

MICHAEL REICK

Türöffnungsprozedur mit einem mobilen Rauchverschluss

Erkennen und Vermeiden eines Backdrafts beim Öffnen von Brandraumtüren

Von Rauchgasgemischen kann ein erhebliches Gefährdungspotenzial für die im Innenangriff eingesetzten Feuerwehkräfte ausgehen. Insbesondere in der Phase der Türöffnung zu einem Brandraum besteht die Gefahr, dass es infolge einer vermehrten Frischluftzuführung zur Durchzündung der brennbaren Rauchgase kommt. Der Beitrag stellt diese immer wieder unterschätzte Gefahr sowie eine spezielle Möglichkeit zu deren Reduzierung mithilfe des mobilen Rauchverschlusses dar.

Das Öffnen einer Tür zu einem Brandraum beziehungsweise zu einem Raum, in dem sich Brandgase befinden, birgt stets eine nicht zu unterschätzende Gefahr für die Einsatzkräfte. Hinweise auf mögliche extreme Brandverläufe – wie auf einen Flash-over, eine Rauchgasdurchzündung oder gar einen Backdraft – müssen den Feuerwehrangehörigen daher bekannt sein und entsprechend von ihnen während eines Einsatzes beachtet werden.

In BRANDSchutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 5/2005 [1] wurde die Notwendigkeit des Einsatzes von mobilen Rauchverschlüssen durch die Feuerwehr anhand der Erkenntnisse aus Brandsimulationsrechnungen begründet. Über die praktische Umsetzung und die ersten Einsatzerfahrungen konnte der Verfasser dann im BRANDSchutz/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 11/2005 [2] berichten. Inzwischen sind zahlreiche Erfahrungen bei weiteren Einsätzen gesammelt worden, bei denen mithilfe eines Rauchverschlusses die Rauchausbreitung erheblich reduziert und infolgedessen Menschenleben sowie Sachwerte geschützt wurden.

Nachdem nun bereits mehrere 100 Geräte bei Feuerwehren im Einsatz sind, kam wiederholt die Frage nach entsprechenden Ausbildungsunterlagen für die Verwendung eines mobilen Rauchverschlusses – vor allem im Hinblick auf die Türöffnungsprozedur – auf. In diesem Beitrag soll daher auf die Gefahren beim Öffnen von Türen zu

einem Brandraum und die mögliche Vermeidung eines Backdrafts durch die Verwendung von mobilen Rauchverschlüssen eingegangen werden.

Freigesetzte brennbare Gase oder Dämpfe brennbarer Flüssigkeiten werden von den Einsatzkräften der Feuerwehr stets mit der Gefahr einer Verpuffung oder einer Explosion in Verbindung gebracht. Leider ist dieses Gefahrenbewusstsein bei einem Gebäudebrand und dem hierbei freigesetzten Brandrauch nicht in gleicher Weise ausgeprägt. Der Hauptgrund hierfür mag in der häufig gemachten Einsatzerfahrung liegen, dass dieser Brandrauch in den meisten Fällen irgendwann und irgendwie aus dem Gebäude entweicht beziehungsweise gezielt abgeführt wird, ohne dass eine Rauchgasdurchzündung zu beobachten ist. Zudem wird der Brandrauch von vielen Feuerwehrangehörigen in erster Linie als Atemgift, erst danach als Gefahrenquelle für eine Durchzündung wahrgenommen. Diese Einschätzung ist jedoch nicht immer richtig, denn der Brandrauch kann bei entsprechenden Verbrennungsvorgängen ein erhebliches explosives Potenzial beinhalten. Aus diesem Grund soll im Folgenden auf die Durchzündung von Brandrauch, insbesondere in der sehr speziellen (und sehr gefährlichen!) Form des Backdrafts, eingegangen werden. Zunächst werden jedoch der Vollständigkeit halber und zur Abgrenzung die Begriffe »Flash-over« und »Rauchgasdurchzündung« erklärt.

Der Flash-over

Beim zunächst noch lokal begrenzten Brand heizt sich der betreffende Brandraum infolge der freiwerdenden Wärme zunehmend auf. Auch vom Feuer zunächst nicht erfasste brennbare Gegenstände werden dadurch erwärmt und setzen brennbare Gase frei. Bei Temperaturen von ungefähr 500 bis 600 °C im oberen Raumbereich und starker Wärmestrahlung durch das Feuer, durch die aufgeheizten Gegenstände und durch den heißen Brandrauch kommt es dann zu einer sehr schnellen Ausbreitung des lokal begrenzten Feuers. Diesen Vorgang des sekundenschnellen Übersprunges vom lokal begrenzten zum voll entwickelten Brand bezeichnet man als Flash-over oder Flammenübersprung.

Nicht jeder voll entwickelte Raumbrand setzt jedoch einen Brandverlauf mit einem klar erkennbaren Flash-over voraus. Kommt es zu einer unmittelbaren Entzündung von einem zum nächsten brennbaren Gegenstand kann der Brandverlauf auch sehr kontinuierlich zunehmen. Auch bei großen Öffnungsflächen (z. B. offen stehenden Fenstern) kann sich aufgrund des fehlenden Wärmestaus kein klar erkennbarer Flash-over ausbilden.

Gefährlich ist ein Flash-over deshalb, weil die schnelle Brandausbreitung auf einen ganzen Raum die Energiefreisetzung und damit auch die Raumtemperatur stark ansteigen lässt. Bei einem drohenden Flash-over ist deshalb der Aufenthalt im Brandraum für die Einsatzkräfte entsprechend gefährlich. Daher muss gegebenenfalls vor dem Betreten des Raumes durch Absenken der Temperatur und einer Reduzierung der Wärmestrahlung der Gefahr eines Flash-overs entgegengewirkt werden. Beim Betreten eines Raumes,

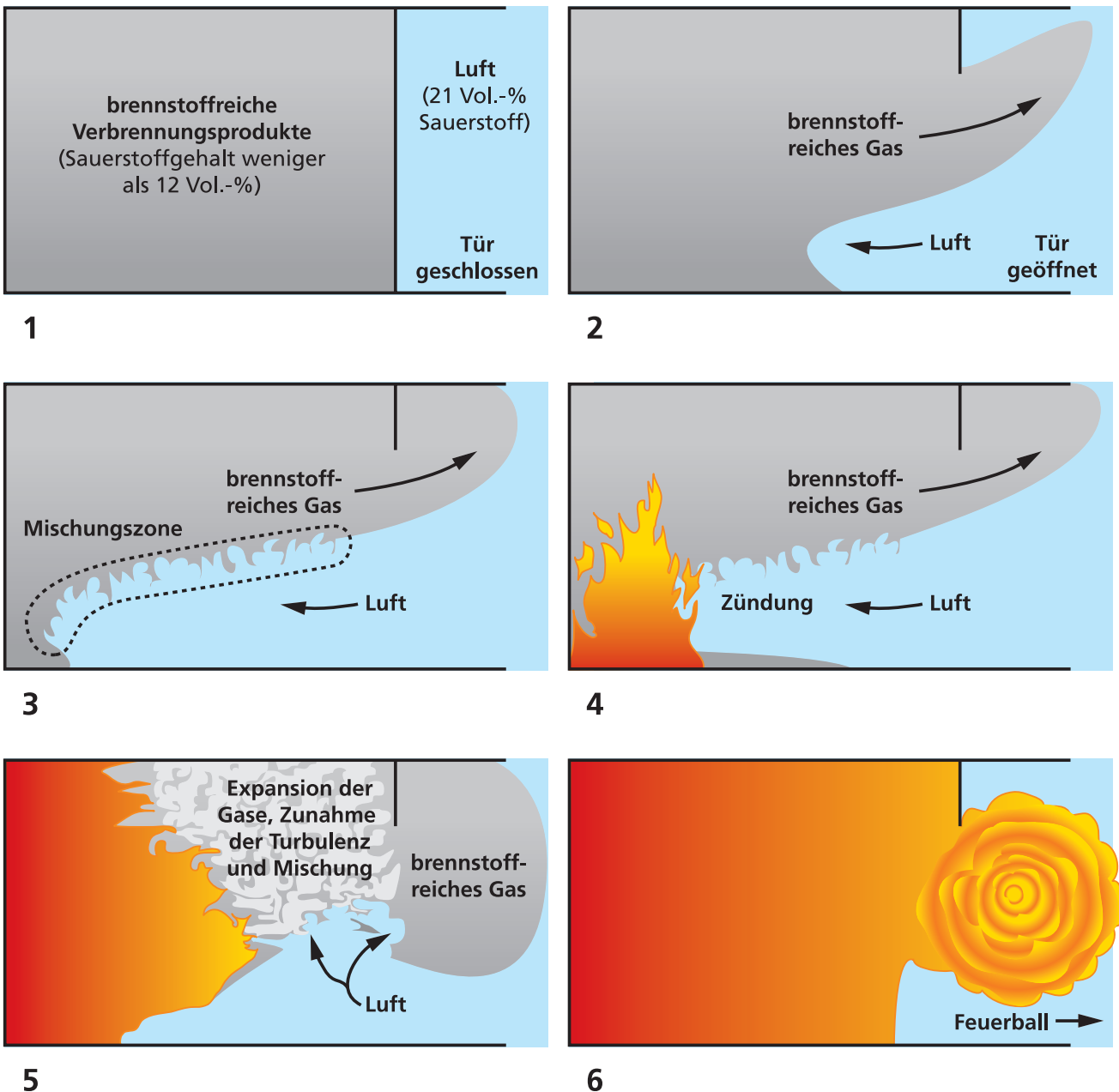
- der insgesamt stark aufgeheizt ist, in dem es aber bisher nur in einem lokal begrenzten Bereich brennt,

- der im oberen Raumbereich eine heiße Rauchgasschicht aufweist oder
 - der heiße Oberflächentemperaturen im ganzen Raum aufweist,
- kann es zu einem sehr schnellen Flammenübersprung auf alle vorhandenen brennbaren Gegenstände kommen (Flash-over). Um den damit verbundenen Gefahren zu begegnen, sollte der Angriffstrup
- gegebenenfalls die heiße Rauchgasschicht zuerst abkühlen,
 - unverzüglich Rauchgase ins Freie ableiten und
 - auf einen kurzen Fluchtweg aus dem Raum achten.

Die Rauchgasdurchzündung

Die Durchzündung brennbarer Rauchgase kann in vielen verschiedenen Formen erfolgen. Die am häufigsten zu beobachtende Form ist das Entflammen von Pyrolysegasen an einem heißen brennbaren Gegenstand, bei dem die Flammen kurz zuvor erloschen sind. Ein derartiges (Wieder-)Aufflammen von Brandgut wird jedoch kein Feuerwehrgehöriger als gefährlich erachten, da man damit jederzeit an einer Brandstelle rechnen muss, und da die Rauchgas-mengen relativ gering und damit auch die Auswirkungen im Allgemeinen relativ harmlos sind.

Gefährlich wird eine Rauchgasdurchzündung erst, wenn sich größere Mengen an Rauchgasen ansammeln können, und dadurch die Auswirkung der Reaktion entsprechend groß ist. Bei vielen Bränden kann sich eine derartige Ansammlung von brennbaren Rauchgasen ergeben. Diese Gasgemische enthalten oft auch unverbrannte Pyrolyseprodukte und Kohlenmonoxid. Bei einer Zündung der Rauchgase kann es zu Auswirkungen kommen, die mit denen einer Explosion von brennbaren Gasen vergleichbar sind. Hiermit ist insbesondere dann zu rechnen, wenn Brände unter Umständen schon längere Zeit unter Sauer-



Entstehung eines Backdrafts in sechs Phasen (Quelle: [3])

stoffmangel stattgefunden haben, wie dies z. B. bei Schwelbränden der Fall ist.

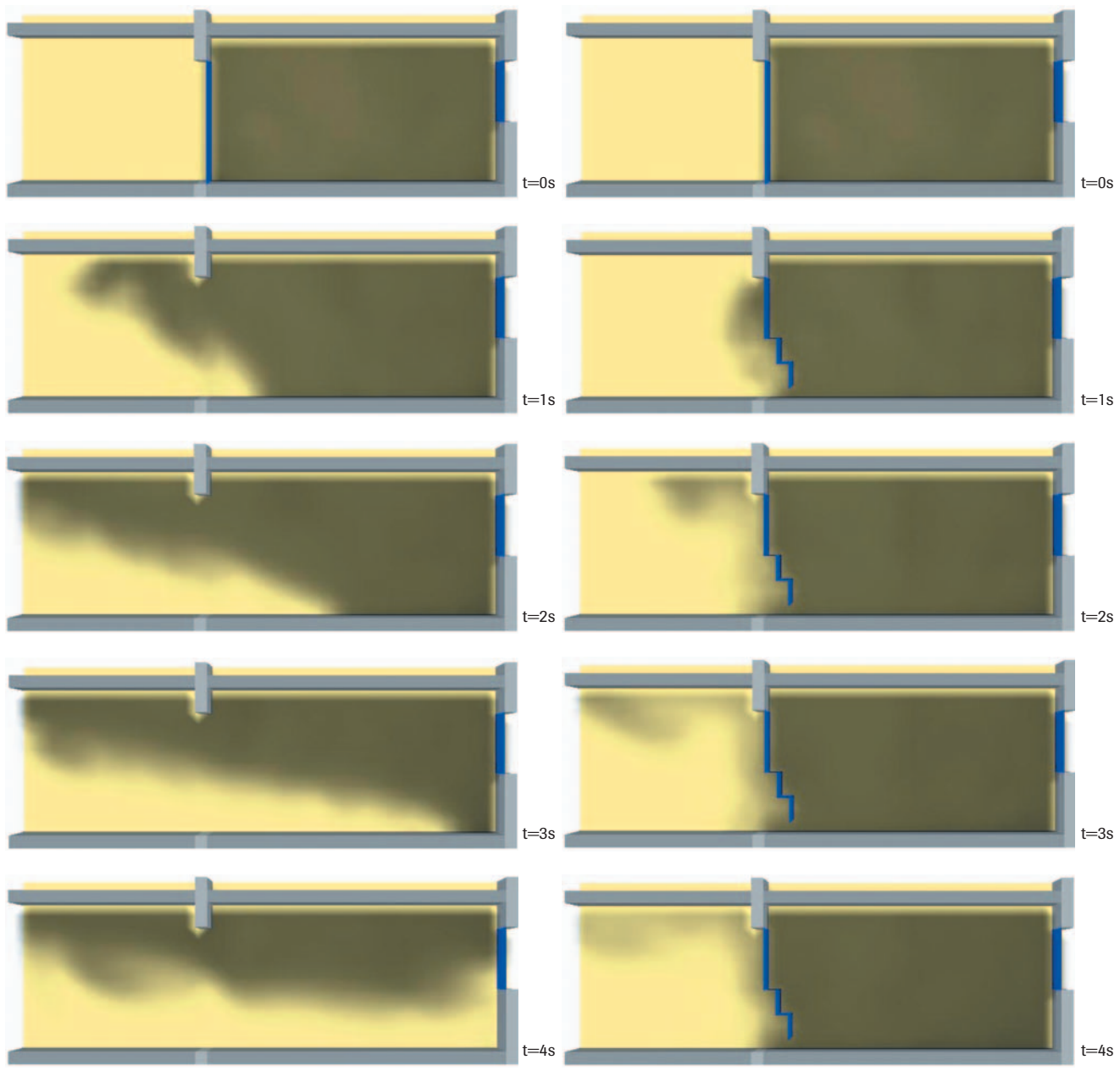
Während der Durchzündung geringer Mengen an Brandgasen in der Nähe eines Brandherdes meist keine besondere Bedeutung beigemessen wird, werden entsprechende Ereignisse im Allgemeinen nur dann genauer betrachtet, wenn sie unvermittelt (z. B. in größerer Entfernung zum Brandherd oder gar in einem benachbarten Raum) stattfinden.

Der Backdraft als extreme Form der Rauchgasdurchzündung

Der Backdraft, eine besondere Form der Rauchgasdurchzündung, kann unter sehr speziellen Randbedingungen beim Öffnen einer Tür zu einem Brandraum beobachtet werden. Glücklicherweise kommt ein Backdraft selten vor. Allerdings ist das Gefahrenpotenzial sehr groß. Daher sollte jeder Feuerwehrangehörige dieses Risiko erkennen und einschätzen können [3, 4, 5].

Der Ablauf eines Backdrafts lässt sich in folgende sechs Phasen einteilen:

- *Phase 1:* In einem Brandraum hat sich eine größere Menge an unverbrannten Pyrolysegasen angesammelt, der Sauerstoffgehalt ist stark gesunken (meist auf einen Wert unter zwölf Volumenprozent), die Tür ist noch geschlossen.
- *Phase 2:* Beim Öffnen der Tür strömt Rauchgas aus dem oberen Bereich der Tür heraus, entsprechend kann im unte-



links: Berechnungsergebnisse aus Brandsimulationsrechnungen: Strömung und Durchmischung von Brandrauch und Frischluft nach Öffnen der Tür zu einem verrauchten Raum. Der zeitliche Abstand zwischen den einzelnen Berechnungsergebnissen beträgt jeweils eine Sekunde.

rechts: Berechnungsergebnisse aus Brandsimulationsrechnungen: Strömung und Durchmischung von Brandrauch und Frischluft nach Öffnen der Tür zu einem verrauchten Raum bei Verwendung eines mobilen Rauchverschlusses. Der zeitliche Abstand der Bilder beträgt jeweils eine Sekunde. Die »gezackte« Darstellung des flexiblen Brandschutzgewebes ist bedingt durch die für die Berechnung erforderliche Modellierung in einzelne Raumzellen.



links: Mithilfe des mobilen Rauchverschlusses können die Luftströmungen leicht sichtbar gemacht werden.

rechts: Brandbekämpfung ohne Frischluftzufuhr: Mit zwei Rauchverschlüssen kann die Tür nahezu vollständig verschlossen werden. Hierzu wird zuerst ein Rauchverschluss im oberen Bereich der Türöffnung eingebaut. Das herabhängende Spezialgewebe wird dann mit dem Spannrahmen eines zweiten Rauchverschlusses gegen die Türzarge verspannt, wodurch die Tür nahezu vollständig verschlossen wird.

ren Türbereich Frischluft (21 Volumenprozent Sauerstoff) in den Brandraum einströmen.

- **Phase 3:** Der Brandrauch im oberen Bereich des Raumes (das Gemisch ist zu fett) und die Frischluft im unteren Bereich (das Gemisch ist zu mager) vermischen sich. Im Raum bildet sich ein zündfähiges Rauchgasgemisch.
- **Phase 4:** Im Brandraum kommt es zu einer Zündung des brennbaren Gemisches, die von einer kleinen Flamme oder auch durch eine heiße Oberfläche (z. B. ein glimmendes Stück Holz) ausgelöst werden kann.
- **Phase 5:** Durch die Volumenvergrößerung infolge der Verbrennung wird eine größere Menge an brennbaren Gasen aus der Türöffnung hinausgedrückt. Hierbei kommt es aufgrund von Turbulenzen zu einer weiteren Vermischung von Brandrauch und Frischluft.
- **Phase 6:** Dem aus dem Raum austretenden und mit ausreichend Sauerstoff versorgten brennbaren Brandrauch läuft die Flammenfront aus dem Raum hin-

ter. Außerhalb des Raumes wird der Brandrauch dann gezündet, und es kann sich ein sehr heftiger Feuerball ausbilden.

Die Ausbreitung des Feuerballs, der sich bei einem Backdraft außerhalb des Brandraumes bildet, kann sehr heftig sein und explosionsartige Auswirkungen haben. Der Feuerball bildet sich in der Regel unmittelbar in dem Bereich aus, in dem sich die Einsatzkräfte beim Öffnen einer Tür befinden, und trifft diese ohne ausreichende Vorwarnzeit. Daher sollte nach Möglichkeit eine Türöffnungsprozedur angewandt werden, bei der ein Backdraft erkannt und vermieden werden kann.

Die Verwendung eines mobilen Rauchverschlusses

Die Entwicklung eines mobilen Rauchverschlusses hatte das Ziel, eine Öffnung in einem Gebäude möglichst rauchdicht zu verschließen, ohne das Vorgehen der Einsatzkräfte zu behindern. Mit diesem einfachen und sicheren Hilfsmittel kann eine Rauchausbreitung stark reduziert und in vielen

Fällen sogar vollkommen verhindert werden. Als eigenständiges Gerät oder als Ergänzung zur Überdruckbelüftung wird dieses Vorgehen bereits von vielen Feuerwehren angewendet.

Bei Verwendung eines mobilen Rauchverschlusses kann eine Durchmischung von Brandrauch und Frischluft beim Öffnen einer Tür erheblich reduziert werden (siehe Bild rechts unten auf Seite 533). Dadurch verbleibt mehr Zeit für die Einleitung entsprechender Maßnahmen zur Verhinderung eines Backdrafts.

Mithilfe des mobilen Rauchverschlusses können auch die Luftbewegungen beim Öffnen einer Tür sichtbar gemacht werden. Am Grad der Auslenkung des mit einer Bleischnur beschwerten Spezialgewebes kann die Luftströmung leicht beurteilt werden. Auch das Einströmen bzw. Ansaugen von Frischluft in einen Brandraum (ein mögliches Anzeichen für einen bevorstehenden Backdraft!) kann bei der Verwendung eines Rauchverschlusses leicht erkannt und durch Schließen der Tür verhindert werden. Da der obere Bereich der Tür durch

den Rauchverschluss verschlossen ist, entweicht hier kein Brandrauch. Deswegen kann auch nur entsprechend wenig Frischluft in den Brandraum einströmen.

Die Verwendung eines Rauchverschlusses, wie sie im Bild links oben auf Seite 534 dargestellt ist, stellt den Standardfall dar. Hiermit lässt sich bei den meisten Bränden in Gebäuden die Rauchausbreitung deutlich reduzieren und in der Zusammenwirkung mit der Überdruckbelüftung sogar meist ganz verhindern. Vom »Kleinbrand« bis zum »Zimmerbrand« hat sich der Einsatz mobiler Rauchverschlüsse als sinnvoll erwiesen. Aufgrund der positiven Erfahrungen verwenden einige Feuerwehren inzwischen mehrere Rauchverschlüsse während eines Einsatzes. So kann beispielsweise bei einem Küchenbrand zunächst der Treppenraum von der Wohnung, dann – ohne Umsetzung – auch die übrige Wohnung von der Küche zur Verhinderung der Rauchausbreitung abgetrennt werden.

Sofern bei der Kontrolle der Tür (Kontrolle auf Erwärmung wie bei der Türöffnungsprozedur üblich) die Gefahr eines Backdrafts erkannt wurde oder aber aufgrund einer sehr starken Brandentwicklung das Eindringen in den Brandraum als zu gefährlich beurteilt wird, kann unter Verwendung von zwei Rauchverschlüssen folgendes Vorgehen gewählt werden: Der erste Rauchverschluss wird im oberen Bereich der Türöffnung montiert. Zur nahezu vollständigen Abdichtung der Türöffnung wird ein zweiter Rauchverschluss im unteren Bereich der Türöffnung installiert. Der Spannrahmen des zweiten Rauchverschlusses verspannt hierbei das Spezialgewebe des ersten Rauchverschlusses gegen die Türzarge (siehe Bild rechts oben auf Seite 534). Dennoch kann die Türklinke bedient, die Tür geöffnet und eine reduzierte optische Erkundung des Brandraumes durch den vor dem Rauchverschluss in Bereitstellung befindlichen Angriffstrupp vorgenommen werden. Auch das Einbringen von Löschwasser zur Kühlung des Raumes und zur Inertisierung des Brandrauches mit Wasserdampf ist möglich. Dennoch wird mit dieser Vorgehensweise ein Einströmen von Frischluft in den Brandraum nahezu vollständig verhindert. Im Gegensatz zu anderen Geräten erfolgt bei dieser Methode der Inertisierung keine Zerstörung der Tür oder Türzarge. Diese Vorgehensweise setzt natürlich voraus, dass die Tür in Angriffsrich-

tung aufgeht, und dadurch der Türrahmen für den Einbau des Rauchverschlusses zugänglich ist. Dies dürfte insbesondere bei Wohnungseingangstüren jedoch in den meisten Fällen zutreffen.

Selbstverständlich können die einzelnen Schritte – je nach Erfordernis der vorgefundenen Lage – auch nacheinander durchgeführt werden. So kann beispielsweise nach dem Einbau des ersten Rauchverschlusses der Brandraum vom Angriffstrupp zunächst in Augenschein genommen und entsprechend beurteilt werden. Ist ein Vordringen in den Raum nicht möglich, schließt der Trupp die Tür wieder und baut anschließend den zweiten Rauchverschluss ein. Daraufhin kann dann Löschwasser unter diesem Schutz in den Brandraum eingebracht werden, bevor der Angriffstrupp wieder in den Raum vordringt, eine neue Lagebeurteilung vornimmt und entsprechend handelt.

Bei einer Anwendung des Rauchverschlusses, wie sie im Bild rechts oben auf Seite 534 dargestellt ist, wird erkennbar, welche hohen Anforderungen an die Temperaturbeständigkeit und an die mechanische Strapazierfähigkeit eines mobilen Rauchverschlusses aus Sicherheitsgründen gestellt werden müssen. Sofern bei einer extrem hohen Temperaturbeanspruchung das Spezialgewebe beschädigt werden sollte, kann der Rauchverschluss durch Bespannen mit einem neuen Gewebe wiederhergestellt werden. Die Sicherheit der Einsatzkräfte in dieser Extremsituation ist hier in jedem Fall höher zu beurteilen. Wichtig ist jedoch, dass das Gewebe im Einsatz nicht versagt oder sogar durchbrennt, damit die Einsatzkräfte nicht gefährdet werden.

Fazit

Die Gefahr eines bevorstehenden Backdrafts besteht dann, wenn sich in einem Raum unverbrannte Pyrolysegase angesammelt haben und die Sauerstoffkonzentration stark gesunken ist. Mögliche Anzeichen hierfür sind:

- kein größeres und kein offenes Feuer erkennbar,
- Rauchaustritt nur aus kleinen Öffnungen des Brandraumes (gegebenenfalls unter Druck oder pulsierend austretender Rauch aus Fenster- oder Türöffnungen – auch im unteren Bereich des Raumes),
- rußgeschwärzte Fenster,

- ungewöhnliche, gedämpfte Geräusche,
- plötzliches Ansaugen von Luft im Bereich der Türöffnung.

Eine entsprechende Kontrolle der betreffenden Tür ist daher vor deren Öffnung sowie vor dem Einbau eines mobilen Rauchverschlusses unbedingt erforderlich. Bestehen Anzeichen für einen möglichen Backdraft, sollte das Einströmen von Frischluft in den Brandraum zunächst verhindert werden. Dies kann z. B. durch die Verwendung von zwei Rauchverschlüssen und durch eine gezielte Rauchkühlung bzw. -inertisierung ohne Sauerstoffzutritt in den Brandraum erreicht werden.

Auch durch die Schaffung von Abluftöffnungen kann eine stabilere Einsatzsituation erreicht werden. Die Eigengefährdung der Einsatzkräfte beim gewaltsamen Öffnen von Scheiben (insbesondere in höher gelegenen Geschossen und beim Einsatz tragbarer Leitern!) ist jedoch entsprechend zu berücksichtigen. Sie dürfte in den meisten Fällen nur bei einem Einsatz im Erdgeschoss oder über eine Drehleiter geringer sein als die in diesem Beitrag beschriebene Vorgehensweise und der Verwendung von mobilen Rauchverschlüssen.

LITERATUR

- [1] Reick, M.: Mobiler Rauchverschluss für die Feuerwehr – Eine neue Erfindung zur Rauchfreihaltung von Rettungswegen, in: BRANDSCHUTZ/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 5/2005, S. 351 ff.
- [2] Reick, M.: Mobiler Rauchverschluss für die Feuerwehr – Praktische Umsetzung einer Idee und erste Einsatzverfahren, in: BRANDSCHUTZ/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 11/2005, S. 880 ff.
- [3] Kunkelmann, J.: Flashover/Backdraft – Ursachen, Auswirkungen, mögliche Gegenmaßnahmen, Bericht Nr. 130 der Forschungsstelle für Brandschutztechnik an der Universität Karlsruhe, Karlsruhe, 2003.
- [4] Fleischmann, C. M.: Backdraft phenomena. NIST-GCR-94-646, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, 1994.
- [5] Gojkovic, D.: Initial Backdraft Experiments. Report 3121, Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Sweden, 2000. III

AUTOR

Dr.-Ing. MICHAEL REICK
Kreisbrandmeister

Eislingen/Fils

Bilder: M. Reick (3),
VWK nach Vorlage des Verfassers (1)

INFO@

www.rauchverschluss.de