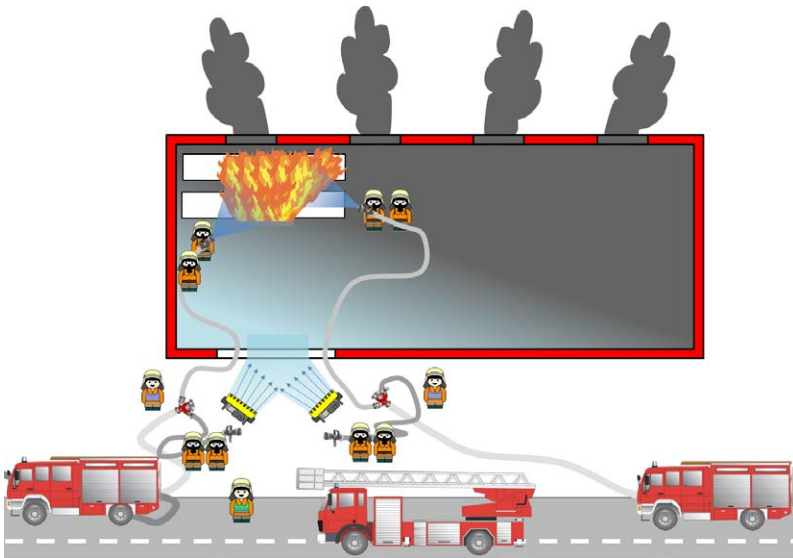


Abbildung 14: Zur Effizienzsteigerung ist es günstiger zwei Lüfter V-förmig an der Öffnung aufzustellen anstatt hintereinander.

6 Einsatzbeispiele zur Planung und Durchführung der Belüftung

Nachdem im ersten Teil theoretische Grundlagen und Hintergründe zur Belüftung bei Brandeinsätzen gegeben wurden, soll nachfolgend eine systematische Vorgehensweise hinsichtlich der Belüftung anhand von drei exemplarischen Einsatzlagen aufgezeigt werden.

1. Einsatzbeispiel: Zimmerbrand in Mehrfamilienhaus, eine Person vermisst

Es kommt zu einem Zimmerbrand in einem zweigeschossigen Mehrfamilienhaus. Von der zuständigen Abteilung rücken ein MTW, ein LF 10, und ein TSF-W aus. Von der Nachbarfeuerwehr kommen eine DLAK 23/12 und ein TLF 16/25 hinzu.

Der Zugführer (MTW) trifft gemeinsam mit dem LF 10 an der Einsatzstelle ein. Aus dem Fenster im ersten Obergeschoss schlagen bereits Flammen. Die gemeinsame Erkundung ergibt, dass sich noch eine Person in der Brandwohnung im ersten Obergeschoss befindet und der Treppenraum noch nicht verraucht ist. Der letzte Aufenthaltsort der Person und die Lage des Brandherdes konnten relativ genau erkundet werden.

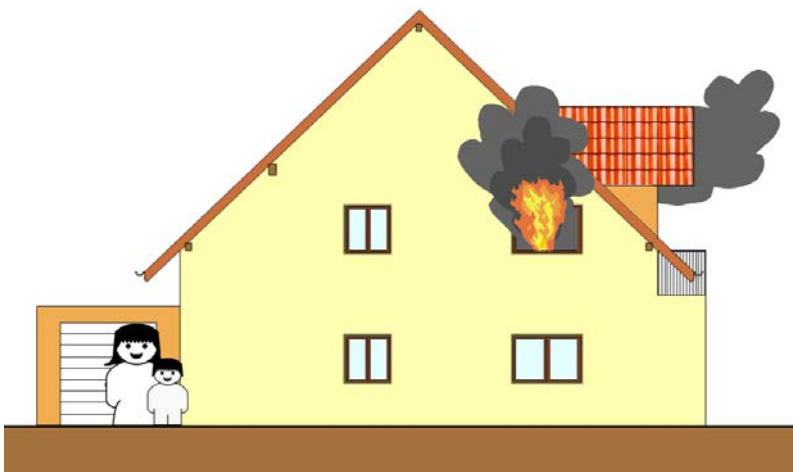


Abbildung 15: Frontalansicht des Einsatzbeispiels.

Der Zugführer gibt dem Gruppenführer 1 (LF) folgenden Befehl:

„Menschenrettung im ersten Obergeschoss über Treppenraum! Hinweis: DLK wird umgehend Lüfter einsetzen und Anleiterbereitschaft durchführen“

Dem Gruppenführer 2 (TSF) gibt er den Befehl:

„Lageeinweisung:

Es brennt im ersten Obergeschoss; hier wird noch eine Person vermisst; Das LF führt die Menschenrettung durch. Der Brand ist vermutlich im Kinderzimmer. Das Kinderzimmer ist von der Treppe aus die zweite Türe rechts.“

„TSF: Brandbekämpfung im zweiten Obergeschoss über den Treppenraum!“

Die Drehleiter erhält nach der Lageeinweisung den Befehl:

„Anleiterbereitschaft und Belüftung über die Eingangstüre!“

Das TLF 16/25 aus der Nachbargemeinde lässt der Zugführer als „taktische Reserve“ in Bereitstellung gehen.

Der Gruppenführer 1 (LF) setzt seine Mannschaft wie folgt ein:

„Lageeinweisung:

Es brennt im ersten Obergeschoss; hier wird eine Person vermisst. Sie hat sich zuletzt im Schlafzimmer aufgehalten. Das Schlafzimmer ist von der Treppe aus die erste Türe links. Achtung: Die DLK wird unmittelbar einen Lüfter einsetzen; keine weiteren Öffnungen schaffen! Angriffstrupp zur Menschenrettung unter PA mit erstem Rohr und Tragetuch ins Schlafzimmer über die Treppe vor!“

Der Gruppenführer 2 (TSF) gibt folgenden Einsatzbefehl an seine Mannschaft:

„Lageeinweisung:

Es brennt im ersten Obergeschoss; hier wird eine Person vermisst. Das LF führt die Menschenrettung durch. Unsere Aufgabe ist die Brandbekämpfung. Der Brand ist vermutlich im Kinderzimmer. Das Kinderzimmer ist von der Treppe aus die zweite Türe rechts. Angriffstrupp zur Brandbekämpfung unter PA mit erstem Rohr ins Kinderzimmer über die Treppe vor!“

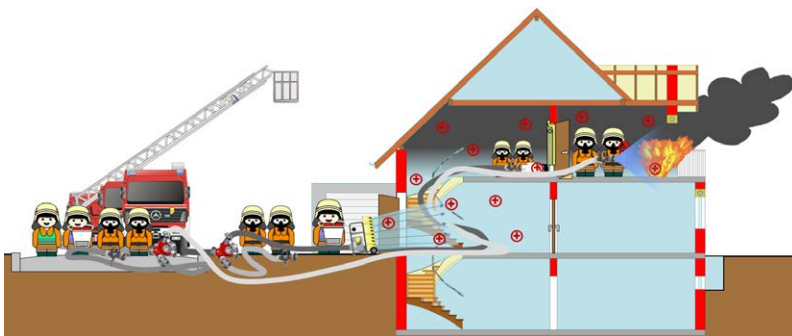


Abbildung 16: Lagebild zum Einsatzbeispiel

Die Entscheidung des Zugführers in dieser Situation ist richtig. Eine Abluftöffnung ist unmittelbar am Brandherd vorhanden, der Weg des Luftstromes ist von außen erkennbar. Da eine Person vermisst wird, ist eine offensive Belüftung parallel mit dem Vorgehen der ersten Trupps sinnvoll.

Wichtig ist, die vorgehenden Trupps hierüber zu informieren, so dass diese nicht eigenständig weitere Abluftöffnungen schaffen.

2. Einsatzbeispiel: Kellerbrand in Mehrfamilienhaus, Treppenraum verraucht

Es kommt gegen 03:20 Uhr zu einem Kellerbrand in einem viergeschossigen Mehrfamilienhaus. Von der zuständigen Abteilung rücken ein KdoW, ein HLF 10, eine DLAK 23/12 und ein LF 16/12 aus.

Der Zugführer (KdoW) trifft gemeinsam mit dem HLF 10 an der Einsatzstelle ein. Beim Eintreffen ist eine starke Rauchentwicklung aus den Kellerlichtschächten erkennbar. Die gemeinsame Erkundung ergibt, dass

der Treppenraum stark verraucht ist. Die Treppenraumfenster sind zu diesem Zeitpunkt noch alle zu. In allen Obergeschossen befinden sich Personen an den Fenstern; ihre Wohnungen sind noch nicht verraucht.

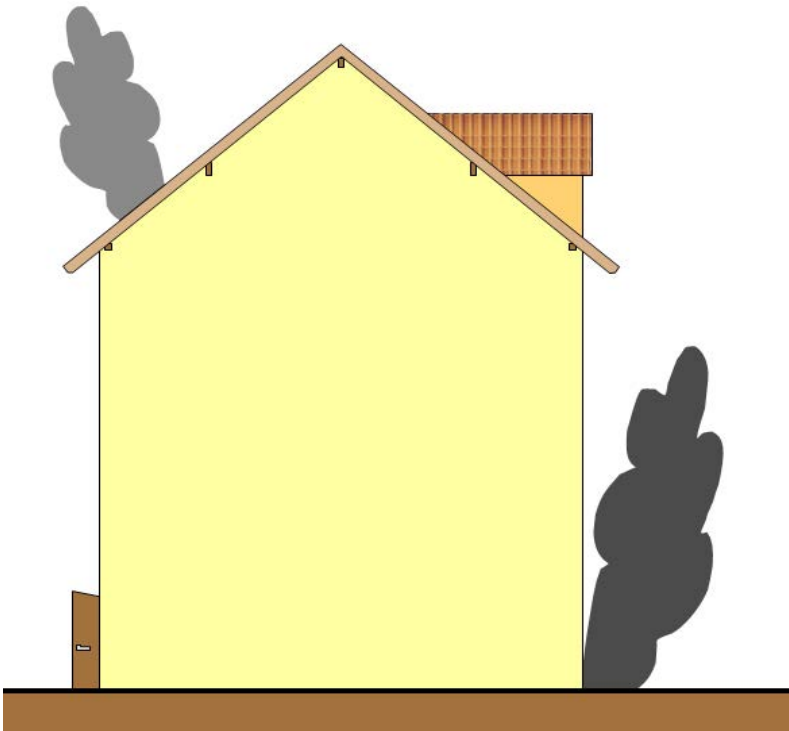


Abbildung 17: Frontalansicht beim Eintreffen der ersten Kräfte

Der Zugführer gibt dem Gruppenführer 1 (HLF) folgenden Befehl:

„Gruppenführer 1: Brandbekämpfung im Keller über den Treppenraum!“

Dem kurz darauf eintreffendem LF 16/12 und der DLAK 23/12 gibt er folgenden Befehl:

„Lageeinweisung:

Es brennt im Keller, noch sind alle Wohnungen rauchfrei, das HLF führt bereits die Brandbekämpfung im Keller durch.“

„LF 16/12: Treppenraum kontrollieren und entlüften; vor Lüftereinsatz Rücksprache!“

„DLKA23/12: Anleiterbereitschaft und Betretung der Personen am Fenster; bei Bedarf Rettung einleiten!“

Der Gruppenführer 1 (HLF 10) setzt seine Kräfte folgendermaßen ein:

„Lageeinweisung:

Es brennt im Keller, der Treppenraum ist vollständig verraucht; die Wohnungen sind noch rauchfrei. Unsere Aufgabe ist die Brandbekämpfung im Keller.“

„Angriffstrupp zur Brandbekämpfung unter PA mit erstem Rohr und mobilem Rauchverschluss in den Keller über die Treppe vor!“

Der Gruppenführer 2 (LF 16/12) gibt seiner Mannschaft folgenden Befehl:

„Lageeinweisung:

Es brennt im Keller, der Treppenraum ist vollständig verraucht; die Wohnungen sind noch rauchfrei. Unsere Aufgabe ist es, den Treppenraum zu kontrollieren und zu entrauchen.

„Angriffstrupp zur Kontrolle des Treppenraumes unter PA mit erstem Rohr in den Treppenraum über den Haupteingang, Schlauchtrupp: Lüftereinsatz vorbereiten, vor!“

Kurze Zeit später meldet der Angriffstrupp der Gruppe 2 (LF 16/12), dass der Treppenraum soweit kontrolliert ist. Beim Vorgehen hat der Angriffstrupp alle Treppenraumfenster geöffnet, um möglichst schnell den Treppenraum zu entrauchen, ohne sich hierbei selbst durch einen „Kamineffekt“ zu gefährden.

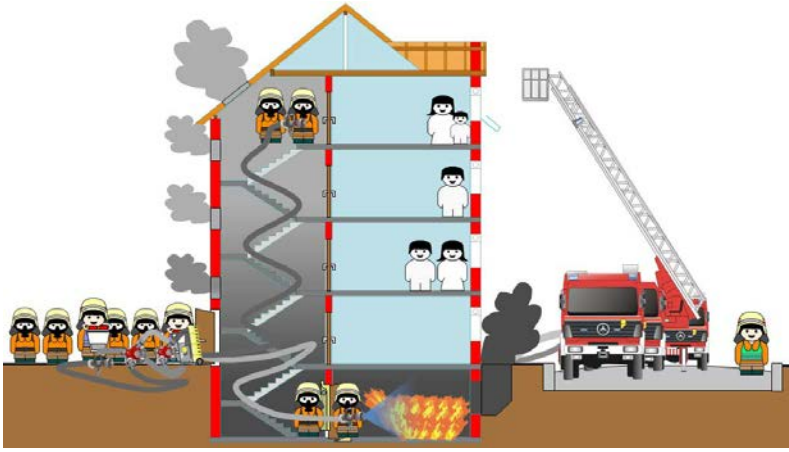


Abbildung 18: Gruppe 2 hat den Treppenraum kontrolliert und im ersten Schritt für eine natürliche Belüftung gesorgt.

Der Gruppenführer 2 (LF 16/12) gibt seinem Angriffstrupp nun folgende Anweisung:
„Angriffstrupp: Rückzug, Abluftöffnung an der Treppenraumspitze belassen, restliche Fenster wieder schließen.“

Danach spricht der Gruppenführer 2 mit dem Zugführer und dem Gruppenführer 1 den Einsatz des Lüfters ab. Nachdem der Treppenraum zur Belüftung entsprechend vorbereitet wurde, lässt der Gruppenführer 2 die maschinelle Belüftung starten. Der Zugführer beobachtet dabei die Situation an den jeweiligen Wohnungsfenstern genau, um sofort auf eine Verschlechterung der Situation für die Personen an den Fenstern reagieren zu können.

In diesem Beispiel wurde richtig entschieden. Die dringlichste Maßnahme ist hier, den Treppenraum zu kontrollieren und zu entrauchen. Hierzu muss aber zuvor eine Brandbekämpfung im Keller eingeleitet werden! Eine offensive Belüftung ist in diesem Fall nicht möglich, es fehlt die entsprechende Abluftöffnung! Außerdem könnte ggf. eine Wohnungseingangstüre nicht richtig verschlossen sein und es könnte durch die Belüftung zu einem verstärkten Raucheintritt in eine der Wohnungen kommen. Solange der Treppenraum nicht kontrolliert ist, darf eine maschinelle Lüftung nicht erfolgen. Eine natürliche Belüftung des Treppenraumes ist, wenn alle Treppenraumfenster von unten her geöffnet werden unkritisch; sie entspannt sogar die Lage. Da beide Gruppen in diesem Fall über den gleichen Zugang vorgehen, muss ein Belüften zwischen allen Beteiligten abgesprochen sein.



Abbildung 19: Nach Absprache mit dem Zugführer und Gruppenführer 1 kann nun die maschinelle Belüftung gestartet werden.

3. Einsatzbeispiel: Rauchentwicklung aus dem Dachstuhl eines historischen Gebäudes im Altstadtzentrum

Es kommt gegen 18:30 Uhr zu einer starken Rauchentwicklung im Bereich des Dachstuhls eines dreigeschossigen historischen Altbaus. Von der zuständigen Abteilung rücken ein MTW, ein HLF 10, und ein LF 8 aus. Aus der Nachbargemeinde kommen eine DLAK 23/12 und ein TLF 16/25 hinzu.

Der Zugführer (MTW) trifft gemeinsam mit dem HLF 10/6 an der Einsatzstelle ein. Die gemeinsame Erkundung ergibt, dass an mehreren Stellen im Bereich des zweiten Obergeschosses Rauch austritt. Aus der Dachfläche dringt im Bereich des zweiten Obergeschosses ebenfalls Rauch. Fenster sind im zweiten Obergeschoss nicht geöffnet. Der Rauch ist relativ hell; er steigt jedoch sehr schnell auf.

Hinweis: Ein solches Rauchbild spricht für einen fortentwickelten Brand im Innern des Gebäudes. Durch den längeren Weg über Ritze und Spalten verliert der Rauch schnell seine dunkle Färbung, die Temperatur (Geschwindigkeit) bleibt länger erhalten.

Im zweiten Obergeschoss wird noch eine Person vermisst. Die Geschosse darunter sind bereits geräumt.



Abbildung 20: Frontalansicht beim Eintreffen der Kräfte

Der Zugführer gibt dem Gruppenführer 1 (HLF 10) folgenden Befehl:

„Gruppenführer 1: Menschenrettung im zweiten Obergeschoss über Treppenraum; linksberum vorgehen!“

Dem kurz danach eintreffenden LF 8 gibt er folgenden Befehl:

„Lageeinweisung:

Es brennt im zweiten Obergeschoss, Lage des Brandherdes noch nicht bekannt. Im zweiten Obergeschoss wird noch eine Person vermisst; letzter Aufenthaltsort unbekannt. HLF ist zur Menschenrettung linksberum vorgegangen.“

„Gruppenführer 1: Menschenrettung im zweiten Obergeschoss über Treppenraum; rechtsberum vorgehen!“

Die Drehleiter und das TLF 16/25 aus der Nachbargemeinde setzt der Zugführer zur Anleiterbereitschaft bzw. zur Bereitstellung als „taktische Reserve“ ein.

Der Gruppenführer 1 (HLF 10) setzt seine Kräfte folgendermaßen ein:

„Lageeinweisung:

Es brennt im zweiten Obergeschoss, Lage des Brandherdes noch nicht bekannt. Im zweiten Obergeschoss wird noch eine Person vermisst; letzter Aufenthaltsort unbekannt. Unsere Aufgabe ist es, die Wohnung links herum abzusuchen.“
„Angriffstrupp zur Menschenrettung unter PA mit erstem Robr und Tragetuch ins zweite Obergeschoss über die Treppe vor!“

Der Gruppenführer 2 (LF 8) gibt seiner Mannschaft folgenden Befehl:

„Lageeinweisung:

Es brennt im zweiten Obergeschoss, Lage des Brandherdes noch nicht bekannt. Im zweiten Obergeschoss wird noch eine Person vermisst; letzter Aufenthaltsort unbekannt. Das HLF geht links herum zur Menschenrettung vor, unsere Aufgabe ist es, die Wohnung rechts herum abzusuchen.“

„Angriffstrupp zur Menschenrettung unter PA mit erstem Robr und Tragetuch ins zweite Obergeschoss über die Treppe vor!“

Auch in diesem Beispiel haben die Führungskräfte richtig entschieden. Eine offensive Belüftung kommt in diesem Fall nicht zum Einsatz, obwohl noch eine Person im Brandgeschoss im verrauchten Bereich vermisst wird.

Es handelt sich in diesem Beispiel um ein historisches Gebäude. Die Lage des Brandherdes ist noch nicht bekannt. Hier ist das Risiko einer durch die maschinellen Belüftung verursachten Brand- und Rauchausbreitung, auch für die eigenen Kräfte, zu groß. Eine maschinelle Belüftung kann erst stattfinden, wenn der Brandherd lokalisiert und eine Abluftöffnung geschaffen ist.

Literatur- und Quellenverzeichnis

[1] REICK, M.: Mobiler Rauchverschluss. Rotes Heft / Ausbildung Kompakt 212. 2. Auflage, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, 2010.

[2] VON DER LIETH, D.; WAGNER, S.; GROß, M.; SCHMIDT, G.: Bewertung unterschiedlicher Belüftungstaktiken mittels validierter numerischer Simulation.

In: vfdb-Zeitschrift – Forschung, Technik und Management im Brandschutz, Heft 04/2009, S. 211-215, Ebner Verlag, Ulm.

[3] SICKINGER, S.; SELMEIER, S.; MEISENBERG, O.; SCHÖTTNER, S.: Kohlenstoffmonoxid-Vergiftung durch Belüftungsgeräte?

In: BRANDSCHUTZ – Deutsche Feuerwehrzeitung, 07/2011, S. 538-540.

[4] MÜLLER, F.; REICK, M.: Überdruckbelüftung im Treppenraum – Effiziente Ventilation durch optimalen Abstand zum Gebäudeeingang.

In: BRANDSCHUTZ – Deutsche Feuerwehrzeitung, 12/2011, S. 930-933.

[5] MÜLLER, F.; REICK, M.: Versuche zur Belüftung von Brandräumen – Temperaturabnahme durch Belüftungsgerät und Mobilen Rauchverschluss.

In: BRANDSCHUTZ – Deutsche Feuerwehrzeitung, 02/2012, S. 82-89.

[6] KERBER, S.; MADRZYKOWSKI, D.; STROUP, D.W.: NISTIR 7412 – Evaluating Positive Pressure Ventilation In Large Structures: High-Rise Pressure Experiments. National Institute of Standards and Technology. Gaithersburg, MD 20899, 2007.