Abb. 1: Laubengänge sind in der Regel bauliche Rettungswege. Rauch und Hitze eines Brandes im oder am Gebäude können deren Benutzbarkeit in Abhängigkeit von der Bauweise beeinträchtigen.

Wie sicher sind offene Gänge als Rettungswege?

Offene Gänge bzw. Laubengänge werden oft positiv bewertet. Durch ihre Verbindung mit dem Freien geht man davon aus, dass diese nicht verrauchen und keine hohen Temperaturen auftreten können. Tatsächlich ist die Nutzbarkeit dieser Rettungswege aber stark von deren Ausführung abhängig.

Martina Schwarz

Offene Gänge werden mit Brüstung oder Geländern ausführt, teilweise durch Wind- und Wetterschutzelemente geschlossen oder erhalten konstruktive Bauteile, z.B. Unterzüge (s. Abbildung 1). Wie sich diese unterschiedlichen Bauteile und Konstruktionen auf die Rauch- und Temperaturausbreitung auswirken, wurde anhand von Brandsimulationen in der Masterarbeit „Benutzbarkeit horizontaler außenliegender Rettungswege bei einer Brandbeaufschlagung“ [1] untersucht.

Für die Untersuchung wurde das Simulationsprogramm FDS (Fire Dynamik Simulator) verwendet. Das modellierte Gebäude hat fünf Stockwerke mit einem Laubengang, der nur an einer Längsseite offen ist. Der Brandraum befindet sich im 1. OG mit einem offenen Fenster zum Laubengang und einer offenen Tür zur Nutzungseinheit als Zuluftöffnung. Für das Brandszenario wurde das einfache chemische Modell verwendet, mit einer typischen Mischbrandlast für Wohn- und Bürogebäude bei einer Energiefreisetzungsrate von 300 kW/m^2.

Rauch- und Temperaturausbreitung

Der aus dem Brandraum austretende Rauch verteilt sich zunächst gleichmäßig an der Deckenunterseite des Laubenganges. Der Hauptstrom steigt dann vorne über die Deckenkante entlang der Brüstung bzw. des Geländers nach oben, während sich der zur Seite austretende Rauch auf der gesamten Länge des Rettungsweges im Deckenbereich (ceiling jet) ausbreitet und sich an den stirnseitig, geschlossenen Enden des Laubenganges aufstaut, wo er nach außen strömt (s. Abbildung 2).

Analog zum Rauch ist auch die Temperaturverteilung im Stockwerk des Brandgeschehens nur im Deckenbereich festzustellen. Daher wäre es vorstellbar, dass kriechende Personen direkt unterhalb dem Brandraumfenster passieren, sodass eine Selbstrettung über den Laubengang unabhängig von der Fluchtrichtung möglich ist. Die Ausbildung einer höheren Fensterbrüstung wäre hierfür von Vorteil, wirkt sich allerdings nur bei einer Brandbeaufschlagung über ein Fenster und nur im Bereich des Brandfensters aus.
Es kommt zum Rauch- und Temperatureintrag in alle darüber liegenden Geschosse. Hierbei verlaufen die Heißgase an der Brüstung über dem Brandgeschoss nach oben, an der nächsten Deckenunterkannte nach innen und von dort an der Wand wieder nach unten, bis sich diese im gesamten Laubengang ausbreiten (s. Abbildung 3). Dabei hängt die Rauchgasverteilung von der Ausbildung der Brüstung bzw. der Geländer über der Brandraumebene ab.

Brüstung- bzw. Geländerausbildung

Entsprechend den baurechtlichen Anforderungen wurde für den Rettungsweg mit nur einer Fluchtrichtung der Laubengang mit geschlossener Brüstung untersucht. Für den Rettungsweg mit zwei Fluchtrichtungen wurden zwei Varianten gewählt, das geschlossene Geländer, das im Bodenbereich offen ist (z.B. Glas- oder Stahlplatten) und das offene Geländer mit Gitterstäben.
Wie die Simulationsergebnisse zeigen, stellt die geschlossene Brüstung ein Schutzschild für das über dem Brandraum befindlichen Geschoss dar, welches das Eindringen der Heißgase verhindert (s. Abbildung 4). Hohe Temperaturen treten hier nur oberhalb der Brüstung auf, während bei einem offenen Geländer die Temperatur im Boden- und im Deckenbereich nur um wenige Grad differieren. Ähnlich verhält es sich mit dem geschlossenen Geländer, wo Heißgase im Boden und im Deckenbereich einströmen können.
In den darüber liegenden Stockwerken zeigt sich, dass es sich bei Laubengängen mit geschlossenem Geländer oder einer geschlossenen Brüstung nicht um eine frei stehende Kragplatte handelt. Vielmehr wird durch die geschlossene Fläche des Laubenganges die Fassade vorgelagert. Denn das Anhaften bzw. Kriechen von Rauch an einer Oberfläche, wie es entlang von Decken als ceiling jet bekannt ist, findet auch an der Wand und damit an der Oberfläche der Brüstung bzw. des Geländers statt.

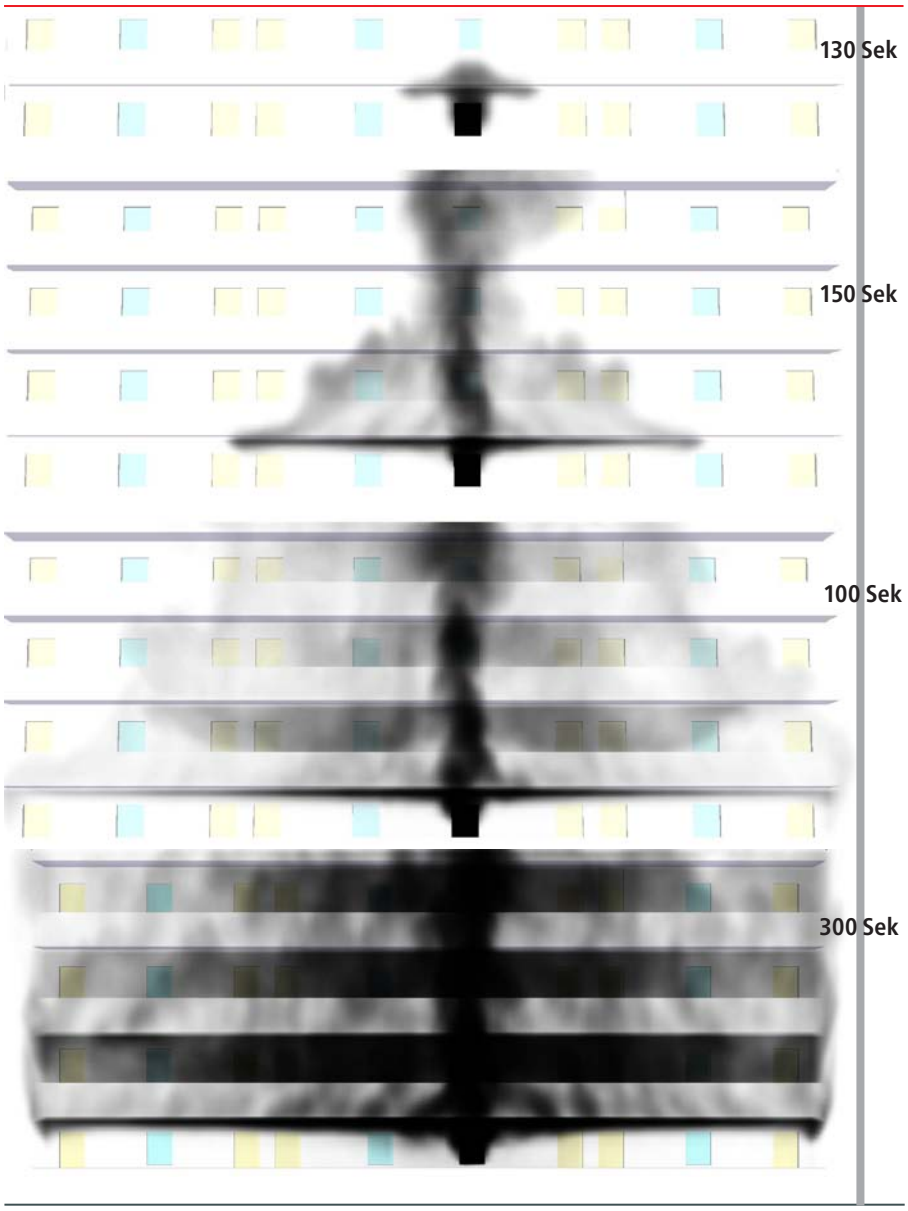

Abb. 2: Darstellung der Rauchausbreitung nach 130, 150, 190 und 300 Sekunden. Nach 300 Sekunden wird ein steady state erreicht.

Dementsprechend reduzieren sich die Rauchkonzentration und die Temperaturen nach oben bei einer Brüstung oder einem geschlossenen Geländer nur geringfügig, da sich die Rauchgassäule nicht von der Oberfläche ablöst. Lediglich beim offenen Geländer kann der Effekt einer Kragplatte wirken, da sich der Plume von der Fassade bzw. der Geländerebene ablöst. In den höher liegenden Geschossen nehmen die Temperaturen dann entsprechend stark ab. Daher verhält sich das offene Geländer gegenüber der geschlossenen Brüstung, über mehrere Stockwerke betrachtet, viel günstiger.

Bei der geschlossenen Brüstung bzw. dem geschlossenen Geländer kommt es zum Rückstau von Heißgasen mit Temperaturen, die je nach Strömungsverhalten, in den darüber liegenden Stockwerken sogar ansteigen können. Die Ausbildung eines offenen Geländers für hohe Gebäude wäre hier vorteilhafter. Besonders ungünstig verhält sich das geschlossene Geländer, bei dem Heißgase im Boden und im Deckenbereich einströmen und sich über viele Stockwerke darüber aufstauen.

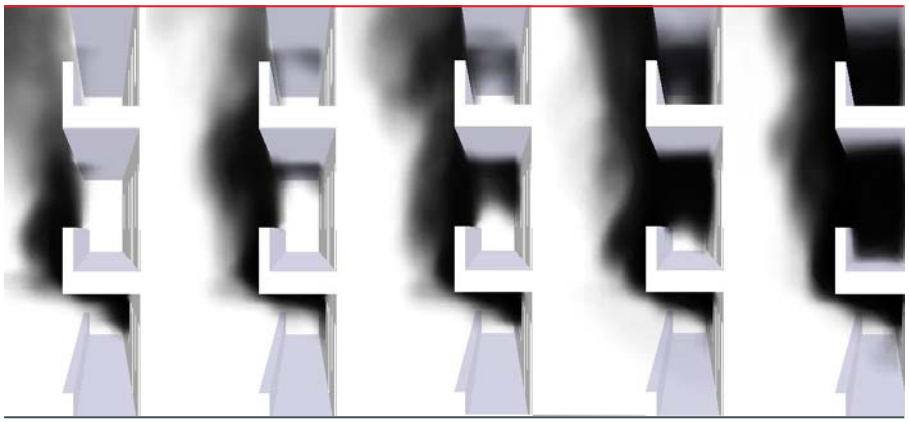

Abb. 3: Rauchausbreitung nach 140, 150, 160, 180 und 200 Sekunden

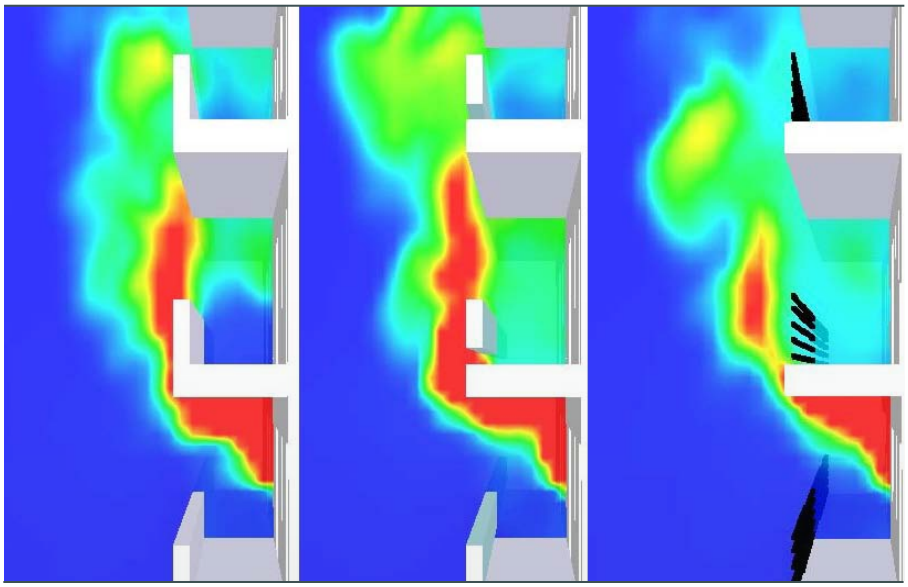

Abb. 4: Temperaturausbreitung nach 300 Sekunden bei geschlossener Brüstung (links), bei geschlossenem Geländer (mittig) und bei offenem Geländer

Wandverschlüsse

Ab wann es sich bei einem Rettungsweg um einen offenen Gang handelt und wann dieser als notwendiger Flur zu bewerten ist, ist in den Bauordnungen nicht eindeutig geregelt. Das Bayerische Staatsministerium des Innern definiert Laubengänge bzw. offene Gänge wie folgt: „Laubengänge sind auf einer Langseite offene, seitlich von Gebäudeaußenwänden und Brüstungen begrenzte Gänge“ [2]. Weiterhin werden Aussagen zu Wandverschlüssen (z.B. Wind- und Wetterschutzwände) gemacht, die sich mit den Angaben des Bauprüfdienstes in Hamburg decken: „Die Öffnung oberhalb der Brüstung darf nur soweit geschlossen werden, dass Belichtung und Belüftung der angrenzenden Räume nicht beeinträchtigt werden und Rauch ungehindert abziehen kann. Die Gesamtheit dieser geschlossenen Teile darf 30 %, die Einzelbreite der geschlossenen Elemente soll 2,0 m nicht überschreiten“ [2] [3].
Im Rahmen der Masterarbeit wurden Wandverschlüsse mit 10, 30 und 50 % Flächenanteil des Laubenganges untersucht, die gleichmäßig auf die Länge des Ganges verteilt wurden. Anhand der Visualisierung der Simulationen zur Rauchausbreitung ist bei den Wandverschlüssen eine Aufteilung des Hauptstromes zu beobachten (s. Abbildung 5). Der Rauch, der sonst seitlich über die Brüstung nach oben steigt, tritt etwas zeitverzögert gesammelt bei der nächstmöglichen Öffnung über die Deckenkante.

Die Rauchgaskonzentration ist daher im Vergleich zum offenen Laubengang im Stockwerk des Brandgeschehens höher. Gleichzeitig bewirken verschlossene Wandelemente einen Hitzestau und somit höhere Temperaturen. Reichen diese Wandverschlüsse über verschiedene Nutzungseinheiten, so kann es zum Zerbersten von Fensteröffnungen neben dem Brandraum kommen und dadurch zu einem Brandüberschlag in die benachbarte Nutzungseinheit.
Für die darüber liegenden Geschosse sind Wandverschlüsse positiv zu bewerten, da das Eindringen von Heißgasen behindert wird. Vorteilhaft könnte sich daher ein seitlicher Versatz der Wandverschlüsse zwischen Fenster- und Türöffnungen auswirken, sodass Feuer und Rauch ins Freie gelangen kann, aber durch einen darüber angeordneten Verschluss, der als Schutzschild wirkt, am Eindringen gehindert wird.
Wird als Verschluss ein Treppenraum unmittelbar vor dem Brandraumfenster angeordnet kommt es zu einem Rückstau von Heißgasen mit Temperaturen weit über 500 °C. Sofern die Abschlüsse dieses Treppenraumes ohne eine Feuerwiderstandsfähigkeit ausgebildet werden, z.B. mit den baurechtlich zulässigen Rauchschutztüren nach DIN 18095, ist zu erwarten, dass dieser Treppenraum nach kurzer Zeit nicht mehr benutzbar ist. Er wirkt dann wie ein Kamin.
Wird der Treppenraum mit Feuerwiderstandsfähigkeit ausgebildet, teilt sich der Plume und strömt zu beiden Seiten des Treppenraumes nach oben. Die Verrauchung der oberen Geschosse ist vergleichbar zu den offenen Laubengängen auf gesamter Höhe des Rettungsweges. Daher ist es fraglich, ob der Zugang zum Treppenraum in den über dem Brandereignis liegenden Stockwerken noch möglich ist. Daher ist generell davon abzuraten, Treppenräume im Bereich von Fenster- und Türöffnungen anzuordnen.

Unterzüge

Signifikanten Einfluss hat die Ausbildung von Unterzügen quer und längs zum Laubengang, da Unterzüge strömungstechnisch wie Abrisskanten oder Rauchschürzen wirken.
Quer zum Laubengang verlaufend bewirken sie, dass der Hauptstrom im Wesentlichen im Deckenfeld des Brandraumes bleibt.

Die Ausbreitung eines ceiling jets über die ganze Länge des Laubenganges wird durch die Unterzüge behindert und die Ableitung der Heißgase über die Deckenaußenkante ins Freie gefördert. Dadurch kommt es in den oberen Geschossen nur zu einem geringen Rauch- und Temperatureintrag und dort auch nur bis zum nächsten Unterzug, der wiederum als Rauchschürze wirkt (s. Abbildung 6). Außerdem reduziert sich die Temperatur nach oben hin schneller, da sich der nach außen gelenkte Wärmestrom besser mit der Umgebungsluft vermengen kann. Diese positive Wirkung kann sinnvollerweise z.B. zur Trennung von Nutzungseinheiten mit quer verlaufende Rauchschürzen im Bereich der Trennwände eingesetzt werden.
Im Vergleich dazu kommt es bei einem parallel zum Laubengang angeordneten Unterzug zunächst zu einem Rückstau der Rauchgase und zur Verteilung des Rauches im Deckenbereich der Brandraumebene. Sobald die Unterkante des Unterzuges erreicht ist, strömt Rauch auf ganzer Breite nach oben, wird in den darüber angeordneten Unterzügen der jeweiligen Geschosse eingefangen und dort wiederum zurückgestaut. Offensichtlich verursachen die Unterzüge oder auch andere Bauteile, wie z.B. stirnseitige Verblendungen, Regenrinnen usw. dort, dass der Rauch nicht weiter nach außen abgeleitet werden kann, sich aufstaut und der Rettungsweg auf gesamter Länge verraucht. Dies trifft auch dann zu, wenn der Laubengang stirnseitig offen, also ohne seitliche Wandbegrenzung ausgebildet ist.
Durch den Rückstau von Heißgasen mit Temperaturen über 300 °C, kann es zum Zerbersten von Oberlichtern, Fenster- oder Türöffnungen kommen, wodurch eine Brandweiterleitung auf andere Einheiten möglich ist. Ein Ausfall des Rettungswegs auf gesamter Länge kann die Folge sein. Zudem besteht die Gefahr, bei Anordnung von Treppenräumen an den jeweiligen Stirnseiten des Laubenganges mit Rauchschutztüren, dass beide Treppenräume zeitgleich ausfallen.

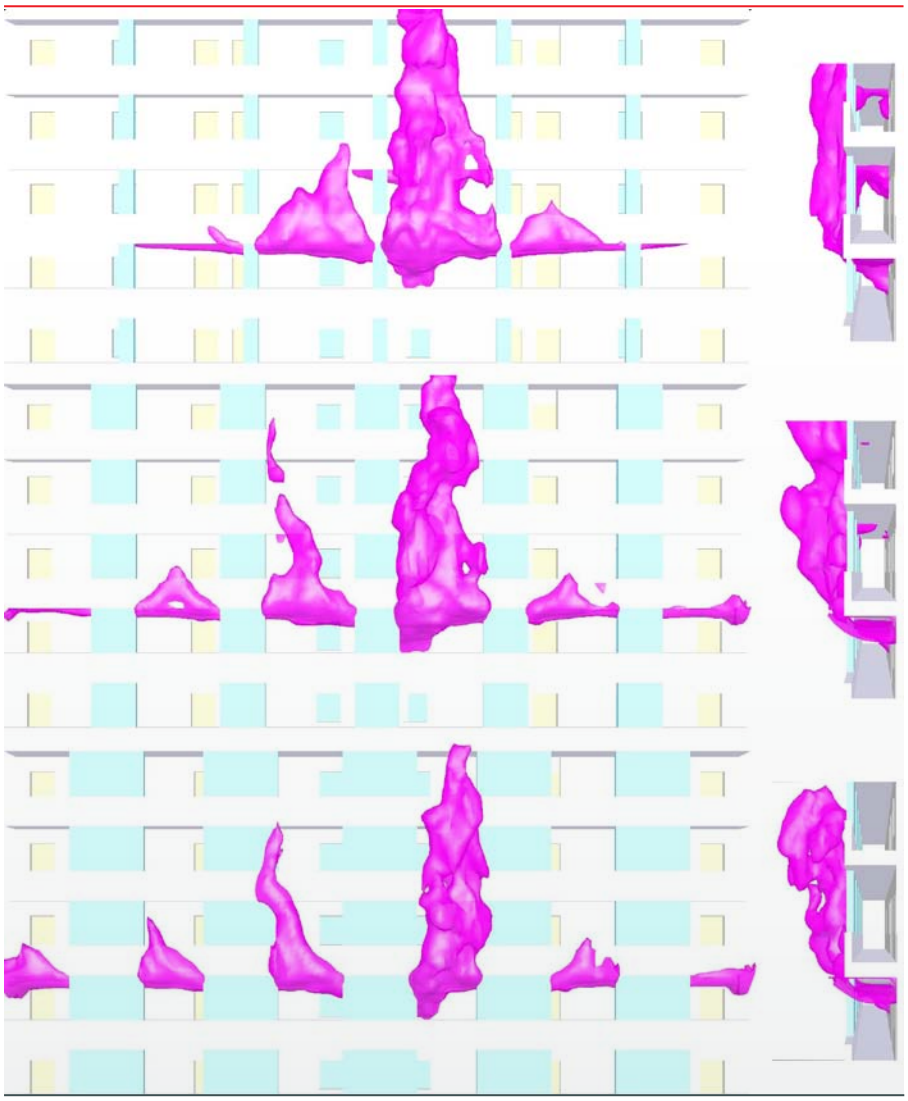

Abb. 5: Vergleich Isosurface 50 °C nach 300 Sekunden beim Laubengang mit Brüstung und einem Teilverschluss von 10 % (oben), von 30 % und von 50 % (unten)

Rettungsbalkone

Die in FDS modellierten Gitterroste mit einer Boden- und Wand-Durchlässigkeit von 80 % beeinflussen die Rauchausbreitung nur geringfügig. Der Rauch steigt mit moderaten Turbulenzen entlang der Fassade nach oben, ohne sichtbaren Einfluss der Gitterroste. Eine seitliche Rauchausbreitung findet nicht statt.

Auch konstruktive Bauteile, wie Stützen und Unterzüge wirken sich nicht wesentlich auf die Rauch- und die Temperaturausbreitung aus, daher bleiben benachbarte Bereiche vom Brandgeschehen unberührt (s. Abbildung 7). Die Temperatur, die zum Versagen der Stahlkonstruktion eines Rettungsbalkons führen könnte (Tcrit = 500 °C), wird nur unmittelbar über dem Brandraum auf Höhe des Brandraumfensters erreicht. Bereits in einem Abstand von einem halben Meter vermischt sich der Plume mit der Umgebungsluft, sodass nur halb so hohe Temperaturen auftreten. Die Benutzbarkeit des Rettungsbalkons wäre folglich nur in unmittelbarer Umgebung über dem Brandfenster durch die Temperatur und die Rauchkonzentration beeinträchtigt.

Bereits bei einem Abstand von ca. 1,0 m zum Brandfenster können Personen ungehindert passieren. Damit wird das Schutzziel der Personenrettung bei einem Rettungsbalkon mit zwei Fluchtrichtungen tatsächlich besser sichergestellt, als bei einem notwendigen Flur oder einem Laubengang, welcher auf gesamter Länge verrauchen kann.
Ein bemerkenswerter Unterschied ist festzustellen, wenn sich vor dem Brandraumfenster ein Treppenraum oder ein sonstiger Wandverschluss befindet. In diesem Fall sind die Temperaturen am Brandraumfenster ca. 20 % höher. Die heißen Gase können nicht von der Fassade weg ins Freie strömen, sondern verlaufen entlang des Wandverschlusses, bzw. Treppenraumes nach oben.

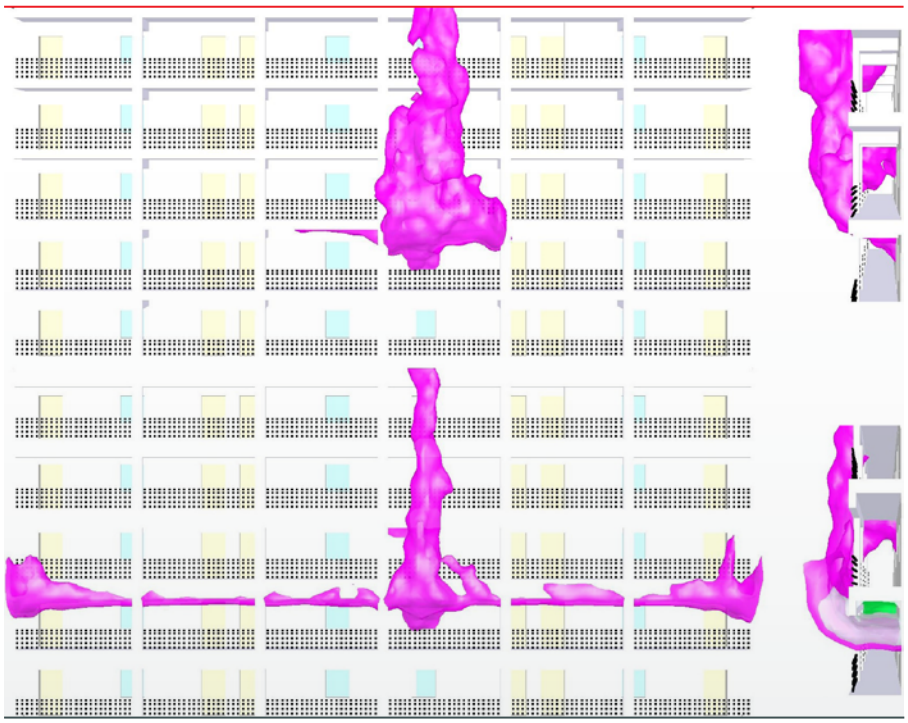

Abb. 6: Vergleich Isosurface nach 300 Sekunden beim Laubengang mit Stützen und Unterzügen, quer angeordnet (oben) und längs angeordnet (unten). Darstellung der Temperaturoberfläche in pink = 50 °C, lichtgrau = 90 °C und grün = 300 °C

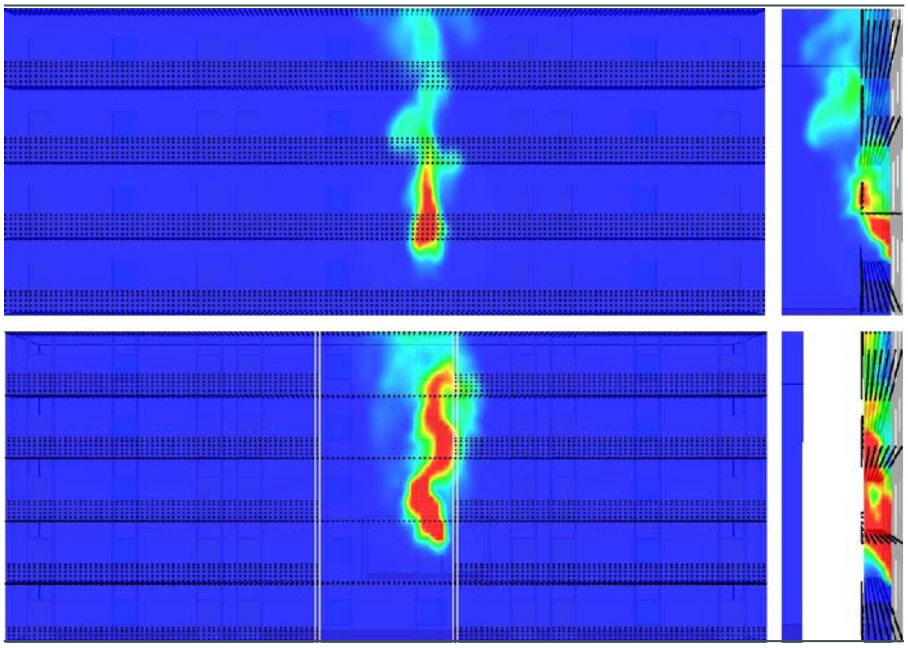

Abb. 7: Vergleich Rettungsbalkon offen und mit Treppenraum vor dem Brandfenster (unten)

Damit wäre der Zugang zum Treppenraum auch in den Stockwerken darüber nicht mehr nutzbar und es besteht die Gefahr, dass Fenster über der Brandraumöffnung zerbersten.

Fazit

Eine Einschränkung der Benutzbarkeit des Rettungsweges im Geschoss des Brandgeschehens wird beim notwendigen Flur, baurechtlich akzeptiert. Bei offenen Gängen und Laubengängen findet diese, weniger in Brandraumebene, als in allen darüber liegenden Stockwerken statt. Dabei ist die Wirkung einer Kragplatte, bei der sich der Plume von der Fassade wegbewegt und positiv auf die darüber liegenden Stockwerke auswirkt, nur bei einem offenen Geländer bzw. einem tatsächlich offenen Gang festzustellen. Sobald geschlossene Flächen durch eine Brüstung oder Wandverschlüsse ausgebildet werden haftet der Plume an deren Oberfläche. Abhängig von der Anordnung der Flächen können diese sowohl als Schutzschild vor einer Brandbeaufschlagung wirken als auch zum Rückstau von Heißgasen in darüber liegenden Stockwerken führen. Besonders wirkungsvoll sind Rauchschürzen, die eine seitliche Ausbreitung von Rauch verhindern und die Ableitung von Rauchgasen ins Freie fördern. Setzt man diese positive Wirkung von Schutzschildern und Rauchschürzen bewusst ein, könnte man mit einfachen Maßnahmen offene Gänge als Rettungsweg sicherer gestalten. ■

Literatur

[1] Martina Schwarz: Masterarbeit zum Thema „Benutzbarkeit horizontaler außenliegender Rettungswege bei einer Brandbeaufschlagung" EIPOS, Dresden 2014

[2] Bauaufsichtliche Behandlung von Hochhäusern, Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern (STMI) vom 25.051983, Az: IIB10-4115.10-1.8

[3] Brandschutztechnische Auslegung (BTA) der Freien und Hansestadt Hamburg, Bauprüfdienst (BPD) 5/2012

Autorin

Martina Schwarz
M.A. (Uni Brighton) M.Eng. (EIPOS); Sachverständige für vorbeugenden Brandschutz; Studium im Fachbereich Innenarchitektur, Interior Design und Brandschutz