

Der Rauchstopper

1 Andere Feuer, andere Probleme, andere Lösungen

Die Erkenntnis darüber, dass das Brandverhalten sich immer mehr verändert, hat mittlerweile Einzug in die Überlegungen der meisten Feuerwehrdienste gehalten. Andere Bauweisen und neue Konstruktionsmaterialien sorgen dafür, dass Brände oftmals nicht genügend Luftzufuhr erhalten, um sich zu einem Flashover zu entwickeln. Wenn ein Feuer nicht über genügend Frischluft verfügt, wechselt es vom brennstoffkontrollierten in den sauerstoffkontrollierten Verbrennungsablauf. Wenn dieser Übergang, den man auch als FC/VC Punkt (Fuel Controlled/Ventilation Controlled) definiert, noch vor der Entstehung eines Flashovers vollzogen wird, handelt es sich um ein unterbelüftetes Feuer. Ein Brand, bei dem der Übergang während oder kurz nach dem Flashover eintritt, bezeichnet man als belüftetes Feuer. Damit ein Brand sich zu einem belüfteten Feuer entwickelt, bedarf es vor allem einer genügenden Anzahl von Öffnungen (Türen und Fenster), damit eine ausreichende und ständige Luftzufuhr zum Feuer gewährleistet ist.

Beide Arten von Brandverlauf (belüftet oder unterbelüftet) beginnen auf die gleiche Weise in der Entstehungsphase. Das Feuer, welches zu diesem Zeitpunkt brennstoffkontrolliert ist, beginnt den vorhandenen Sauerstoff zu verbrauchen und Rauch zu produzieren. Bei einem belüfteten Feuer wird dem Brand kontinuierlich Frischluft zugeführt und gleichzeitig entweicht ein Teil der Rauchgase durch die gleichen Öffnungen aus dem Raum.

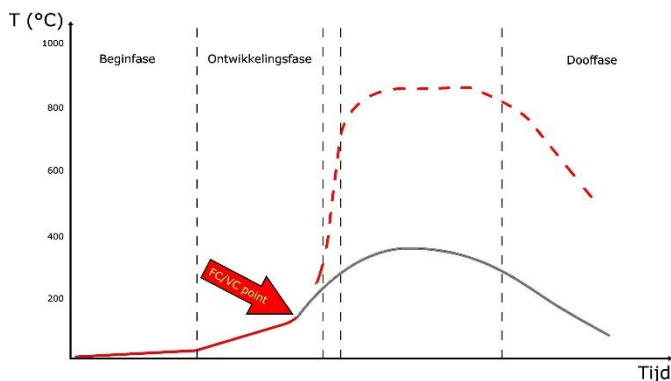


Bild 1 Ein belüfteter (rot gestrichelte Linie) und ein unterbelüfteter Brandverlauf (grau). Der FC/VC Punkt bezeichnet den Übergang von einem brennstoffkontrollierten Feuer zu einem sauerstoffkontrollierten Feuer. Der in dieser Graphik angezeigte FC/VC Punkt liegt auf der grauen Kurve. Die rot gestrichelte Kurve hat ebenfalls ihren FC/VC Punkt, dieser liegt wahrscheinlich irgendwo während oder kurz nach dem Flashover. (Graph: Karel Lambert)

Strömungen führen zu höchst gefährlichen Folgeerscheinungen und können desaströse Auswirkungen auf den Einsatz haben. Durch die einströmende Frischluft wird das Feuer erneut erstarben und die Hitzeabgaberate (Heat Release Rate) wird wieder ansteigen. In seltenen Fällen kann beim erneuten Aufflackern der Flammen ein Backdraft-Phänomen entstehen. Weitaus öfter jedoch wird das Feuer sich zu einem durch Luftzufuhr ausgelösten Flashover entwickeln. Dies stellt eine ernst zu nehmende Gefahr für die Feuerwehrleute dar.

Dies ist nicht der Fall bei einem unterbelüfteten Feuer. Hier fällt der Sauerstoffanteil in der Raumluft rasch ab und das Zimmer füllt sich innerhalb kurzer Zeit mit heißen Rauchgasen. Dabei bildet sich unter der Zimmerdecke eine Rauchschiicht, die immer weiter absinkt. Ab einem bestimmten Moment wird, als Folge des Sauerstoffmangels, die Intensität des Feuers abnehmen. Einsatzkräfte sehen sich beim Eintreffen vor Ort oftmals mit einer Brandsituation konfrontiert, bei der ein Raum komplett mit Rauch gefüllt ist. Sobald eine Türe geöffnet wird, setzen sowohl ein Rauchausstoß nach draußen, als auch ein Luftzug nach innen ein. Beide

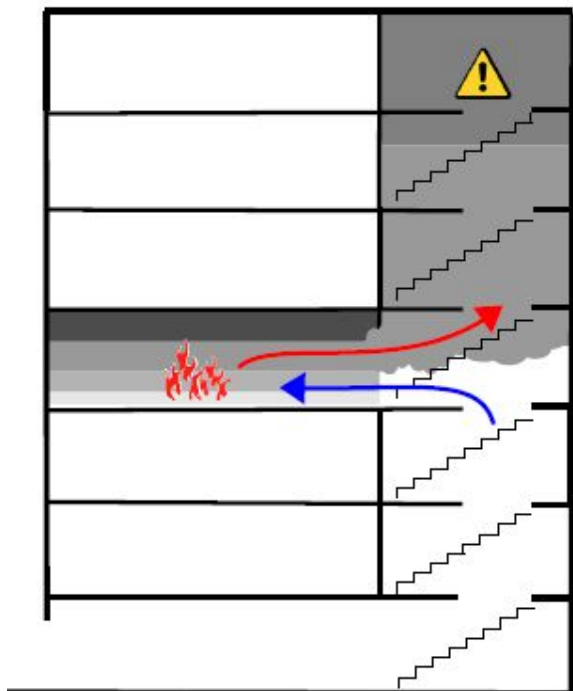


Bild 2 Ein Feuer in einem der unteren Stockwerke eines Gebäudes setzt Rauch frei, der in das Treppenhaus eindringt und sich nach oben hin ausbreitet. Hierbei können die Gase eine höchst gefährliche Konzentration erreichen. Dies ist eins der größten Risiken für Hausbewohner, die über das Treppenhaus flüchten wollen. In der Zeichnung sieht man, dass die Rauchgase zum dargestellten Zeitpunkt bereits drei Etagen über dem Brandherd eine intensive toxische Konzentration aufweisen. Für Bewohner aus den weiter oben liegenden Etagen, die anfangs einen fast rauchfreien Treppenraum vorgefunden hätten und jetzt über die Treppe nach unten kämen, wären ab der fünften Etage die Werte schon tödlich. Diese Entwicklung setzt sich jedoch stetig fort und die Prognose für die sich im Treppenhaus befindlichen Menschen würde dadurch zusehends schlechter. Da der nachkommende heiße Rauch aus der Brandwohnung die Gase immer weiter nach oben drückt, wird die Verdichtung mit der Zeit auch oberhalb der fünften Etage in den höher gelegenen Stockwerken immer weiter ansteigen, bis das ganze Treppenhaus mit einem Rauchvolumen in tödlicher Konzentration gefüllt ist.

(Illustration: Art Arnalich)

Treppenhaus und auch die Eingangstüre, die aus der Wohnung in den Hausflur führt ist meistens feuerfest. In Gebäuden, mit einer Höhe von mehr als 25 m wird zusätzlich noch eine separate Schleuse zwischen Hausflur und Treppenhaus vorgesehen, sodass drei Feuerwiderstandstüren zwischen Wohnung und Treppenhaus liegen. In älteren Gebäuden, (die vor der neuen Gesetzgebung gebaut wurden und nur der Basisnorm genügen mussten), ist die Wohnungstüre oft das einzige Objekt, welches die Wohnung vom Treppenhaus trennt.

Der Rauchausstoß aus dem Raum hinaus bringt ebenfalls eine Menge Probleme für die Einsatzkräfte mit sich – sowohl bei belüfteten als auch bei unterbelüfteten Bränden. Ein gutes Beispiel um dies zu veranschaulichen ist ein voll entwickelter Wohnungsbrand auf der zweiten Etage eines Appartementgebäudes. Wenn die Wohnungstüre offen steht, werden heiße Brandgase und Flammen in den Hausflur eindringen. Die heißen Rauchgase werden sich in Richtung des Zugangs zum Treppenhaus bewegen und der Rauch wird sich dort ausbreiten. Das Treppenhaus wird sich mit Rauch füllen, wodurch den Bewohnern von oberhalb der Brandwohnung der einzig mögliche Fluchtweg versperrt wird. Menschen, die auf der 10. Etage aus dem Fenster schauen, werden acht Stockwerke unter ihnen Flammen aus den Fenstern schlagen sehen. Falls sie sich entscheiden zu flüchten, werden sie zuerst einen fast rauchfreien Hausflur vorfinden. Wenn sie aber dann durch das Treppenhaus hinabsteigen, wird der Rauch immer undurchdringlicher und heißer. Es liegt in der menschlichen Natur, dass sie weiter nach unten gehen werden, um ins Freie zu flüchten - bis sie in dichtem, schweren Rauch das Bewusstsein verlieren. In Brüssel hat es schon Fälle gegeben, in denen die Feuerwehr medizinische Verstärkung anfordern musste (4 NEF), um Opfer solcher Rauchvergiftungen in Treppenhäuser zu retten und zu versorgen.

Moderne Gebäude haben oftmals eine Feuerschutztüre zwischen Hausflur und

In Chicago starben bei einem Brand in einem Hochhaus sechs Menschen im Treppenhaus. Als die Feuerwehr mit dem Löschangriff begann, wurden dazu die Feuerschutztüren geöffnet und eine große Menge Rauch strömte in den Treppenaufgang. Sechs Menschen wurden weiter oben in der Treppe vom Qualm überrascht und starben an Rauchvergiftung.

In den vorherigen Artikeln wurde bereits eine Anzahl möglicher Lösungen für das Vorgehen bei unterbelüfteten Bränden erörtert. Anti-Ventilation beispielsweise bedeutet, dass die Türe zum Brandraum geschlossen bleibt oder nur so weit wie nötig geöffnet wird. Nachdem der Angriffstrupp den Raum betreten hat, wird die Türe sofort wieder bis auf Schlauchbreite geschlossen.

Ein so genannter „door man“ hält die Türe so dicht wie möglich geschlossen und sorgt dafür, dass Schlauch nachkommt, wenn nötig. Diese Arbeitsweise begrenzt den Ausstoß von Rauch um ein Vielfaches. Geht man davon aus, dass die Gesamtbreite des Türrahmens 90 cm beträgt und durch die Maßnahme die verbleibende Spaltbreite auf 9 cm begrenzt wird, dann wird damit das Durchströmungsvolumen auf 1/10tel reduziert. Die gleiche Kalkulation findet natürlich auch Anwendung auf die einströmende Luft. Die Türöffnung verringert sich auch in diesem Fall auf 9 cm Breite und 2 m Höhe, wobei der größte Teil dieser Öffnung für den Rauchausstoß genutzt wird. Das Feuer kann nur durch den unteren Teil des Spalts Luft ansaugen. Wenn diese Öffnung der einzige Zugang zum Raum ist, dann wird das konsequente Anwenden der Anti-Ventilation die Hitzeabgaberate des Feuers um das Zehnfache vermindern und damit gleichzeitig das Risiko auf einen durch Belüftung ausgelösten Flashover drastisch absenken.

Eine weitere taktische Variante zur Bekämpfung von unterbelüfteten Bränden ist ein offensiver Außenangriff. Das bedeutet, das Wasser von außen nach innen gespritzt wird, vorzugsweise ohne größere Öffnungen zu schaffen, durch denen dem Feuer wiederum Frischluft zugeführt würde. Um dies zu bewerkstelligen, gibt es mehrere geeignete Werkzeuge, wie bspw. der Cobra Cold Cutter oder der Piercing Nozzle. Diese Hilfsmittel verringern das Risiko auf eine schnelle Brandausbreitung. Wenn die Temperatur im Inneren des Raumes abfällt, wird die Strömungsgeschwindigkeit der austretenden Rauchgase abnehmen. Ungeachtet dessen kann der ausgeströmte Rauch jedoch auch weiterhin für Probleme sorgen.

Eine dritte Möglichkeit um Rauch an seiner Ausbreitung zu hindern, befindet sich zurzeit noch in der Testphase. Dabei geht es darum, in angrenzenden Räumlichkeiten und in möglichen Fluchtwegen eine Überdruckatmosphäre zu erzeugen. Ein solcher Zustand kann erreicht werden, indem präventiv Überdruckventilatoren zum Einsatz kommen. Diese Taktik steckt allerdings noch in den Kinderschuhen, wobei hier und da jedoch schon Erfolge verbucht werden konnten. Es bedarf indes weiterer ausführlicher Untersuchungen um festzulegen welche Möglichkeiten diese Vorgehensweise bietet – aber auch wovon bei dieser Einsatztaktik dringend abzuraten ist.

Abgesehen vom Erzeugen eines Überdrucks kann ein Ventilator auch einen Luftstrom entfachen. Gesetzt den Fall, dass die Strömung stark genug ist und in den Räumen, in denen das Brandereignis stattfindet, eine Austrittsöffnung in einer Außenwand vorhanden ist, kann die gesamte Öffnung der Eingangstüre als Lufteinlass genutzt werden. In diesem Fall wird eine große Menge Luft einseitig in den Raum geblasen, dies hat den Nebeneffekt, dass der Rauchaustritt unterbunden wird. Das Feuer wird sich dadurch zwar ausbreiten und an Intensität zunehmen aber das Rauchproblem im Treppenhaus wäre hiermit gelöst.

In der Praxis wird die Effektivität dieser Maßnahme stark von der Positionierung des Ventilators abhängen. Auch die Frage, in welchem Maße sich die Türen zu den angrenzenden Räumen schließen lassen sowie die Windstärke spielen eine entscheidende Rolle. Vor allem Wind und Zugluft können verheerende Auswirkungen auf diese Einsatztaktik haben.

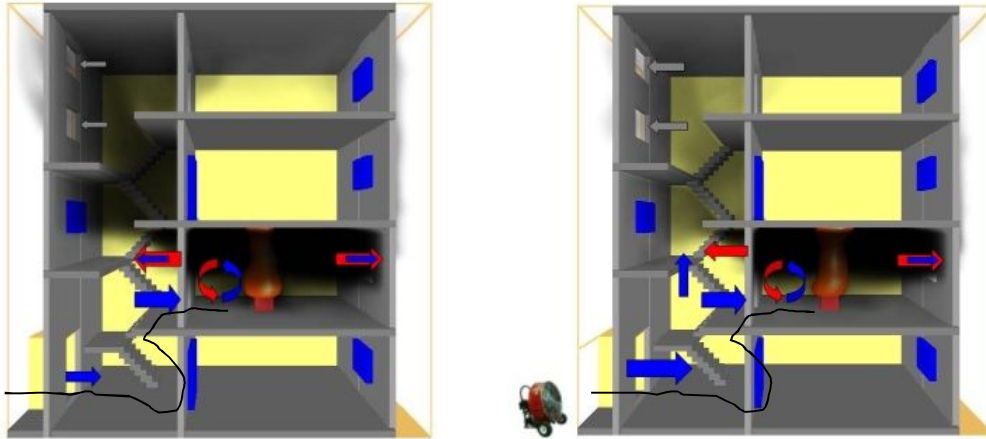


Bild 3 Vergleich zwischen einem Brand mit und ohne Einsatz eines Ventilators. Auf der linken Zeichnung erkennt man ein Feuer, das sich frei entwickeln kann und große Mengen Rauch in das Treppenhaus abgibt. Auf der rechten Zeichnung sieht man einen Ventilator, der den Rauch zurück drückt. Der Rauchausstoß in das Treppenhaus ist erheblich vermindert. (Graph: Michael Reick)

In Deutschland hat Professor Michael Reick das oben beschriebene Problem ausführlich erforscht. Professor Reick, der selber als freiwilliger Feuerwehrmann aktiv ist, stellte sich die Frage, ob es möglich sei, durch eine simple Vorrichtung den Rauch davon abzuhalten, sich in die angrenzenden Nebenräume auszubreiten. Er entwickelte das Konzept der „smoke stopper“. Dieser Artikel zielt darauf ab, die Rauchstopper näher zu betrachten, ihre Funktionsweise und ihre Einsatzmöglichkeiten zu beleuchten.

2 Der „smoke stopper“ (der Rauchstopper)

2.1 Beschreibung

Der Rauchstopper ist ein sehr einfach gehaltener Ausrüstungsgegenstand. Es handelt sich dabei um eine Art Vorhang, der aus dem gleichen Material hergestellt wird, wie beispielsweise eine Feuerlöschdecke. Sinn und Zweck der Vorrichtung ist es, Türöffnungen schnell und effizient zu verschließen. Um dieses Ziel zu erreichen verfügt das Gerät über einen flexiblen und einfach zu handhabenden Befestigungsmechanismus. Der Mechanismus besteht aus einem Rahmen, der an die Breite der Türöffnung angepasst werden kann. Zwischen den beiden Längskanten des Rahmens befindet sich eine regulierbare Spannstange, mittels der sich der Rahmen auf die gewünschte Breite vergrößern lässt. Die Funktionsweise der Stange ist vergleichbar mit den Anti-Diebstahl Systemen, wie sie häufig in Autos verwendet werden. Hierbei wird ein Stab zwischen Gaspedal und Lenkrad angebracht. Der Stab wird erst auf die richtige Länge eingestellt und anschließend blockiert. Ein ähnliches mechanisches System findet auch beim Rauchstopper Anwendung.



Bild 4 Nahaufnahme des Befestigungsmechanismus eines Rauchstoppers. Durch Drücken des Clips kann die Spannstange verstellt werden. Anschließend kann durch Drehen der Stange in Pfeilrichtung weiterer Druck aufgebaut werden um das ganze System unter Spannung zu setzen.
(Photo: Karel Lambert)

Zusätzlich zu der verstellbaren Spannstange wurde ein Schraubmechanismus angebracht, der es erlaubt, die Stange noch ein wenig weiter auszufahren um auf diese Weise den Vorhang manuell auf Spannung zu bringen. Dadurch wird die Oberkante des Vorhangs im Türrahmen festgeklemmt. Der obere Teil der Türe wird somit vollständig verschlossen. Die Schwerkraft wird anschließend dafür sorgen, dass der Vorhang den unteren Teil der Türöffnung mehr oder weniger abschließt. Da der Vorhang lose nach unten hängt, bleibt er beweglich und Feuerwehrleute können auch mit angelegtem Atemschutz problemlos hindurch schlüpfen um den Raum zu betreten. Wenn die Türöffnung zu einem späteren Zeitpunkt komplett verschlossen werden soll, kann ein zweiter Rauchstopper etwas tiefer angebracht werden. Die Türe ist dann beinahe hermetisch abgeriegelt, kann allerdings auch nicht mehr als Zugangsweg in den Raum genutzt werden.

2.2 Anbringen

Der Rauchstopper wird in einer Tragetasche mitgeführt und erst beim Erreichen der abzudichtenden Türe hervorgeholt. Der Vorhang wird vollständig entfaltet und der Rahmen in die Türöffnung eingesetzt. Ein einzelner Feuerwehrmann kann alleine das Platzieren des Rauchstoppers durchführen. Beim Anbringen des Systems, wird die Länge der Spannstange an die Breite der Türöffnung angepasst. Anschließend wird die Stange über das Schraubgewinde weiter angedreht und der Rauchstopper klemmt sich im Türrahmen fest.

Um ein optimales Ergebnis zu erzielen, sollte der Rauchstopper so dicht wie möglich beim Feuer platziert werden. Das bedeutet, dass es sinnvoller ist, den Rauchstopper an der Türe zum Brandraum anzubringen als beispielsweise schon an der Eingangstüre zur Wohnung. Dies trifft vor allem auf unterbelüftete Brände zu. Wenn die Türe zum Brandraum geöffnet wird, entsteht eine Luftströmung und das Feuer saugt die Frischluft aus den angrenzenden Räumen an, um an Stärke zu gewinnen. Ein Rauchstopper, der an der Eingangstüre zur Wohnung platziert wurde, kann diesen Vorgang nicht verhindern. Wenn aber ein Rauchstopper in der Türöffnung zum Brandraum installiert wurde, wird die Luftströmung dadurch unterbunden und das Resultat wird sich weitaus effektiver und vorteilhafter auf den restlichen Einsatzablauf auswirken.

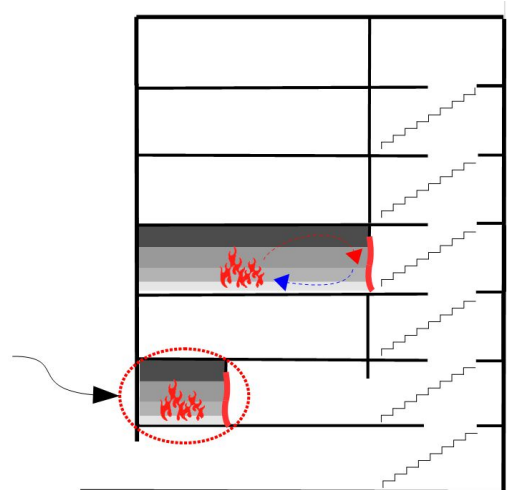


Bild 5 Der Rauchstopper muß so nahe wie möglich am Feuer positioniert werden
(Zeichnung: Art Arnalich)

3 Anwendungsmöglichkeiten

3.1 Begrenzung des Rauchausstoß'

In einem Szenario wie dem oben beschriebenen Wohnungsbrand ist der Rauch, der ins Treppenhaus eindringt, eine unmittelbare Bedrohung für alle Bewohner oberhalb des brennenden Stockwerks. Der Rauchausstoß aus der Brandwohnung kann durch den Einsatz eines Rauchstoppers vollständig zum Erliegen gebracht werden. Das bedeutet, dass sämtliche Flucht- und Evakuierungswege rauchfrei bleiben und eine geordnete Räumung des Gebäudes möglich ist.

Bei unterbelüfteten Bränden kann sogar in Betracht gezogen werden, den Rauchstopper schon vor dem Öffnen der Wohnungstüre anzubringen. Da Appartementtüren sich fast immer nach innen öffnen, würde auf diese Weise jegliches Ausströmen von Rauchgasen in den Hausflur vermieden.

Bei belüfteten Feuern wird die Temperatur der Rauchgase bedeutend höher liegen, was wiederum eine höhere Strömungsgeschwindigkeit der Gase zur Folge hat. Bei der klassischen Vorgehensweise müsste der Angriffstrupp unter dem ausströmenden Rauch hindurch vorrücken. Während des Vorrückens wird Wärme aus der heißen Rauchsicht auf die Feuerwehrleute übertragen. Dieser Wärmeaustausch ist sehr viel höher als bei einem unterbelüfteten Feuer und zwar aus folgenden Gründen :

1. Der Temperaturunterschied zwischen Rauchgase und Feuerwehrleute ist höher
2. Die Strömungsgeschwindigkeit der Rauchgase ist höher

Der Rauchstopper wird die Geschwindigkeit mit der die Gase ausströmen auf null absenken und auf diese Weise den Wärmetransfer stark einschränken. Den Feuerwehrleuten wird es dadurch möglich sein, sich länger in einer solchen Umgebung aufzuhalten und zu arbeiten, ohne zu überhitzen.

3.2 Begrenzung der Sauerstoffzufuhr

Der Rauchstopper wird die Türöffnung größtenteils verschließen, diese Maßnahme wird daher auch eine stark reduzierende Wirkung auf das Einströmen von Frischluft haben. Allerdings wird die Luftzufuhr nicht vollends unterbrochen, da das untere Ende des Vorhangs lose hängt, kann die Luftströmung darunter durchfließen. Diese limitierte Strömung ist jedoch bei weitem schwächer als dies bei einer offenstehenden Türe der Fall wäre. Verglichen mit der Anti-Ventilation, bei der ein so genannter „door man“ die Türe so weit wie möglich verschlossen hält, lässt sich feststellen, dass die Öffnung, durch die Frischluft einströmt, anders ausgerichtet ist. Beim Rauchstopper entsteht eine horizontale Öffnung in Bodennähe, welche komplett für die Luftzufuhr genutzt wird. Ein „door man“ ist gezwungen eine vertikale Öffnung von 5 bis 10 Zentimeter Schlauchbreite auf einer Höhe von rund 2 Meter offen zu lassen. Hier wird einzig der Bereich, der sich unterhalb der Rauchdecke befindet, für das Ansaugen von Frischluft genutzt werden. Es ist nicht wirklich erkennbar, bei welcher Methode die geringere Menge Luft in den Raum gelangt aber es sollte nicht unerwähnt bleiben, dass ein „door man“ auch Hilfestellung für das Nachziehen des Schlauches geben kann. Beide Systeme haben somit in diesem Bereich ihre Vor- und Nachteile.

Wenn man den Effekt von einströmender Luft näher betrachtet, lässt sich feststellen, dass das Risiko für einen durch Belüftung ausgelösten Flashover stark eingeschränkt wird, wenn die Türe die einzige Belüftungsöffnung ist und ein Rauchstopper dort angebracht wird. Nach dem Öffnen einer Türe bei einem unterbelüfteten Feuer wird der Brand erstarken und seine Hitzeabgaberate auf ein Maximum steigern. Dies kann, beim Ausbleiben einer Gegenmaßnahme, während 2 bis 4 Minuten nach der Öffnung einen durch Belüftung ausgelösten Flashover provozieren. Der Rauchstopper als Gegenmaßnahme wird diesen Vorgang unterbinden und die Luftzufuhr auf ein Mindestmaß beschränken, wodurch sich die Brandentwicklung stark verlangsamen wird. Die charakteristischen Merkmale einer unterbelüfteten Verbrennung bleiben dadurch länger erhalten und der Feuerwehr wird so genügend Zeit verschafft, um den Brandherd ausfindig zu machen und abzulöschen.

Die Gefahr eines Backdrafts wird sogar komplett gebannt. Der so genannte „gravity current“, der bei dem Öffnen einer Türe entsteht, wird durch den Einsatz eines Rauchstoppers verhindert. Der „gravity current“ ist eine Luftverwirbelung, durch die Rauchgase und Frischluft vermengt werden. Wenn diese Verwirbelung jedoch verhindert wird, dann entsteht kein zündfähiges Gemisch, welches von einem Backdraft als Brennstoff genutzt werden könnte. Ein Backdraft ist somit ausgeschlossen.

3.3 Begrenzung der Luftrückströmung bei Ventilatoren

In den vergangenen Jahren wurden mehrere Untersuchungen durchgeführt, mit dem Ziel die optimale Positionierung eines Ventilators zu bestimmen. Im Prinzip kann man sagen, dass die Luft umso schneller in den Raum einströmt, je näher das Gerät an die Türöffnung herangebracht wird. Sobald der Luftkegel des Ventilators die Türöffnung nicht mehr vollständig abdeckt, wird ein Rückstrom im oberen Bereich der Türe einsetzen. Auch hier bietet sich der Rauchstopper als Lösung an. Wenn der Rauchstopper eingesetzt wird um den oberen Abschnitt der Türöffnung zu verhängen, kommt der Rückstrom gänzlich zum Erliegen und die Effizienz des Ventilators wird somit erheblich gesteigert.

Untersuchungen haben auch ergeben, dass das Verhältnis zwischen Einlass- und Austrittsöffnung von Bedeutung ist. Wenn ein Überdruckventilator eingesetzt wird, dann sollte idealerweise die Austrittsöffnung größer als die Zugangsöffnung sein. In den meisten Fällen, sind die Durchmesser der Öffnungen durch die Bauweise des Gebäudes vorgegeben. Als Zugangsöffnung dient oftmals eine Türe. Der Bereich einer Türe kann in der Regel mit 2 m² beziffert werden. Die Austrittsöffnung kann beispielsweise ein Fenster sein, welches geöffnet wurde.



Bild 6 Der Rauchstopper verschließt den oberen Teil der Türöffnung. Dadurch wird der Rückstrom des Ventilators verringert, sodaß der Ventilator näher an die Türe herangebracht werden kann.
(Picture: Michael Reick)

Da in einem Raum meist nur eine begrenzte Fensterfläche vorhanden ist, wird es allerdings selten der Fall sein, dass mehr als 2 m² Fensteröffnung als Austritt genutzt werden kann. Daran lässt sich nichts ändern. Als Variable bliebe somit logischerweise nur die Eingangsöffnung, da deren Fläche durch den Rauchstopper auf beispielsweise 1 m² verkleinert werden kann und sich auf diese Weise das, für die Überdruckventilation effizientere Verhältnis von einer kleinen Eingangs- und einer großen Austrittsöffnung herstellen ließe.

Überdies wird der Rauchstopper in Kombination mit der Überdruckventilation auch für einen besseren Schutz des Treppenhauses sorgen. Auf Bild 3 sah man, dass immer noch eine gewisse Menge Rauch in das Treppenhaus strömt, wenn der Innenangriff durch Überdruckventilation unterstützt wird. Ein weiterer Nachteil dieser Taktik ist das erneute Aufflackern des Brandes durch die Luftzufuhr.

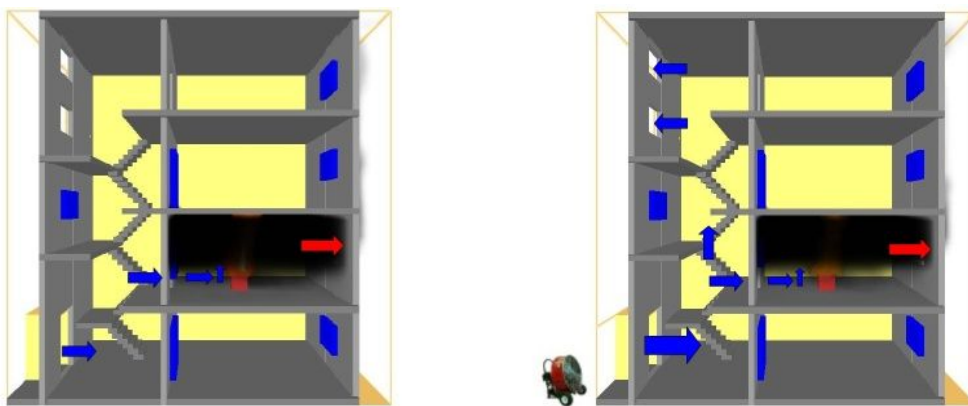


Bild 7 Die Kombination von Rauchstopper und Überdruckventilator. Man erkennt, dass das Treppenhaus beim Einsatz eines Rauchstoppers besser geschützt ist, als in Situationen, in denen das Gerät nicht verwendet wird. (Zeichnung : Michael Reick)

Durch die Anwendung eines Rauchstoppers wird der Rauchausstoß quasi auf null reduziert. Darüber hinaus wird der Einfluss des Ventilators auf das Feuer begrenzt. In einer Situation, in der die Bewohner der Brandwohnung bei ihrer Flucht die Türe nicht geschlossen haben, wird eine große Menge Rauchgase in das Treppenhaus eingedrungen sein. Die Feuerwehr kann die Türöffnung mit einem Rauchstopper verschließen und anschließend eine Rauchabzugsklappe öffnen. Der Ventilator wird den Rauch über die Abzugsklappe aus dem Treppenhaus ausblasen (siehe Bild 7). Wenn das Treppenhaus rauchfrei ist, kann der Rauchabzug wieder geschlossen werden und es entsteht eine Überdruckatmosphäre, die ein erneutes Eindringen von Rauch verhindert.

3.4 Rückschlüsse auf das Brandverhalten

Bei genauer Beobachtung des Vorhangs lassen dessen Bewegungen Rückschlüsse auf das Geschehen hinter dem Rauchstopper zu. Der Rauchstopper ist im oberen Bereich der Türöffnung fixiert. Am unteren Ende hängt der Vorhang lose herab und kann sich daher frei bewegen. Die Bewegungen sind dem Einfluss und der Richtung der Luftströmung unterworfen, das bedeutet, dass sich durch Observieren dieser Bewegungen einige Schlussfolgerungen gewinnen lassen.

Es gibt drei mögliche Bewegungen :

1. Der Vorhang weht nach innen.
2. Der Vorhang hängt straff nach unten.
3. Der Vorhang weht nach draußen.

Wenn der Vorhang nach innen weht, kann mit ziemlicher Sicherheit davon ausgegangen werden, dass es noch eine weitere Belüftungsöffnung gibt. Wahrscheinlich verflüchtigen sich die überschüssigen Rauchgase durch ein Fenster oder durch eine weitere Türe, die beispielsweise auf eine Terrasse hinaus führt.

In diesem Fall nutzt das Feuer den Raum unterhalb des Rauchstoppers äußerst wirkungsvoll zum Einzug von Frischluft. Es besteht die Möglichkeit, dass in der zweiten Öffnung eine bidirektionale Strömung entstanden ist, also nicht nur ein Ausstoß von Rauchgasen sondern auch ein zusätzlicher Einzug von Luft, welcher dazu führt, dass dem Brand weit mehr Sauerstoff zugeführt wird, als wenn nur die offene Wohnungstüre zur Verfügung stände. Es ist wichtig zu wissen, dass, wenn sich der Vorhang des Rauchstoppers derartig verhält, dies auf ein zweiseitig belüftetes Feuer schließen lässt, welches bereits eine beträchtliche Hitzeabgaberate erreicht hat.

Wenn der Vorhang straff nach unten hängt, besteht keine zweite Belüftungsöffnung für das Feuer. Das bedeutet, dass die Brandintensität abhängig ist von der Luftströmung unterhalb des Vorhangs. Da es sich hierbei jedoch nur um einen sehr kleinen Durchflussbereich handelt, wird das Feuer sich auch nur geringfügig entwickeln. Es handelt sich in diesem Fall um ein sauerstoffkontrolliertes Feuer und es ist möglich, dass der Vorhang sich von Zeit zu Zeit ganz leicht bewegt, die Ursache hierfür sind leichte Druckunterschiede mit dem Druck der Umgebungsluft, die regelmäßig ausgeglichen werden.

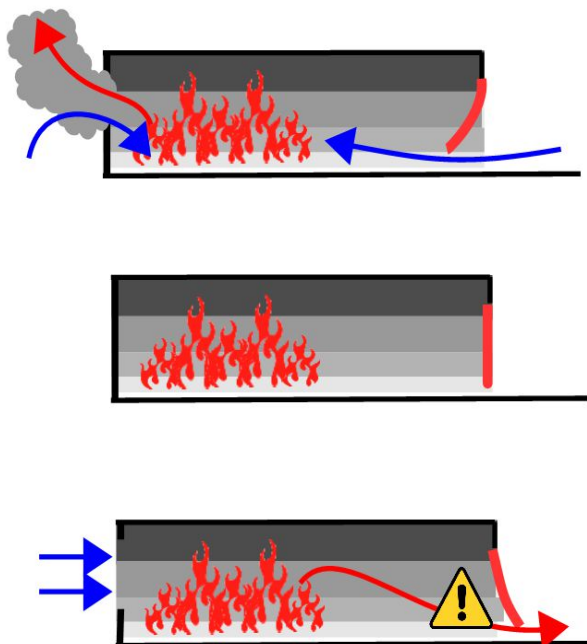


Bild 8 Die drei möglichen Verhaltensweisen des Vorhangs liefern Informationen über das Brandverhalten (Zeichnung: Art Arnalich)

Von einer äußerst gefährlichen Situation muss immer dann ausgegangen werden, wenn der Vorhang nach außen weht. Dieser Zustand wird nur dann eintreten, wenn eine Strömung in den geschützten Bereich hinein stattfindet. Typisch für diesen Verlauf ist, dass Rauchgase unter den Vorhang hindurch geströmt kommen. Auch in diesem Fall kann mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass eine zweite Belüftungsöffnung vorhanden ist. In dieser Konstellation sorgt jedoch eine starke Windströmung auf der anderen Seite dafür, dass die zweite Öffnung komplett als Lufteinzug genutzt wird.

Unter solchen Verhältnissen kann sich in einem geschlossenen Raum ein sehr schnelles, windgetriebenes Feuer entfachen und es ist überaus wichtig,

dass in einer derartigen Situation die Einsatzkräfte diese Gefahr erkennen und extreme Vorsicht walten lassen.

Es gibt jedoch noch eine weitere Situation, bei der es dazu kommen kann, dass der Vorhang des Rauchstoppers nach außen weht. Hierbei handelt es sich um ein Feuer in einem Duplex-Appartement, also einer einzigen abgeschlossenen Wohnung, die sich aber über zwei Etagen erstreckt. In der Regel befindet sich die Eingangstüre auf Höhe der unteren Etage, dies ist jedoch nicht immer der Fall und manchmal gibt es sogar zwei Eingangstüren. Wenn die Feuerwehr sich über eine, im oberen Stockwerk gelegene Eingangstüre, Zugang verschafft und diese mit einem Rauchstopper verschließt, aber der Brand sich im Stockwerk unterhalb der Eingangstüre befindet, entsteht eine Art Kamineffekt in Richtung dieser Türe. Diese Strömung wird dafür sorgen, dass der Vorhang nach außen weht.

3.5 Begrenzung der Rauchschäden

Der Rauchstopper begrenzt auch Schäden, die bei Brandereignissen durch Rauchgase in den angrenzenden Räumen zum Brandraum verursacht werden. Die Schadenshöhe, die durch Rauchschäden verursacht wird, ist oftmals beträchtlich. Jeder Gegenstand und jede Oberfläche, die mit Rauch in Kontakt gekommen ist, muss gereinigt werden. Dies erfordert einen enormen Arbeitsaufwand. Oftmals ist es gar nicht mehr möglich die Gegenstände zu reinigen und sie müssen entsorgt werden. Wände, Mauern und Decken müssen gereinigt und anschließend mit einem speziellen Produkt behandelt werden, um den Geruch zu neutralisieren. In den meisten Fällen müssen die Räume neu gestrichen werden. Dies alles bewirkt, dass die Renovierungskosten für Räume in denen es gar nicht gebrannt hat, oft sehr hoch ansteigen. Hinzu kommt, dass der Rauch manchmal mehrere Räume durchqueren muss, um ins Freie zu gelangen, dabei richtet er enorm hohe Schäden an. Der Einsatz von Rauchstopper kann diese Schäden größtenteils eingrenzen. Auf Bild 9 sieht man ein gutes Beispiel für den Effekt von Rauchstoppnern. Ein völlig verrußtes Krankenhauszimmer in Deutschland, bei dem der Rauchstopper weitere Rauchschäden im Flur verhindert hat.



Bild 8 Ein Krankenhauszimmer in Deutschland nach einem Brand. Das linke Bild zeigt den geschwärzten Brandraum, der komplett mit Rauch gefüllt war. Die rechte Aufnahme zeigt den Flur. In der Mitte des rechten Bildes befindet sich die Türe, die zum Brandraum führt. Es sind keine Rauchschäden im Flur zu erkennen. Der Rauchstopper liegt am Boden auf der unteren rechten Seite des Bildes (*Photo: Michael Reick*)

4 Nachteile

Natürlich gibt es bei einem Rauchstopper auch Nachteile. Da wäre z.B. die Notwendigkeit den Rauchstopper so nah wie möglich ans Feuer zu transportieren. Das Gerät wird dabei in einer Tragetasche mitgeführt, welche eine gewisse Größe hat. Der Angriffstrupp muss jedoch schon ein ganzes Sortiment an Ausrüstungsgegenständen bei sich führen : Atemschutzgeräte, Wärmebildkameras, Schläuche in Bündel oder Kassetten, Aufbrechwerkzeuge, wie das Halligan Tool,... Es könnte sich als unmöglich erweisen, noch eine weitere Tragetasche mit einem Rauchstopper mit nach vorne zu nehmen.

Glücklicherweise öffnen unterbelüftete Feuer den Einsatzkräften ein gewisses Zeitfenster, in welchem sie vorbereitende Handlungen ausführen können. Sich auf ein solches Szenario einzustellen und alternative Vorgehensweisen einzuüben ist Aufgabe eines jeden Feuerwehrdienstes. Sollte sich bei der Erkundung herausstellen, dass hinter einer geschlossenen Türe ein unterventilierter Brand wütet, dann kann ein Mann zurückgehen, um den Rauchstopper nach vorne zu holen.

Währenddessen kann eine andere Mannschaft einen Lüfter installieren um die Rauchgase, die durch Ritzen und Spalten aus dem Raum austreten, zu entsorgen und um in den angrenzenden Räumen eine Überdruckatmosphäre aufzubauen. Sobald der Rauchstopper in der Türöffnung angebracht wurde, kann der Innenangriff durchgeführt werden.

Ein weiterer Nachteil entsteht bei belüfteten Feuern. Wenn die Einsatzkräfte auf einen Brand in seiner Ausdehnungsphase treffen, hat sich bereits eine Rauchdecke gebildet. Der Rauch kann sich in die anliegenden Räume ausbreiten, was dazu führt, dass die Rauchdecke nur sehr langsam absinkt und die Sichtverhältnisse vergleichsweise gut erhalten bleiben. Ab dem Moment, in dem ein Rauchstopper installiert wird, fällt die Rauchdecke viel schneller ab und die Verschlechterung der Sichtverhältnisse wird stark beschleunigt.

5 Fazit

Der Rauchstopper hat sich in Deutschland als Gerät zur Brandbekämpfung durchgesetzt. In unserem Nachbarland sind bereits mehr als 10.000 dieser Systeme im Einsatz. Prof. Reick hat Berichte über 1400 Bandeinsätze gesammelt und ausgewertet, bei denen ein Rauchstopper zum Einsatz kam. Im Klartext heißt das, dass die Rauchstopper auf jeden Fall eine wertvolle Ergänzung zu unserer bestehenden Brandausrüstung wären.

6 Quellenverzeichnis

- [1] *Lambert Karel & Baaij Siemco, Brandverloop: technisch bekeken, tactisch toegepast, 2011*
- [2] *Lambert Karel, Solutions to Rapid Fire Progress, de brandweerman, mei 2013*
- [3] *Reick Michael, Smoke Flow Control and related tactical issues, presentatie tijdens IFIW 2014, Polen*
- [4] *Reick Michael, Smoke Flow and related tactical issues, paper voor IFIW 2014*
- [5] *Lambert Karel, Baaij Siemco, Nieling Hans & Vandenberghe Hein, Brandbestrijding: technisch bekeken, tactisch toegepast, 2015*
- [6] *Lambert Karel, Piercing nozzles, 2014*
- [7] *Arnalich Art, Smoke stopper – operational manual, 2015*
- [8] *Reick Michael, Smoke BlockAID – a portable smoke blocker for firefighting, 2012*

- [9] www.rauchverschluss.de
- [10] Lambert Karel, *Backdraft: fire science and firefighting, a literature review, 2013*
- [11] Lambert Karel, *Experimentele studie van het gebruik van overdrukventilatie in een traphal bij een brandweerinterventie, Masterthesis, Postgraduate Studies in Fire Safety Engineering, Ugent, 2012*
- [12] Reick Michael, *personal talks*
- [13] Arnalich Art, *personal talks*
- [14] Lambert K, Merci B (2014) *Experimental study on the use of positive pressure ventilation for fire service interventions in buildings with staircases, Fire Technology, Vol 50, p 1517-1534*
- [15] Lambert Karel, *Ventilation openings and fire, De brandweerman, mei 2014*