

Aktuelles in Sachen Brandschutz aus Forschung, Entwicklung und Politik

## WIE SCHNELL KANN EVAKUIERT WERDEN?



Eine wichtige Frage, die sich nicht einfach beantworten lässt. Die bauordnungsrechtlichen Vorschriften zur Bemessung von Rettungswegen in Verkaufs- und Versammlungsstätten schreiben lediglich die Anzahl und die Breite der notwendigen Ausgänge in Abhängigkeit von der Grundfläche bzw. der Personenanzahl vor. Auch genauere Durchflussberechnungen für diese Ausgänge erlauben noch keine zuverlässige Abschätzung des Zeitbedarfs für eine

Evakuierung, da beispielsweise Staueffekte im Bereich der Türen oder innerhalb der Treppenträume hierbei nicht berücksichtigt werden können.

Mittels einer systematischen Untersuchung wurde jetzt erstmals die Evakuierungsqualität von Verkaufsräumen unter realistischen Annahmen überprüft. Dazu wurde mit dem neuen Computerprogramm „Building Exodus V3.0“ untersucht, wie schnell solche Verkaufsräume von Waren- oder Möbelhäusern im Brandfall evakuiert werden können. Das Ergebnis sind Evakuierungszeiten, die vor allem von der Personenzahl abhängen, aber auch von der Verfügbarkeit aller planmäßigen Rettungswege.

Diese, auf der Grundlage von Simulationen ermittelten Grundwerte sind jedoch geringer, als die tatsächlich benötigte Zeit, um ein reales Gebäude zu räumen. Zu der in der Simulation errechneten Laufzeit müssen weitere Zeiten addiert werden: die vom Ausbruch eines Brandes bis zu dessen Entdeckung und Meldung sowie die Reaktionszeit des Menschen auf eine Räumungsanweisung und die Umsetzung in eine echte Fluchtbewegung. Da aber in der Regel schon nach wenigen Minuten giftige Rauchgase in die Rettungswege gelangen können und dadurch Sicht und Atmung der Flüchtenden behindert werden, wird in Anbetracht der wirklich benötigten Zeiten das Evakuierungsziel verfehlt, wenn nicht zugleich eine ausreichend wirksame Entrauchung gesichert ist.

Eine anregende Lektüre wünscht Ihnen

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Klingsch, Brandschutz Planung Klingsch GmbH,  
Düsseldorf, Frankfurt am Main, Remscheid

■ INHALT ■ **Menschliches Fluchtverhalten**  
■ **Interview über Evakuierung**

Fachverband Lichtkuppel, Lichtband und RWA e.V.





(1)



(2)



(3)



(4)



(5)

## MENSCHLICHES FLUCHTVERHALTEN IST NICHT PLANBAR

**Rechnergestützte Evakuierungssimulationen liefern Anhaltspunkte für die Bemessung von Rettungswegen und Notausgängen in Einkaufszentren, Veranstaltungsarenen oder Gebäuden mit vergleichbar hohem Aufkommen an Kunden- oder Publikumsverkehr. Aus Anlass einer Systemuntersuchung zur Evakuierungsqualität in Verkaufsstätten im Auftrag des FVLR sprachen acht Experten offen über ihre Erfahrungen mit computergestützten Simulationen und diskutierten Vor- und Nachteile.**

■ Die Gesprächsrunde im Flughafen Düsseldorf International war sich einig, dass gerade menschliches Verhalten eine äußerst schwer zu prognostizierende Größe bei der Simulation von Gefahrenfällen darstellt. Rudi Scholz, Koordinator für Brandschutz und technische Sicherheitsmaßnahmen in der CentrO Management GmbH Oberhausen, fasste seine Zweifel so zusammen: „Ich wehre mich gegen jegliche Versuche, das im Gefahrenfall meist irrationale Verhalten von Menschen voraussagen zu wollen. Es ist nicht voraussagbar. Und da alle Schadensereignisse verschiedenartig sind, lässt sich aus einer allgemein angenommenen Gefahr nicht das Verhalten der Menschen in einem konkreten Fall vorhersagen.“ So benutzen Flüchtende nicht unbedingt die nächstliegenden Notausgänge, sondern neigen eher dazu, immer zu dem Ort zurückzukehren, wo sie herein gekommen sind – also zum eigentlichen Ein- bzw. Ausgang.

Außerdem beeinflussen starke Emotionen wie z.B. die Suche nach Kindern das Verhalten in nicht vorhersagbarer Weise. Guido Adam, Mitarbeiter bei der BPK GmbH, erläuterte, dass eine Simulation beispielsweise den direkten Einfluss von Panik nicht berücksichtigen kann: „Jegliche Darstellung von Panik wäre zwar ein mögliches, aber nicht reproduzierbares Ereignis. Die Leute bewegen sich also in der Simulation ohne äußere Einflüsse von Bedrohung, Rauch oder Feuer mit den von uns eingegebenen Parametern und Gehgeschwindigkeiten zu den Ausgängen.“

Auch bei anderen Diskussionsteilnehmern gab es Vorbehalte, ob Computerprogramme alleine tatsächlich eine Gefahrensituation von sehr vielen Menschen in ihrer ganzen Komplexität abbilden können. Gerd Jung, Brandschutzsachverständiger und Sachverständiger für Raumluftechnische Anlagen vom Ingenieur- und Sachverständigenbüro für Brandschutz Jung Meyer & Partner betonte, dass eine absolut umfassende Vorhersage gar nicht das alleinige Ziel von Simulationen sei: „Das der Gutachterlichen Stellungnahme zugrunde liegende Programm, BuildingExodus V3.0, ist mit das Beste, was es nach meiner Erfahrung für die Berechnung der reinen Durchflusszeiten und die Verhinderung von Staubildungen bei der Gebäudeevakuierung gibt – also für den Moment, wo die Leute bereits in die Fluchtwege geführt wurden und die Flucht beginnt. Die in solchen Simulationsmodellen ermittelten Zeiten sind immer nur reine Laufzeiten, zu denen man grundsätzlich noch die Alarmierungszeit, die Reaktionszeit der Menschen und ihr spezielles Fluchtverhalten addieren muss, um zu den absoluten Räumungszeiten, also zu der gesamten Evakuierungszeit zu kommen.“

### **Rauchentwicklung verzögert die Evakuierung**

Thomas Fr. Hegger, Geschäftsführender Vorstand des FVLR, betonte, wie kurz diese Räumungszeiten angesetzt werden müssen: „Nach unseren Erfahrungen dauert es drei

bis fünf Minuten, bis im Brandfall die Rauchgase, beginnend an den Wänden, in die Fluchtwegebenen herunterströmen. Durch die verminderte Sicht ändert sich das Fluchtverhalten der Menschen dann schlagartig. Die Rauchgase erschweren die Orientierung, be- oder verhindern sogar die Atmung, und zwangsläufig setzt Panik ein. Ohne eine gezielte anlagentechnische Entrauchung sind also Evakuierungszeiten von deutlich über fünf Minuten nicht zu akzeptieren.“ Derart kritische lange Evakuierungszeiten werden nach der Studie beispielsweise in Möbelhäusern mit typischem Grundriss erreicht, wenn sich bis zu 2.000 oder mehr Personen in ihnen aufhalten. Deutlich länger dauert es bei einer höheren Personenzahl oder aber, wenn plötzlich unvorhergesehene Probleme wie ein versperrter Notausgang auftreten.

Dirk Preißl, Bereichsleiter im Vorbeugenden Brandschutz bei der Berufsfeuerwehr Düsseldorf, ergänzte hierzu: „Evakuierungssimulationen sollten als Bewertungsmaßstab behandelt werden, der nur im Zusammenspiel mit den anlagentechnischen, aber auch den betriebstechnischen Komponenten eines Gebäudes zu betrachten ist. Wenn ausreichendes, gut geschultes und zudem möglichst uniformiertes Sicherheitspersonal verfügbar ist, kann man eventuell sehr schnell evakuieren. Klappt das aber nicht, etwa in einer großen Sportstätte, dann ist auch über lange Zeit zu verhindern, dass die Rauch-



(6)

- (1) Rudi Scholz, CentrO Management GmbH Oberhausen
- (2) Dipl.-Ing. Gerd Jung, Jung Meyer & Partner Hamburg
- (3) Dipl.-Ing. Dirk Preiß, Berufsfeuerwehr Düsseldorf
- (4) Dipl.-Ing. Stefan Bunthoff, Flughafen Düsseldorf International
- (5) Dr.-Ing. Joachim Böke, VdS Schadenverhütung Köln
- (6) Dipl.-Ing. Matthias Köhne, Bauaufsichtsamt Düsseldorf
- (7) Dipl.-Ing. Thomas Fr. Hegger, FVLR Detmold
- (8) Dipl.-Ing. Guido Adam, BPK GmbH Düsseldorf

schrift bis zu den Menschen herabsinkt. Auch die Feuerwehr benötigt für einen möglichst effektiven Innenangriff ausreichende Sicht. Das Zusammenwirken aller brandschutztechnischen Komponenten sollte deshalb in der Planungs- und Genehmigungspraxis noch stärker beachtet werden.“

Stefan Bunthoff, Leiter Vorbeugender Brandschutz der Flughafen Düsseldorf GmbH, schloss sich dieser übergreifenden Sichtweise an: „Die Ergebnisse von Simulationen kann man meines Erachtens nicht isoliert betrachten. Im Hinblick auf die angesprochene Entrauchung heißt das für mich, dass die Räumung des Gebäudes definitiv abgeschlossen sein muss, ehe der Rauch zu einer Gefahr werden kann.“



(7), (8)

### Plausibilität ist im Einzelfall zu prüfen

Breiten Raum nahm innerhalb der Diskussion auch die Frage ein, ob und wie Evakuierungssimulationen künftig als Brandschutznachweis im Baugenehmigungsverfahren dienen könnten. Dr. Joachim Böke, Leiter der Tech-

nischen Prüfstelle sowie stellvertretender Bereichsleiter Brandschutz und Sicherheitstechnik bei VdS Schadenverhütung, wies auf die mögliche gezielte Beeinflussung der Ergebnisse durch den einzelnen Programm-benutzer hin: „Mit etwas ‚Geschick‘ kann fast jedem Simulationsprogramm ein vorab schon feststehendes Wunschergebnis entlockt werden. Ich muss also demjenigen, der es verwendet, vertrauen können.“

Matthias Köhne, Bereichsleiter beim Bauaufsichtsamt der Stadt Düsseldorf, steckte den rechtlichen Rahmen von Evakuierungssimulationen im Genehmigungsverfahren ab: „Rechnergestützte Simulationen können zur Beantwortung der Frage herangezogen werden, wie weit man sich von der Verkaufsstättenverordnung, der Versammlungsstättenverordnung oder ähnlichen Vorgaben entfernen darf, ohne dass die übergreifende Forderung des § 3 LBO, nämlich die Aufrechterhaltung der Sicherheit und Ordnung sowie der Schutz von Leben und Gesundheit, verletzt wird. Die in den genannten speziellen Regelwerken verordnete Sicherheit kann so sicherlich mit einem gewissen Toleranzrahmen versehen werden, dessen Plausibilität dann aber im Einzelfall nachzuweisen ist.“ ■

## Fakten zur „Klingsch-Studie“

Das Büro von Prof. Dr.-Ing. Wolfram Klingsch (Brandschutz Planung Klingsch GmbH) hat in einer Gutachterlichen Stellungnahme für den FVLR drei typische, in Deutschland häufig gebaute Verkaufsstätten mit dort eingesetzten konventionellen Regalführungen mit Hilfe des Computerprogramms „BuildingExodus V3.0“ wissenschaftlich untersucht. Für bis zu 2.500 Personen wurden Randbedingungen hinsichtlich des Alters, Geschlechts und der körperlichen und geistigen Beweglichkeit definiert. Mit Hilfe der zuvor eingegebenen Gebäudegeometrie und der entsprechenden Regalführung konnte anschließend jeweils das Bewegungsprofil dieser Personen in einem angenommenen Gefahrenfall vom Programm ermittelt werden.

Die ermittelten Evakuierungszeiten steigen in erster Linie mit zunehmender Personenzahl. Wurden die Rahmenbedingungen verändert, verlängerten sich die Evakuierungszeiten teilweise drastisch, beispielsweise um mehr als das Doppelte, wenn nur ein Rettungsweg weniger verfügbar war.

Die Gutachterliche Stellungnahme „Untersuchung zur Evakuierungsqualität von Verkaufsstätten mittels dynamischer Evakuierungssimulation“, kurz Klingsch-Studie, wird jetzt vom FVLR veröffentlicht. Sie umfasst 38 Seiten mit der Programmbeschreibung, der konkreten Parametrierung sowie die Simulationsergebnisse mit abschließender Bewertung. Hinzu kommen als Anlagen die ausgewählten Gebäudekubaturen. Die Studie kann für eine Schutzgebühr von 100 Euro inklusive Mehrwertsteuer und Versand direkt beim FVLR bezogen werden:

FVLR  
Ernst-Hilker-Straße 2,  
32758 Detmold  
Telefax 0 52 31/3 09 59-29  
www.fvlr.de, info@fvlr.de





## LIEBER FEUER ALS REGEN



**Rudi Scholz ist verantwortlicher Koordinator für Brandschutz und technische Sicherheitsmaßnahmen bei der CentrO Management GmbH in Oberhausen. Im Interview äußert er sich zu Problemen, die bei realen Evakuierungen entstehen können.**

### Wie kann man als Brandschützer reale Erfahrung mit Evakuierungen sammeln?

■ Das ist ein grundsätzliches Problem beim Brandschutz: Das Ereignis fehlt. Ich war froh, als wir einmal ein Räumungsszenario hatten, weil ein nicht identifizierbarer Koffer in einer Zuluftanlage stand. So konnte ich unter realen Bedingungen die Mall räumen. Man hat mich sogar allen Ernstes im Nachhinein gefragt, ob ich den Koffer dahin gestellt hätte.

### Wie nah kommen Simulationen Ihrer Erfahrung nach dem realen Ablauf einer Evakuierung?

■ Bedingungen, wie sie bei Simulationen vorherrschen, gibt es in der Realität nicht – und das hat vor allem mit den Menschen zu tun. Da gibt es z.B. Kunden, die trotz Warnsirene noch in aller Ruhe weiter shoppen. Besorgte Eltern wollen ihre Kinder zuerst aus dem Kinderland abholen. Während unserer Räumung kamen gerade zwei Busse mit Senioren an, die blieben natürlich genau im Ein- und Ausgangsbereich stehen. Ähnliche Probleme ergeben sich bei sehr nassem und sehr kaltem Wetter: Die Menschen sträuben sich, nach draußen zu gehen, und bilden eine Barriere für die Nachdrückenden.

### Können Simulationen den Faktor Mensch berücksichtigen?

■ Nein, denn menschliches Verhalten ist nicht kalkulierbar. Simulationen liefern sicherlich gute Anhaltspunkte, aber taucht eines der soeben beschriebenen Probleme auf, kann das den geordneten Räumungsablauf absolut zunichte machen. Per Computer ermittelte Evakuierungszeiten können immer nur eine Grundlage für Überlegungen sein, zu welchen organisatorischen Mitteln ich noch greifen muss, um die gesamte Evakuierungszeit zu verkürzen bzw. die Sicherheitsanlagen auf die Mindestzeiten auszurichten. Die Technik ist nämlich sehr wohl kalkulierbar.

### Gilt die Formel: besseres Sicherheitspersonal, kürzere Evakuierungszeiten?

■ Ja, aber solche Leute stehen nicht immer zur Verfügung. Vor allem, weil die Vorschriften in dieser Hinsicht vage sind. Die Vorgaben laufen auf eine so genannte Selbsthilfekraft je angefangene 1.000 m<sup>2</sup> Grundfläche hinaus. In der Regel werden hierfür keine ausgebildeten Sicherheitsbeamten, sondern bisweilen ohnehin beschäftigte Reinigungsmitarbeiter herangezogen. Diese sind im Ereignisfall überfordert. Will der Gesetzgeber, dass Verkaufsstätten sicher sind, muss er verbindlichere Vorgaben machen.



Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) sind ein unverzichtbarer Bestandteil des Vorbeugenden Brandschutzes. Voraussetzung für die Wirksamkeit einer RWA ist jedoch, dass sich die Rauch- und Wärmeab-

zugsgeräte im Ernstfall rechtzeitig öffnen. Die uneingeschränkte Funktionstüchtigkeit dieser im Normalfall ruhenden Sicherheitseinrichtungen setzt eine regelmäßige Prüfung, Wartung und Instandhaltung voraus. Im vollständig neu überarbeiteten Heft 7 „Wartung von RWA“ aus der Schriftenreihe des FVLR finden Betreiber von RWA alle Fakten zur Instandhaltung ihrer Anlagen, detaillierte Informationen über relevante Gesetze und Verordnungen sowie juristische und versicherungstechnische Aspekte zum Thema Wartung.

Diese und weitere Broschüren können in Einzelexemplaren kostenlos auch unter [www.fvlr.de/publikationen.htm](http://www.fvlr.de/publikationen.htm) angefordert werden.

# FVLR

Fachverband Lichtkuppel, Lichtband und RWA e.V.

Ernst-Hilker-Straße 2  
32758 Detmold  
Telefon 0 52 31/3 09 59-0  
Telefax 0 52 31/3 09 59-29  
[www.fvlr.de](http://www.fvlr.de)  
[info@fvlr.de](mailto:info@fvlr.de)

REDAKTION UND GESTALTUNG:  
KOOB Agentur für Public Relations  
Solinger Straße 13  
45481 Mülheim an der Ruhr  
Telefon 02 08/46 96-0  
Telefax 02 08/46 96-300  
[www.koob-pr.com](http://www.koob-pr.com)  
[koob@koob-pr.com](mailto:koob@koob-pr.com)