

CHRISTIAN EMRICH

# Effektive und leicht handhabbare Einsatzstellenbelüftung

## V Versuchsergebnisse des Forschungsprojekts »Einsatzstellenbelüftung«

**In einer Versuchsreihe von Dezember 2007 bis März 2008** wurde mit verschiedenen Lüfertypen untersucht, wie Brandräume effektiv belüftet werden können und welche Voraussetzungen hierfür erfüllt sein müssen. Der Beitrag stellt die Versuche und die hierbei gewonnenen Erkenntnisse vor. Außerdem werden Hinweise für die Einsatzpraxis zur effektiven Belüftung und zu den Besonderheiten der beiden am weitesten bei den deutschen Feuerwehren verbreiteten Lüfertypen gegeben.

Der Wissensstand bei den deutschen Feuerwehren über die Belüftung von Brandobjekten ist derzeit sehr unterschiedlich; es gibt hier zudem die verschiedensten Ansichten. Selbst Führungskräfte bei Berufsfeuerwehren mit jahrelanger Erfahrung streiten sich, wenn es darum geht, konkrete Empfehlungen für oder gegen eine bestimmte Art der Belüftung zu geben. Zusätzlich wird die bestehende Unsicherheit dadurch gefördert, dass bei den großen

deutschen Berufsfeuerwehren verschiedene Lüfertechnologien im Einsatz und damit auch unterschiedliche Ansätze für die Einsatzstellenbelüftung vorhanden sind.

### Belüftungstaktiken

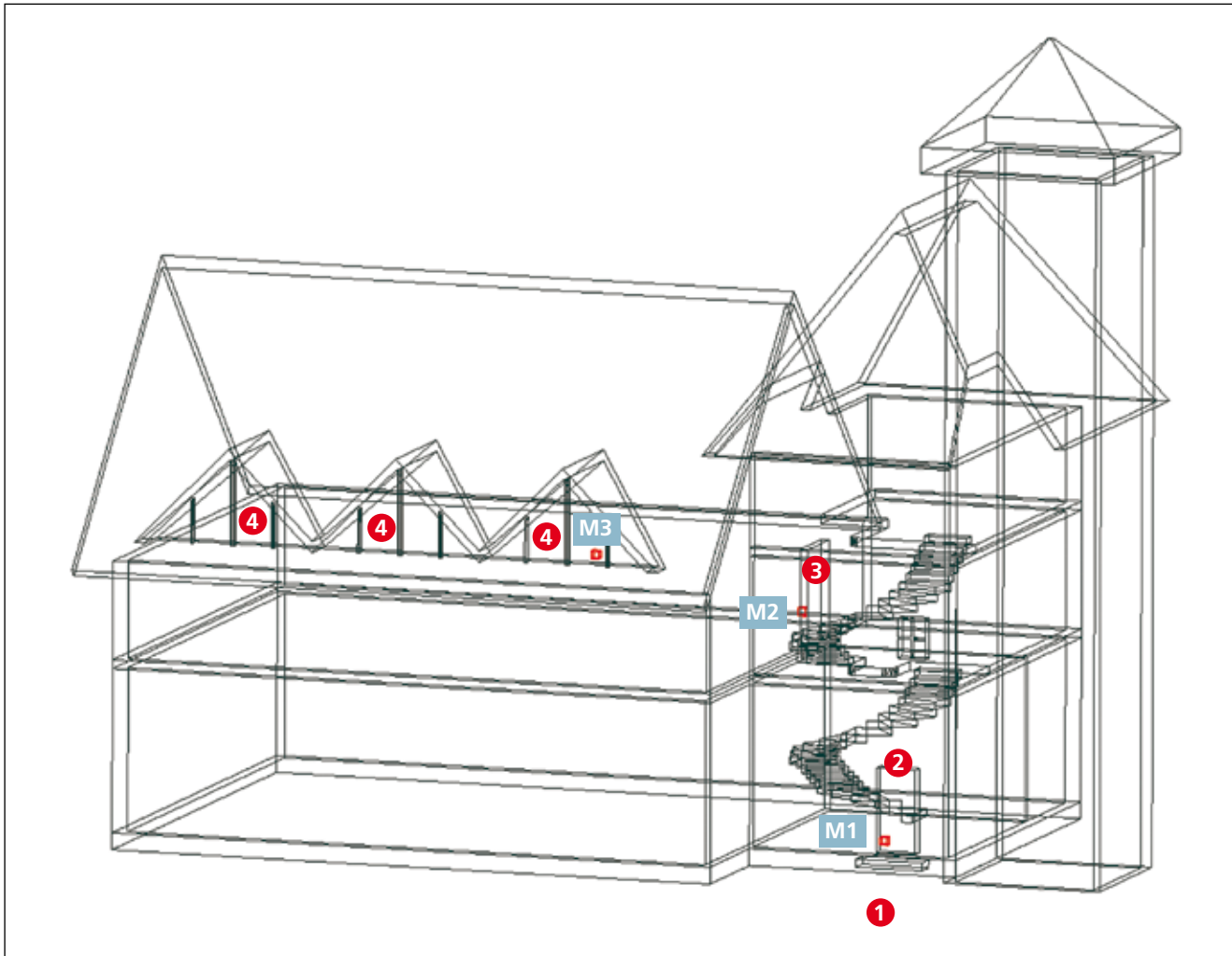
Zum einen wird von der »Pressure Ventilation« (Druckbelüftung), die mithilfe von Turbolüftern (auch Hochleistungslüfter genannt) durchgeführt wird, gesprochen. Diese Gerätetypen weisen eine kompakte

Bauart auf, haben viele Blätter und erzeugen im Betrieb zum Teil ein pfeifendes Geräusch durch die sehr hohen auftretenden Luftgeschwindigkeiten. Diese hohen Geschwindigkeiten werden benötigt, um das Injektor-Prinzip zu nutzen. Das bedeutet, dass die Umgebungsluft aufgrund eines strömungstechnischen Vorganges von der erzeugten Lufterweiterung mitgerissen wird. Durch dieses Phänomen sollen, laut Angaben verschiedener Hersteller dieser Geräte, die Turbolüfter letztendlich mindestens die gleiche Luftmenge fördern wie die Geräte mit Propellertechnik. Sie erzeugen dabei allerdings nach der derzeitigen Lehrmeinung fast keinen Überdruck. In den meisten Fällen werden die Turbolüfter als optimale Geräte zur Entrauchung von Räumen beschrieben. Eine einfache und eindeutige Anleitung für Einsatzkräfte zum Aufstellen solcher Turbolüfter konnte der Verfasser in der Literatur nicht finden. Es gibt nur die Anweisung, dass die erzeugte Lufterweiterung sich in Höhe des Türrahmens befinden soll. Wie jedoch diese Spitze ermittelt werden kann, wird nirgends wiedergegeben. Da nach bisherigen Taktikanweisungen der Turbolüfter den Rauch im Brandraum mitreißt, wurde die Aufstellung so nah wie möglich am oder besser im Türrahmen stehend beschrieben.

Als Alternative steht der Druckbelüftung die »Positive Pressure Ventilation« (Überdruckbelüftung) gegenüber. Bei dieser Belüftungstaktik wird mit bauartbedingt größeren Ventilatoren mit relativ wenig Blättern der Luftstrom erzeugt. Diese Blätter sind klassische Propeller, welche dank einer ausgeklügelten und stetig weiterentwickelten Technik einen gleichmäßigen Lufttrichter erzeugen. Die optimale Aufstellung dieser Geräte wird nach der herrschenden Meinung mit einem Abstand, der mindestens der Diagonalen der Eingangsöffnung entspricht, und dem Hinweis, dass die gesamte Oberfläche der



Im Rahmen einer Testreihe im Zeitraum von Dezember 2007 bis März 2008 wurde untersucht, unter welchen Voraussetzungen mit den bei den deutschen Feuerwehren am weitesten verbreiteten Lüfertypen ein optimales Ergebnis bei der Belüftung von Brandräumen erzielt werden kann. Das Bild zeigt den Rauchsstoß beim Einsatz eines Propellerlüfters bei einem dieser Versuche.



Als Hauptversuchsobjekt diente das Feuerwehrhaus der Feuerwehr Lahr: 1 – Standort der Lüfter (jeweils in verschiedenen Abständen), 2 – Hauseingangstür (Eintrittsöffnung), 3 – Raumtür (Öffnung zum »Brandraum«), 4 – Austrittsöffnungen (variabel von 0,9 bis 5,4 m<sup>2</sup> durch Öffnen der Fenster), M1 – Schallmessung, M2 – Druckmessung (an verschiedenen Stelle des Raums, beginnend an der Raumtür), M3 – Messung der Luftstromgeschwindigkeit

Eingangsöffnung mit Luft beaufschlagt werden muss, angegeben. Ansonsten würde kein Überdruck im Gebäude erzeugt. Hier werden durchgängig erzeugte Drücke von drei bis fünf Millibar genannt.

Sollten diese Druckwerte tatsächlich erreicht werden, würde das bedeuten, dass eine Wohnungstür im Innern eines Gebäudes mit einer angenommenen Fläche von zwei Quadratmetern (zwei Meter hoch und einen Meter breit) nur mit einer Kraft von 1 000 Newton (dies entspricht einem Gewicht von 100 Kilogramm) geöffnet werden kann. Diese Kraft können vielleicht zwei erwachsene Personen aufbringen. Aus der Einsatzpraxis ist allerdings bekannt, dass eine Tür im Innenangriff trotz des Einsatzes eines Überdruckbelüfters immer einhändig geöffnet werden kann. Auch bei der Benutzung der in der

Bauart kleineren Turbotechnologie wird der Widerstand an der Tür in der Praxis immer gleich stark empfunden.

### Beschreibung der Versuche

Diese Überlegungen waren die Grundlage für die Durchführung von Versuchen des Verfassers bei der Freiwilligen Feuerwehr Lahr (Ortenaukreis/Baden-Württemberg) zur Einsatzstellenbelüftung mit verschiedenen Lüfertypen. Das primäre Ziel war hierbei, mögliche Wirkungsunterschiede zwischen Überdruckbelüftern (Propellertechnik) und Turbolüftern (Turbinentechnik) zu untersuchen. Als sekundäres Ziel wurde angestrebt, auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse eine einfache und eindeutige Anleitung für die optimale Aufstellung der Geräte der Turbotechnologie zu ermitteln, da diese Geräte inzwi-

schen bei den Feuerwehren weit verbreitet sind. Angewandt werden bisher bei der Aufstellung der Lüfter entweder die genannte Vorgehensweise »so nah wie möglich« oder die bekannten Regeln für die Belüftungstechnik mit Überdruckbelüftern (Propellerlüftern), sodass die Fläche der Eintrittsöffnung immer ganz mit der einströmenden Luft abdeckt ist. Ob dies jedoch der richtige Ansatz, trotz einer völlig anderen Strömungstechnik ist, sollte im Rahmen der Testreihe überprüft werden.

### VERWENDETE MESSGERÄTE

Um möglichst genaue Ergebnisse zu erhalten, wurden verschiedene Messgrößen mit geeigneten Qualitätsmessgeräten eruiert: darunter ein Druckmessgerät mit einem Messbereich von null bis 250 Pascal, welches Drücke auf 0,1 Pascal (ein Pascal

entspricht 0,001 Millibar) genau misst, ein Schallpegelmessgerät mit einem Messbereich von 30 bis 130 Dezibel (Auflösung 0,1 Dezibel), ein Flügelrad-Anemometer (Messbereich 0,4 bis 30,0 m/s, Auflösung 0,01 m/s) sowie zwei baugleiche Lichtschranken. Mittels dieser Messgeräte wurden in den Gebäuden der Feuerwehr Lahr umfangreiche Tests durchgeführt.

### BESCHAFFENHEIT DES VERSUCHOBJEKTES

Aufgrund der optimalen einsatz- und praxisnahen Gegebenheiten mit einem strömungstechnisch komplexen Treppenraum bis ins dritte Obergeschoss war das Feuerwehrhaus für diese Versuche geradezu prädestiniert. Zudem gab es hier auch die Möglichkeit, Szenarien in einem kleinen wie auch in einem großen »Brandraum« zu testen. Der große »Brandraum« hat ein Volumen von 380 Kubikmetern und ist mit einem bis zur Rohdecke ausgebauten Raum unter dem Walmdach ausgestattet. Dieser Raum dient normalerweise als klassischer Lehrsaal mit Tischen und Stühlen. Um die Strömungshindernisse, wie sie in einer Wohnung auftreten, möglichst realitätsnah zu simulieren, wurden die Stühle auf die Tische gestellt. Um herauszufinden, ob dies wirklich ein Hindernis für die Strö-

mungen darstellt, wurden auch Versuche ohne Hindernisse durchgeführt. Hierbei konnte in diesem großen Raum kein messbarer Unterschied festgestellt werden. Die Aufstellung der Lüfter erfolgte immer auf einer waagerechten Ebene.

Die durchgeführten Versuche sollten möglichst praxisnahe Ergebnisse liefern. So wurde überprüft, welchen Druck die verschiedenen Lüfertypen mit verschiedenen Antriebsarten tatsächlich erzeugen. Um parallel dazu auch den optimalen Abstand der Lüfter mit Turbinentechnik (Turbolüfter) und mit Propellertechnik (Überdrucklüfter) von der Eingangstür zu ermitteln beziehungsweise zu überprüfen, wurde jeder Lüfter in verschiedenen Abständen platziert. Des Weiteren sollte überprüft werden, inwieweit die bisherige Lehrmeinung hinsichtlich des maximalen Verhältnisses von Eintritts- und Austrittsöffnung von 1:1,5 stimmt und auch wirksam ist. Der große »Brandraum« bot hier durch mehrere vorhandene Fenster die Möglichkeit, die Größe der Austrittsöffnung sehr genau zu steuern.

Das Versuchsobjekt hat eine Lufteintrittsöffnung, wie sie auch in der täglichen Einsatzpraxis zu finden ist. Der Treppenraum windet sich mit zwei 180-Grad-Serpentinen auf eine Bodenhöhe von zirka

sechs Metern. Im 90-Grad-Winkel schließt sich ein fast zehn Meter langer Flur an, welcher in dem Brandraum endet. Der Raum ist in Verlängerung des Flures 16 Meter tief und neun Meter breit.

### GETESTETE LÜFERTYPEN

Im Rahmen der Versuche wurden die zwei in Deutschland am häufigsten im Einsatz befindlichen Lüfertechnologien überprüft. Dies waren zwei Vertreter der klassischen Überdruckbelüftung sowie drei Modelle mit Turbolüftung. Alle diese verwendeten Lüfertechnologien sind nach dem US-amerikanischen AMCA-Test (Air Movement and Control Association) geprüft und haben nach Herstellerangaben einen Nennförderstrom von 30 000 bis 35 000 m<sup>3</sup>/h. Sie entsprechen also somit der gleichen Leistungskategorie.

### Versuchsergebnisse

Es zeigte sich bei der Versuchsreihe sehr schnell, dass keiner der eingesetzten Hochleistungslüfter jene Drücke erreichte, die seit Jahren gelehrt werden. Trotz aller Variationen bei der Aufstellung und im Gebäude lagen die Drücke bei allen Modellen weit unter einem Millibar. Der Turbolüfter wurde, jeweils in Meterschritten, nacheinander im Abstandsbereich von ein bis fünf Metern aufgestellt und getestet. Gemessen wurden aber nur Werte im unteren und mittleren zweistelligen Pascalbereich. Die Annahme, dass der seit Jahrzehnten gelehrt Überdruck von bis zu fünf Millibar nicht erreicht wird, konnte hinreichend verifiziert werden. Bei den Vorbereitungen auf die praktischen Tests waren Werte zwischen 15 und 40 Pascal berechnet worden. Diese führen zu einer Widerstandskraft an einer Wohnungstür im Innern des Gebäudes von 60 bis 80 Newton (dies entspricht einem Gewicht von sechs bis acht Kilogramm). Dies sind Werte, die um mehr als das Zehnfache kleiner waren als bisher bekannt. Diese Kräfte sind auch plausibel für den Widerstand, die in der Praxis beim Öffnen einer Tür, welche nicht in den Brandraum sondern in den Flur öffnet, aufgebracht werden muss.

### Propellertechnik (Überdruckbelüfter)

Bei optimaler Platzierung der Überdruckbelüfter mit kompletter Abdichtung der Eingangstür und einem daraus folgenden



Blick in den zu belüftenden Versuchsraum (angenommener »Brandraum« mit rund 380 Kubikmetern Rauminhalt). Vorteilhaft war hier das Vorhandensein von mehreren Fenstern, wodurch die Größe der Austrittsöffnung schrittweise vergrößert werden konnte.

Abstand, der größer ist als die Diagonale der Eintrittsöffnung, wurden lediglich 20 bis maximal 25 Pascal (0,025 Millibar) Druck aufgebaut. Diese Werte wurden im Abstandsbereich von zwei bis zweieinhalb Metern gemessen.

### Turbinentechnik (Turbolüfter)

Bei den Druckmessungen mit den Lüftern mit Turbinentechnik wurden ebenfalls Ergebnisse erzielt, die so nicht erwarten worden waren. Die gemessenen Drücke waren annähernd genauso hoch wie die Drücke, die bei den Versuchen mit der klassischen Überdrucklüftertechnik (Propellertechnik) ermittelt werden konnten. Es fiel weiterhin auf, dass die gemessenen maximalen Drücke stark vom Aufstellungspunkt abhängen. So wurde deutlich, dass bei den klassischen Überdruckbelüftern (Propellertechnik) und bei dem klassischen Turbolüfter (Turbinentechnik) der optimale Aufstellungsbereich sehr klein ist. Bereits ein Unterschied von einem Meter bringt Leistungseinbußen von bis zu 30 Prozent mit sich. Dieser erhebliche Leistungsabfall wirkt sich proportional auf den Luftvolumenstrom aus. Mit der eingesetzten Turbolüftertechnologie konnten bei drei Metern Abstand die höchsten Drücke erzeugt werden, die um 20 Pascal lagen. Aus

diesen Ergebnissen lässt sich ableiten, dass die Aufstellung der Lüfter entscheidend für die Belüftungsleistung – und damit auch für das Erreichen der Einsatzziele – ist.

Bei beiden Technologien waren die Ergebnisse sehr ähnlich. Die bei der Turbinentechnik ermittelten Werte wichen bei den Druckmessungen kaum von den Werten des Propellerlüfters ab. Dieser erzeugte mit einer Differenz von maximal fünf Pascal etwas erhöhte Druckwerte. Doch auch der Turbolüfter konnte diese Maximalwerte nur in einem kleinen Aufstellungsbereich von einem halben Meter erreichen. Dieser Bereich liegt bei einem Abstand von zweieinhalb bis drei Metern. Er ist somit genauso wenig variabel wie der Überdrucklüfter, welcher bekanntlich zwischen zwei und zweieinhalb Metern Abstand, je nach Größe der Eintrittsöffnung und der daraus folgenden Diagonalen, aufgestellt wird.

### Erkenntnisse aus den Druckmessungen

Bei den Versuchen in Lahr wurde herausgefunden und durch mehrmalige Tests verifiziert, dass es keinen echten Überdruckbelüfter und somit auch keine Überdruckbelüftungstaktik bei den getesteten Technologien gibt. Deshalb sollte der Be-

griff der »Überdruckbelüftung« den Feuerwehrbereich verlassen und besser durch »Rettungsbelüftung« bzw. »rescue ventilation« ersetzt werden. Denn die gemessenen Maximaldrücke, die je nach Wetterlage zwischen 20 und 25 Pascal (Propellerlüfter und Turbinenlüfter) lagen, können nur erzeugt werden, wenn das Gebäude keine Austrittsöffnung jeglicher Art hat. Bereits das Öffnen eines Fensters mit einer Fläche von einem Quadratmeter ließ den Druck bei den Messungen um mehr als 50 Prozent fallen. Jede weitere, zufällige oder absichtliche Öffnung senkte diesen deutlich weiter ab. Um lüften zu können, muss nach der Lehrmeinung immer eine »geeignete« Abluftöffnung geschaffen werden. Doch daraus folgt, dass der aufgebaute Druck sofort nach dem Öffnen einer Abluftöffnung auf untere, einstellige Pascal-Werte sinkt. Ab diesem Zeitpunkt arbeitet die damit entstandene Rettungsbelüftung nur noch mit dem zugeführten Luftvolumenstrom. Dieser durchlüftet, je nachdem wie optimal der entsprechende Lüfter aufgestellt ist, den Raum mehr oder weniger schnell.

### Ermittlung des optimalen Verhältnisses von Zuluft- und Abluftöffnung

#### MESSUNG DES AUSTRETENDEN LUFTVOLUMENS

Der letzte und erheblich schwerwiegendere Faktor für eine schnellstmögliche »Rettungsbelüftung« ist die Abluftfläche, auch Austrittsöffnung genannt. In Lehrunterlagen wird bei der Anwendung der Überdruckbelüftungstaktik von einem Verhältnis zwischen Eintritts- und Austrittsöffnung (Zuluft- und Abluftöffnung) gesprochen. Dieses Verhältnis darf nach der Lehrmeinung nicht mehr als 1:1,5 betragen, da sonst Effektivitätseinbußen hinzunehmen seien. Im Standardfall mit einer Eintrittsöffnung von rund zwei Quadratmetern (Haustür) bedeutet dies, dass die Abluftöffnung höchstens eine Fläche von drei Quadratmetern haben darf. Diese, in Lehrunterlagen deutschlandweit verbreitete Lehrmeinung, wurde mithilfe eines Flügelrad-Anemometers überprüft. Mit diesem Messgerät können die Austrittsgeschwindigkeiten bei verschiedenen großen Abluftöffnungen gemessen werden. Im



Getestet wurden sowohl Turbolüfter als auch klassische Überdruckbelüfter (links). Die Versuche zur Bestimmung der Druckerhöhung im Gebäudeinnern wurden anschließend auch noch mit speziellen Großlüftern (Bildmitte) zum Erhalt von Vergleichswerten durchgeführt, die wie die anderen Lüfter auf einer Ebene platziert vor der Eingangstür in Stellung gebracht wurden.



Allgemeine Beobachtung bei den Belüftungsversuchen: Der Nebel löste sich als erstes in Bodennähe auf.

Rahmen der Versuchsreihe wurden Abluftöffnungen mit einem Verhältnis zur Eintrittsöffnung von 1:0,9 bis 1:3,4 in sechs Stufen geschaffen. Durch die gemessenen Luftgeschwindigkeiten an der Austrittsöffnung konnte das jeweils austretende Luftvolumen berechnet werden.

Bei den Versuchen bestätigte sich die Vermutung, dass die Positionen, bei denen die Maximaldrücke gemessen wurden, jene sind, bei denen auch das maximale Luftvolumen in das Gebäude gedrückt wurde. Um diese festgestellte »Volumenabhängigkeit« zu bestätigen, wurde zusätzlich mit zwei verschiedenen Großlüftern, die erheblich mehr Volumen fördern als die auf Standardlöschfahrzeugen verwendeten Modelle, gemessen. Zum einen wurde ein Propellerlüfter, der nach Herstellerangaben einen Nennförderstrom von 70 000 m<sup>3</sup>/h liefert, der gleichen Testreihe unterzogen. Dieser wurde aufgrund der Propellertechnik mit etwas mehr als zwei Metern Abstand (Diagonale der Eintrittsöffnung) aufgestellt. Außerdem wurde derselbe Test auch mit einem großen Turbolüfter durchgeführt. Dieser hat nach Herstellerangaben einen Nennförderstrom von 96 000

m<sup>3</sup>/h und förderte somit noch mehr Luft in das Gebäude als der Großlüfter mit Propellertechnik. Tatsächlich lieferten diese großen Lüfter sehr hohe Werte, sowohl beim Druck als auch beim Luftvolumen. Auffallend war bei diesen Tests, dass der erzeugte Druck und die erzeugte Leistung nicht ganz linear anstiegen. Trotz der mehr als doppelt so hohen Nennförderleistung war der Druck nicht doppelt so hoch, sondern lediglich stark erhöht. Die Druckwerte lagen alle im mittleren zweistelligen Bereich.

#### GRÖSSE DER ABLUFTÖFFNUNG

Weitere Erkenntnisse aus den umfangreichen Messungen des Luftvolumens waren, dass bei jedem Lüftertyp die Abluftleistung bzw. Entrauchungsleistung erst anstieg, sobald das Öffnungsverhältnis von der Zuluft- zur Abluftöffnung größer als 1:1,5 war. Erst ab einem Verhältnis von 1:1,7 gab es bei jedem Lüftertyp akzeptable Leistungswerte. Als akzeptable Leistungswerte wurde ein Luftvolumenstrom von 5 m<sup>3</sup>/s festgesetzt. Generell lässt sich sagen, dass die Verhältnismäßigkeit irrelevant ist. Diese Angabe des optimalen Verhältnisses von

1:1,5 basiert auf der Überlegung, dass der Rauch mittels Überdruck aus dem Brandraum entfernt wird. Bei der Testreihe mit den beiden unterschiedlichen Lüfertechnologien wurde mit einem Verhältnis von bis zu 1:3,4 getestet. Mehr Abluftfläche ist in der Praxis bei einem Wohnungsbrand im Brandraum mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht vorhanden. Ab einem Verhältnis von 1:1,7 bis 1:3,4 wurden konstante Luftvolumina gemessen. Dies entspricht in der Praxis Flächen von 2,7 bis 5,4 Quadratmetern als Austrittsöffnung (entspricht in etwa einer Gesamtfläche von drei bis sechs geöffneten Fenstern) bei einer normalen Haustür als Eintrittsöffnung.

#### Entrauchungseigenschaften der verschiedenen Lüftertypen

Bei der Entrauchung selbst sind Unterschiede zwischen den Lüftern mit Propellertechnik und mit Turbotechnik zu beobachten. Bei der Propellertechnik wird der Rauch gleichmäßig aus dem Raum gedrückt. Dies ist mit einer langsamen Frischluftwand vergleichbar. Beim Turbolüfter verhält es sich anders. Dessen Luftstrahl bahnt sich seinen Weg durch den verrauchten Raum und belüftet deshalb das Zentrum des Raumes in der Anfangsphase mehr als die Randbereiche und Ecken. Der Turbolüfter schlägt also eine Art Schneise in den Raum.

#### MESSUNG DER ENTRAUCHUNGSZEIT

Die optische Dichte, also die Zeit, in der ein Raum aufgrund seines noch vorhandenen Restrauches »überschaubar« ist, wurde exakt mit den zwei Lichtschranken gemessen. Auf diese Weise konnte sichergestellt werden, dass alle Lüfter tatsächlich mit derselben Entrauchungsleistung gemessen wurden. Die Zeitspanne bis zur Registrierung des festgelegten Entrauchungszustandes, bei dem der Raum von einem Volumen von fast 400 Kubikmetern innerhalb von nur wenigen Sekunden abgesucht und überblickt werden kann, lag sowohl bei den Lüftern mit Überdruck- als auch bei denen mit Turbotechnologie bei zirka zwei Minuten. Diese Entrauchungszeit erreichten die Hochleistungsventilatoren jedoch nur bei der jeweils optimalen Aufstellung und bei einer Abluftöffnung von 5,4 Quadratmetern (Verhältnis 1:3,4).

### EINSTELLUNG DES OPTIMALEN NEIGUNGSWINKELS

Die Lüfter mit Propeller- und Turbotechnik können von Hand in die optimale Neigungsposition gebracht werden. Bei den Tests zur optimalen Neigungswinkereinstellung wurden die Geräte jeweils in senkrechter Stellung, mit mittlerer und mit größtmöglicher Neigung bei verschiedenen Abständen getestet, sodass die Mitte des Luftkegels genau in der Mitte der Eingangsöffnung lag. Diese Feineinstellung musste bei beiden Lüftertypen in mehreren Arbeitsschritten erfolgen. Es hat sich gezeigt, dass der optimale Neigungswinkel einen großen Einfluss auf den Luftvolumenstrom und den erzeugten Überdruck hat. Ein sehr großer Neigungswinkel führte bei nahen Abständen im Bereich von einem bis zwei Meter nur unwesentlich zu höheren Drücken als bei der Einstellung der Lüfter mit einem mittleren Neigungswinkel. Bei Abständen ab vier Meter hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die Hochleistungsventilatoren möglichst senkrecht einzustellen. Bei der Propellertechnik gab es keine großen Leistungsunterschiede. Die Lüfter dieses Typs wiesen bei senkrechter Stellung den größten Leistungsbereich auf. Bei den Lüftern mit Turbotechnik konnte die Einstellung verschiedener Winkel Leistungseinbußen oder Leistungssteigerung von bis zu 30 Prozent mit sich bringen. Grundsätzlich gilt bei beiden Antriebsarten, dass bei nahen Abständen eine Neigung empfehlenswert und dem jeweiligen Abstand entsprechend anzupassen ist. Ab fünf Metern Abstand sollten die Lüfter senkrecht aufgestellt werden, um je nach verwendetem Lüftertyp die Leistung zu steigern bzw. keine Leistungseinbußen hinnehmen zu müssen.

### MESSUNG DER LÄRMBELASTUNG

Als letzte Testreihe führte der Verfasser auch eine Untersuchung der Lärmbelastung der verschiedenen Lüftertypen durch. Da alle verwendeten Technologien mit einem Benzinmotor angetrieben wurden, war ein unmittelbarer Vergleich möglich. Hierfür wurden alle Geräte in Abständen von einem bis fünf Meter vor der Zuluftöffnung aufgestellt. Die Messung des Geräuschepegels erfolgte jeweils direkt an der Eintrittsöffnung. Bei allen Lüftern lagen die gemessenen Werte zwischen 90

und 110 Dezibel. Bei der ermittelten optimalen Aufstellung lag der Wert bei dem Propellerlüfter bei 99 Dezibel. Der Lüfter mit Turbotechnik wies bei drei Meter Abstand 97 Dezibel auf. Die Maximalwerte lagen bei einem Meter Abstand mit 106 bis 110 Dezibel sehr dicht beieinander. Somit konnte kein Unterschied bei der Lärmbelastung durch die unterschiedlichen Lüftertechnologien festgestellt werden.

### Empfehlungen für die Einsatzpraxis

#### »RETTUNGSBELÜFTUNG«

Bei der Rettungsbelüftung wird die mechanische Belüftung zum frühestmöglichen Zeitpunkt zur schnellen Entrauchung des Brandobjektes in Betrieb genommen, sobald eine Abluftöffnung im Brandraum



**oben:** Um die Belüftung des Brandraumes zu beschleunigen, empfiehlt es sich – wie hier bei einer Einsatzübung der Feuerwehr Lahr – von außen über die Drehleiter eine Austrittsöffnung zu schaffen.

**unten:** Auch bei Brandeinsätzen mit geringen Geschosshöhen empfiehlt sich die automatische Mitalarmierung einer Drehleiter, um eine Anleiterbereitschaft sicherzustellen. Diese Einheit kann – das schnelle Eintreffen an der Einsatzstelle vorausgesetzt – die Belüftungsmaßnahmen von außen unterstützen.

vorhanden ist oder ein Trupp in diesen Raum vorgeht. Um dies zu gewährleisten, wird eine geeignete Abluftöffnung gesucht. Das Schaffen der Abluftöffnung kann von außen, aber auch von innen (durch den Angriffstrupp) erfolgen. Bei der Rettungsbelüftung wird die größtmögliche Abluftöffnung im Brandraum, möglichst nahe am Brandherd, geschaffen. Denn nur so kann eine schnelle, unkomplizierte Entrauchung erreicht werden. Aufgrund der hier vorgestellten Versuchsergebnis-

se sollte von dem bisher empfohlenen Verhältnis von Zu- zur Abluftöffnung von 1:1,5 zukünftig Abstand genommen werden. Stattdessen ist die größtmögliche, im Brandraum verfügbare Abluftöffnung zu schaffen. Um eine schnellstmögliche Entrauchung zu gewährleisten, ist eine exakte Aufstellung des jeweiligen Lüfters vorzunehmen. Nur so lassen sich Leistungseinbußen verhindern.

Bei nicht pulsierendem Rauchaustritt aus den Fenstern und nicht verrauchtem

Treppenraum ist die Rettungsbelüftung einzuleiten, wenn der Angriffstrupp vor der Brandwohnungstür zum Vorgehen einsatzbereit ist. Der Angriffstrupp schafft oder vergrößert nach dem Eindringen die Abluftöffnungen, um den Raum schnellstmöglich enträuchern, überblicken und nach Personen absuchen bzw. den Brandherd lokalisieren zu können. Wird bei der Lageerkundung von außen pulsierender Rauchaustritt festgestellt, ist die Wohnungstür geschlossen zu halten. Der Lüfter sollte dann erst einmal nur im Standgasbetrieb laufen gelassen werden. Da dem Feuer der Sauerstoff fehlt, muss unter Berücksichtigung eines ausreichenden Sicherheitsabstandes von außen eine Abluftöffnung gezielt geschaffen werden. Zündet der Brandrauch jetzt nicht explosionsartig durch, dann ist der Lüfter in Vollgasbetrieb zu nehmen und der Angriffstrupp kann nun in den Brandraum eindringen, um weitere Abluftöffnungen möglichst nahe am Brandherd zu schaffen. Um zu verhindern, dass die Wohnungstür durch den auftretenden Luftstrom zugezogen wird, sollte die Tür bei der größtmöglichen Öffnung verkeilt werden. Damit wird auch der maximale Luftstrom in den Brandraum gewährleistet. Der Gruppenführer bzw. Einheitsführer muss somit in der Anfangsphase eines Brandeinsatzes auf folgende beiden Dinge achten: auf den Rauchaustritt bzw. die Art des Rauchaustrittes (pulsierend, nicht pulsierend) und auf den Verrauchungsgrad des Treppenraumes.

#### WARUM RETTUNGSBELÜFTUNG?

Die häufigste Todesursache bei Wohnungsbränden ist die Rauchgasintoxikation. Die in der Orbit-Studie ermittelte Reanimationsgrenze von 17 Minuten ist somit der entscheidende Faktor bei einem Wohnungsbrand mit durchzuführender Menschenrettung. Um innerhalb kürzester Zeit eine vermisste Person in einer Wohnung unter »Null-Sicht-Bedingungen« finden zu können, bedarf es einem sehr großen Übungsaufwand. Selbst dann benötigt der Angriffstrupp, um eine normale Zwei-Zimmer-Wohnung abzusuchen, immer noch mindestens zehn Minuten (gerechnet von dem Zeitpunkt, zu dem der Trupp seinen Befehl erhält).

Durch eine Optimierung des Einsatzablaufes und durch den korrekten Einsatz



Nach dem Öffnen der Brandraumtür sollte der Angriffstrupp so schnell wie möglich in den Raum eindringen und eine Abluftöffnung schaffen (z. B. durch Öffnen von Fenstern in Nähe des Brandherdes).

der verschiedenen Lüfertechnologien kann diese Zeit um 50 bis 60 Prozent reduziert werden. Um dieses Ziel zu erreichen, sollten sich die Belüftungstechnik und -taktik ändern, denn jeder Atemschutzgeräteträger weiß aus der Übungs- und Einsatzpraxis, dass die Orientierung und Vorgehensweise unter »Null-Sicht«-Bedingungen sehr schwerfällig und langsam ist. Zudem wirkt sich die schwerfällige Orientierung auch körperlich und psychisch auf die vorgehenden Atemschutztrupps aus und belastet diese zusätzlich. Durch eine möglichst frühzeitige und effektive Belüftung mit den heute bei den Feuerwehren eingesetzten Lüfertechnologien ist es bei angepasster Taktik den Feuerwehren möglich, bei entsprechender Größe der Abluftöffnung im Brandraum (vier bis sechs Fenster) und optimaler Lüfteraufstellung innerhalb von gut zwei Minuten die optische Dichte soweit zu reduzieren, dass die Suche nach Personen oder nach dem Brandherd sich erheblich verkürzt. Die Voraussetzungen dafür sind die umfassende Außenerkundung des Gebäudes durch den Gruppenführer bzw. Einheitsführer, die optimale Aufstellung des Lüfters und das schnelle, offensive Vorgehen der Angriffstrupps zum Schaffen der Abluftöffnungen.

### TEST MIT DEM MOBILEN RAUCHVERSCHLUSS

Es wurden auch Versuche mit dem Mobil Rauchabschluss durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, dass dieser bei der üblichen Vorgehensweise (Benutzung des kompletten Vorhangs des Mobil Rauchverschlusses) die Belüftung des Brandraumes hemmt und somit Leistungseinbußen zu verzeichnen sind. Um die Leistungseinbußen möglichst gering zu halten, wird empfohlen, den Rauchverschluss über die Querstange zu legen, sodass nur das obere Viertel der Brandraumtür durch den Mobil Rauchabschluss abgedeckt ist und damit das »Ausbremsen« der Luft so klein wie möglich gehalten wird; denn die Geschwindigkeit der Luft ist strömungstechnisch der wichtigste Faktor für eine schnelle und effektive Entrauchung des Brandraumes.

### TREPPENRAUMENTRAUCHUNG

Zum Stichwort »Treppenraumbelüftung« ist zu sagen, dass die Rauchmenge, wel-



Beim Einsatz eines Turbolüfters wird die Raummitte zunächst deutlich stärker belüftet als die Randbereiche; es entsteht eine Art Schneise, wie auf diesem Bild deutlich zu erkennen ist. Ohne die Ablenkung durch die hier vorhandenen Gegenstände würde die Schneise geradeaus verlaufen.

che meist beim Eintreffen der Feuerwehr hier vorzufinden ist, beispielsweise durch ein gekipptes Fenster oder eine geringfügige Öffnung einer vorhandenen Rauch- und Wärme-Abzugsanlage (RWA) entweichen kann. Der Gruppenführer sollte in dieser Situation daran denken, dass eine vollständig geöffnete Rauch- und Wärme-Abzugsanlage für die optimale Entlüftungsleistung der Brandwohnung leistungshemmend sein kann. Nach der Belüftung des Treppenraumes sollte die Größe der RWA-Abluftöffnung wieder verkleinert oder ganz geschlossen werden. Eine kleine Öffnung (gekipptes Fenster) hat keine Auswirkung auf die »Rettsbelüftung« in der Brandwohnung. Ist der Einsatzleiter gezwungen, beispielsweise zur Evakuierung der nicht betroffenen Wohnungen, den Treppenraum zu nutzen, so ist die Brandwohnung geschlossen zu halten und zuerst der Treppenraum durch eine möglichst große Abluftöffnung, welche auch wieder schnell verschließbar ist, zu entrauchen. Anschließend kann nach dem Schließen der Abluftöffnung

des Treppenraums die Entrauchung der Brandwohnung eingeleitet werden.

### »DAS FEUER WIRD ANGEFACHT« – EIN WIDERSPRUCH?

Die Bedenken der Belüftungsgegner, dass durch die Rettungsbelüftung das Feuer in einem Gebäude noch stärker angefacht wird und es somit zu einer weiteren Brandausbreitung kommen kann, sind auf jeden Fall zu verneinen. Der Schaden am Gebäude wird durch die richtige und sofortige Anwendung der Rettungsbelüftung nicht größer, denn durch diese Taktik sind die Baumaterialien über einen wesentlich kürzeren Zeitraum den giftigen, heißen und meist sauren Brandrauchgasen ausgesetzt. Deren schädliche Wirkung wird unmittelbar durch die Belüftung deutlich verringert. Zudem kann der Brandherd aufgrund der besseren Sicht durch den vorgehenden Angriffstrupp deutlich schneller gefunden und so auch eher abgelöscht werden. Auch werden die heißen, aufbereiteten Brandgase durch die Belüftung gekühlt. Somit kommt die Brandausbrei-

tung mit der Rettungsbelüftung schnell zum Erliegen. Die Einwirkungszeit der Konvektionswärme (aufsteigende Wärme) und Strahlungswärme (seitliche Wärmestrahlung) im Hinblick auf die Baustruktur und die Brandausbreitung wird erheblich reduziert. Zudem haben die schnelle Menschenrettung und die Sicherheit der Einsatzkräfte im Innenangriff die höchste Priorität.

### ÜBUNGSHINWEISE FÜR DIE FEUERWEHREN

Mit Nebelmaschinen ist es jeder Feuerwehr möglich, auch bei Einsatzübungen eine einsatzähnliche Verrauchung zu simulieren. Hier kann sehr realitätsnah beobachtet werden, wie die unterschiedlichen Lüfertechnologien entrauchen. Einige Experten warnen bei der Belüftung mit Turbolüftern davor, im Zentrum des Luftstroms vorzugehen, um einen Strömungsabriss und die daraus resultierende Gefahr der Zündung von heißen, entzündlichen Brandgasen durch die Vermischung mit der Frischluft auszuschließen. Bei der Propellertechnik, welche eine »Frischluftwand« erzeugt, ist diese Gefahr gebannt. Das Vorgehen des Angriffstrupps muss daher genau auf die eingesetzte Lüfertechnik abgestimmt sein. Um diese Abstimmung und das Vorgehen in der Stresssituation »Einsatz« bei jeder Tages- und Nachtzeit zu beherrschen, muss dies regelmäßig trainiert werden. Wie zuvor beschrieben, kann der Angriffstrupp bei Lüftern mit Propellertechnik mit einer langsamen »Frischluftwand« mitgehen. Bei Lüftern mit Turbotechnik geht der Angriffstrupp schneller in die Raummitte vor, da hier durch eine Art Schneise der Brandraum zu Beginn im Raumzentrum stärker belüftet wird als in den Randbereichen. Zu beachten ist beim Vorgehen mit dem Turbolüfter, dass sich der Angriffstrupp hintereinander seitlich an der Schneise in den Raum vorarbeitet, um einen eventuellen Strömungsabriss zu vermeiden. Bei den Übungen ist zu beachten, dass der »Brandherd« auch bei eingeleiteter Rettungsbelüftung eine gewisse Rauchmenge kontinuierlich weiterproduziert. Um die Übungen und Trainingseinheiten möglichst realitätsnah zu gestalten, kann dies durch eventuell reduzierte, aber andauernde Nebelerzeugung simuliert werden. Ein Übungsziel kann somit das

Auffinden der Nebelmaschine sein, nachdem die vermissten Personen in Sicherheit gebracht wurden.

### Erkenntnisse aus realitätsnaher Einsatzübung

Nach dem Abschluss der Testreihen im Frühjahr 2008 wurde mit Einsatzkräften der Feuerwehr Lahr auch eine realitätsnahe Übung entsprechend des definierten Standardbrandes im zweiten Obergeschoss mit einer durchzuführenden Menschenrettung (kritischer Wohnungsbrand) gemäß den Hinweisen zur Leistungsfähigkeit der Feuerwehr in Baden-Württemberg (Stand Januar 2008)<sup>1</sup> unter Einsatz der gewonnenen Ergebnisse durchgeführt. Einsatztaktisch zeigte sich hier der große Vorteil einer sofort von Beginn an mitalarmierten, fest in der Alarm- und Ausrückordnung eingeplanten Drehleiter mit Korb auch bei Gebäuden niedriger Höhe (bis drittes Obergeschoss). Diese konnte durch die umgehend eingeleitete Anleiterbereitschaft<sup>2</sup> bereits Abluftöffnungen von außen im Brandraum schaffen, bevor der Angriffstrupp diese hätte finden und öffnen können. Der vorgehende Trupp konnte anschließend sehr schnell die Brandwohnung durchsuchen und die vermisste Person beziehungsweise den Brandherd finden. Der Lüfter wurde gleichzeitig mit dem Verteiler gesetzt und in Betrieb genommen, da bei der Außenerkundung durch den Gruppenführer Rauchaustritt (nicht pulsierend) festgestellt wurde und der Treppenraum nur leicht verraucht war.

### Schlussbetrachtung

Die im Beitrag vorgestellten Ergebnisse der Versuche unterstreichen die Bedeutung der Belüftung von Einsatzobjekten für den Einsatzverlauf und die Erreichung der Ein-

satzziele bei einem Brandereignis in einem Gebäude: Durch die richtige Vornahme der Lüfter und das schnelle Vorgehen zur Schaffung einer größtmöglichen Abluftöffnung in Brandherdnähe lässt sich die Zeit zum Auffinden von vermissten Personen erheblich reduzieren. Dadurch steigt deren Überlebenswahrscheinlichkeit. Darüber hinaus lassen sich auch Schäden an den Gebäuden und Einrichtungen durch eine schnelle und effektive Belüftung deutlich reduzieren.

Voraussetzung hierfür ist, dass alle Einsatzkräfte im Umgang mit der jeweiligen vorhandenen Lüfertechnik geschult werden und die hierfür notwendigen theoretischen Grundlagen im Rahmen der Ausbildung vermittelt bekommen. Trainiert werden müssen vor allem das Zusammenspiel der Einsatzkräfte und die zuvor festzulegende Aufgabenverteilung für die Durchführung der Einsatzstellenbelüftung.

### QUELLEN/LITERATUR

- [1] Remppe, A. und Klösters, K.: Das Planspiel als Entscheidungstraining, W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart, 2003.
- [2] Klingsohr, K. und Messerer, J.: Vorbeugender baulicher Brandschutz, 7. Auflage, W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart, 2005.
- [3] Beyler, C. L. et al.: The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3. Auflage, National Fire Protection Association, Quincy Massachusetts, 2002.
- [4] Prümer, B.: Haustechnik und Brandschutz, 2. Auflage, MK Verlag, Möckmühl, 1999.
- [5] Klose, A.: Brandsicherheit baulicher Anlagen, Band 1, Werner-Verlag, Düsseldorf, 1978.
- [6] Löbber, A. et al.: Brandschutzplanung, 4. Auflage, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln, 2004.
- [7] Schneider, U. et al.: Ingenieurmethoden im Baulichen Brandschutz, 3. Auflage, Expert-Verlag, Renningen, 2006.
- [8] Rodewald, G.: Brandlehre, 6. Auflage, W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart, 2007.
- [9] Hagen, E.: Rauch- und Wärmeabzug als Bestandteil moderner Brandschutzkonzepte, Verlag F.H. Kleffmann, Bochum, 1996.
- [10] Schmidt, G. und Schlusche, E.: Überdruckbelüftung, 2. Auflage, W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart, 2007. III

### AUTOR

CHRISTIAN EMRICH

Schwanau

Bilder: C. Burry (8), Feuerwehr Lahr (1)

<sup>1</sup> Siehe hierzu: Schröder, H.: Neue Hinweise zur Leistungsfähigkeit der Feuerwehr in Baden-Württemberg, BRANDSchutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 3/2008, S. 184 ff

<sup>2</sup> Anleiterbereitschaft ist eine einsatztaktische Maßnahme zur Sicherstellung eines zweiten Rettungs- und Rückzugsweges für im Innenangriff vorgehende Atemschutzgeräteträger, wenn sich der Brandbereich in Geschossen oberhalb des Erdgeschosses befindet. Hierzu werden je nach Lage Drehleitern und tragbare Leitern am betroffenen Objekt so in Stellung gebracht, dass im Bedarfsfall ihre sofortige Benutzung möglich ist – siehe: Unger, J. O. und Ridder, A.: Anleiterbereitschaft: »A stairway to safety!«, BRANDSchutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 7/2007, S. 468 ff.