



## Brandschutzaufklärung mit mathematischen Simulationsprogrammen: Wie Mathematik hilft, Ihr Leben zu retten!

Für die Brandschutzaufklärung stehen inzwischen zahlreiche unterschiedliche Methoden als Hilfsmittel zur Verfügung, um das richtige Verhalten im Brandfall zu erklären. Eine Herausforderung ist hierbei eine glaubwürdige Darstellung der häufig unterschätzten Branddynamik und der Ausbreitung und Gefährlichkeit des Brandrauchs. Mit der computer-gestützten Simulation der Brand- und Rauchausbreitung (kurz Brandsimulation), einer im Vorbeugenden baulichen Brandschutz verwendeten Ingenieurmethode, lässt sich dieses Problem lösen. Aufgrund der bei Veranstaltungen der Interessengruppe Numerische Risikoanalyse (INURI) bereits erfolgreich erprobten Methode kann von ersten Erfahrungen berichtet werden.

### Brandschutzaufklärung – sinnvoll und notwendig

Im Zeitalter der Zentralheizung ist vielen Menschen das Bewusstsein für die Gefahren eines Brandes im Umfeld der eigenen Wohnung verloren gegangen. Ein effektiver Vorbeugender Brandschutz im Zusammenspiel mit einer schlagkräftigen Feuerwehr reduziert die Anzahl der in der Öffentlichkeit wahrgenommenen Brand-schadensereignisse. Zudem vermittelt er ein hohes Sicherheitsgefühl. Die Befragung von Betroffenen eines Brandereignisses zeigt dann auch häufig ein großes Erschrecken über die Rasanz der Brandentwicklung und deren Folgen. Vor allem die Menge des bereits bei kleineren Bränden freigesetzten Brandrauchs und dessen rasche Ausbreitung traf die meisten Menschen völlig unerwartet.

Diese Erkenntnis ist für Fachleute aus dem Bereich der Brandschutzaufklärung sicherlich nicht neu. Zahlreiche Initiativen auf verschiedenen Ebenen bemühen sich, auf unterschiedlichen Wegen und mit unterschiedlichen Mitteln Brandschutzaufklärung für die Bevölkerung zu betreiben. Im Internet finden sich hierzu zahlreiche Informationsquellen.

Ein umfangreiches Informationsangebot bietet beispielsweise die Website, die der gemeinsame Ausschuss „Brandschutzaufklärung und -erziehung“ der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes (vfdB) und des Deutschen Feuerwehrverbandes (DFV) betreiben.<sup>1</sup> Über die dort verfügbare Linkliste erschließen sich leicht weitere Quellen.

Bilder 1 bis 3



### Mathematik und Brandschutzaufklärung?

Die Mitglieder der Interessengruppe Numerische Risikoanalyse (INURI) beschäftigen sich mit der numerischen Simulation der Brand- und Rauchausbreitung im Computermodell. Derartige Simulationen werden heute in zahlreichen Anwendungsgebieten eingesetzt. Hierzu gehören u. a. die Bauentwurfsplanung sowie die Brandursachen- und Brandfolgenermittlung. Gleiches gilt für die Untersuchung von Brandphänomenen für wissenschaftliche Fragestellungen oder die Absicherung von Normen und Regelwerken.<sup>2</sup>

Als kleiner Bestandteil der Aktivitäten der Freien Universität Berlin beteiligt sich die INURI auch an Aktionen der Öffentlichkeitsarbeit. In Berlin findet bereits seit

1990 jährlich die „Lange Nacht der Wissenschaften“ statt – die sogenannte „Klügste Nacht des Jahres“. An einem Samstag öffnen dann ab spätnachmittags über 70 Berliner und Potsdamer Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen ihre Türen für die Besucher. Mit eingerichteten Bus-Shuttles können die Gäste die verschiedenen Stationen des bunten Veranstaltungsangebotes in der Region ansteuern. Aufgrund der Vielfalt des Programms – von Altägyptischer Forschung bis zu den Eigenschaften des Zebras – kann der Besucher stets nur einen Bruchteil des Angebotes nutzen. Vorträge und Aktionen dürfen erfahrungsgemäß nicht länger als 30 Minuten dauern, da die Interessen der Besucher sehr breit gefächert sind.

Über Brandgefahren und Brandrisiken informieren mittlerweile vielfältige, an die jeweilige Zielgruppe angepasste Methoden und Mittel, die auch Verhaltensregeln und Sicherheitsmaßnahmen vermitteln. Längst beschränken sie sich nicht mehr auf die Verteilung von Handzetteln und das Aufhängen von Postern. Die Palette reicht vom Brandschutzspiel über Bastelbögen, von der Handpuppe über spezielle Modellrauchhäuser mit künstlicher Verrauchung bis hin zu kleineren Feuerwehrvorführungen. Nur einige der Möglichkeiten seien hier genannt.

Mit Fotos von Einsatzstellen und Erlebnisberichten von Feuerwehrangehörigen in Einsatzkleidung sind die Schäden durch einen Brand sehr glaubhaft darzustellen. Bei der Vermittlung der Erkenntnis, wie rasch sich Feuer und insbesondere der Rauch ausbreiten können, stoßen die bisherigen Methoden jedoch schnell an ihre Grenzen.

### Großes Interesse an der INURI

Im Jahr 2008 begann die INURI, die eigene Arbeit der Öffentlichkeit vorzustellen. Ein zunächst kleines Programm unter dem Titel „Wie Mathematik hilft, Ihr Leben zu retten!“ fand unerwartete Besucherresonanz. Die dabei von den Besuchern gestellten Fragen rund um den Brandschutz führten schon in 2009 zu einem umfangreichen Programm. Bei der Durchführung wurde die INURI durch die Freiwillige Feuerwehr Schöneberg, ehrenamtliche Brandschutzerzieher und den Stab Presse- und Öffentlichkeitsarbeit der Berliner Feuerwehr unterstützt. Die Vorstellung der Arbeit von INURI wurde in den Schwerpunkt Brandschutzaufklärung eingegliedert und das Programm unter den Titel „Brand – Wissenschaft – Feuerwehr“ gestellt.<sup>3</sup>

Hierbei waren einerseits die unterschiedlichen Zielgruppen Kinder, Jugendliche, Studierende, Eltern usw. zu berücksichtigen. Ebenso waren in sich abgeschlossene Themenkomplexe von max. 30 Minuten Dauer zu erarbeiten. Von zentraler Bedeutung war Folgendes: Im Sinne der Brandschutzaufklärung war auf allen Wegen die gleiche Botschaft glaubhaft zum Ausdruck zu bringen. Gleichzeitig mussten jedoch genügend Showeffekte zur Unterhaltung vorhanden sein.

Zu diesem Zweck wurde auf die bereits erwähnten etablierten Methoden wie Puppenspiel, Modellrauchhaus, Vorführungen mit Feuerwehrangehörigen in Einsatzkleidung, Fotos von Brandstellen etc. zurückgegriffen **(Bilder 1 bis 3)**. ▶



Außer dem Modellrauchhaus standen jedoch keine Möglichkeiten zur Verfügung, die Gefahren und die Gefährlichkeit der Brandrauchausbreitung zu verdeutlichen. War der Charakter des Puppenhauses für Kinder noch sehr nützlich, taten sich Erwachsene mit der Form der Darstellung etwas schwerer. Erst die Uniform des erläuternden Feuerwehrmannes sorgte offenbar für die notwendige Glaubwürdigkeit.

Als Experte für numerische Simulationen in Brandschutz und Gefahrenabwehr ergänzte die INURI das Angebot um kurze Filme von Simulationsrechnungen klassischer Gefahrensituationen im Wohnhaus. Die in einem Standardformat erzeugten Filme lassen sich mit kostenlos erhältlichen Abspielprogrammen wie dem VLC-Player auf allen Betriebssystemen betrachten.

Die Durchführung von Simulationsrechnungen zum Zwecke der Bauplanung oder in der gutachterlichen Stellungnahme muss höchsten Ansprüchen genügen. Hier kam es dagegen besonders auf eine ausreichende visuelle Darstellung der gewünschten Effekte an. Die Simulationsrechnungen schließen natürlich die mathematisch-physikalische Modellierung auftriebsgetriebener brandinduzierter Strömungen ein. Die erstellten Simulationsfilme sind allerdings in ihrer grafischen Qualität weit von den aus Computerspielen bekannten Darstellungsmöglichkeiten entfernt. Dies hat sich jedoch gerade bei den jüngeren computerbegeisterten Besuchern durchaus als Vorteil erwiesen. In verschiedenen Computerspielen kann der Spieler auch einmal gegen die Gesetze der Physik verstoßen. Die klare optische Abgrenzung unterstützte somit die Glaubwürdigkeit zusätzlich.

Die Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, die Berliner Feuerwehr und eine Werbeagentur haben gemeinsam ein Plakat „Richtiges Verhalten bei Bränden“ entwickelt. Dieser Aushang zur nonverbalen Brandschutzerziehung ist zu Zigttausenden in Berlin verteilt worden.<sup>4</sup> In Anlehnung an das Poster wurden folgende Brandsituationen in einem fiktiven mehrgeschossigen Gebäude simuliert:

1. Brand im Eingangsbereich des Haustreppenraumes
2. Brand in einer Wohnung im ersten Obergeschoss eines mehrgeschossigen Wohngebäudes

Die für beide Simulationen gleich gewählte Gebäudegeometrie und eine ähnliche Perspektive machten die Fälle für den Besucher leichter vergleichbar.

### Brand im Eingangsbereich des Haustreppenraumes

Dieser Klassiker führt leider immer wieder zu leicht vermeidbaren Personen- und Sachschäden. Sei es aus Unachtsamkeit oder Bequemlichkeit – im Eingangsbereich von Treppenhäusern finden sich fast immer genügend brennbare Materialien. In der Simulation kommt es folgerichtig zu einem fiktiven Brand im Eingangsbereich des Treppenhauses.

Die Brandquelle ist hierbei bewusst abstrakt als Kasten dargestellt, um vielfältige Interpretationsmöglichkeiten (Altpapier, Kinderwagen ...) zuzulassen.



Wie in der Bilderfolge zu sehen, füllt sich das Treppenhaus rasch mit schwarzem Rauch und die Sichtverhältnisse werden deutlich schlechter. Nach einer zuvor

festgelegten Zeitspanne öffnet sich eine Wohnungstür im ersten Obergeschoss. Der Rauch dringt dann in die Wohnung ein, bis diese vollständig verraucht ist.

### Brand in einer Wohnung im ersten Obergeschoss eines mehrgeschossigen Wohngebäudes

Auch in diesem Fall brennt ein abstrakter Gegenstand, der die Wohnung schnell mit Brandrauch füllt. Der nicht sichtbare Mieter flüchtet aus der Wohnung und lässt die Wohnungstür geöffnet. In der Folge ver Raucht der darüber befindliche Treppenhausabschnitt, sodass die Mieter der über

der Brandwohnung liegenden Wohnung nicht mehr durch das Treppenhaus flüchten können.

Zentrale Aussage beider Simulationen war die Schutzwirkung einer geschlossenen Tür gegenüber der Rauchausbreitung. Der

Erfolg bei den Zuschauern war überraschend. Aufgrund der abstrakt gehaltenen Darstellung konnten die Besucher die Simulation leicht auf die eigene Wohnsituation übertragen. In der Folge kam es häufig zu intensiven Diskussionen aus den sich daraus abzuleitenden Maßnahmen.



Hier halfen Fotos von Einsatzstellen. Die ebenfalls gezeigten Filmausschnitte von Brandversuchen aus Brandversuchslaboren unterstrichen die in den Simulationen gezeigte Branddynamik zusätzlich.

Die Simulationsfilme zeigten auch noch einen weiteren interessanten Anwendungsbereich. Einem seit Kurzem bei der Freiwilligen Feuerwehr engagierten Besucher wurde schlagartig klar, welche Folgen die Öffnung der Brandraumtür bei einem Löschangriff in einem Treppenhaus hat. Beide Filme wurden daher auch der Serviceeinheit Aus- und Fortbildung der Berliner Feuerwehr zu Ausbildungszwecken zur Verfügung gestellt.



Leider besitzt die hier vorgestellte Methode gegenüber anderen aufgrund des erforderlichen technischen Aufwandes einen Nachteil:

Während für eine persönliche Diskussion ein Notebookbildschirm genügt, erfordert die Darstellung der Filme für eine größere

Personengruppe den Einsatz einer Leinwand und eines Beamer. Ein Kompromiss ist die Verwendung eines größeren Flachbildschirms. Alle Gerätschaften sind nicht ganz billig, häufig jedoch im privaten Bereich vorhanden oder ausleihbar.

## Zusammenfassung

Der Einsatz der numerischen Brandsimulation kann die Bemühungen der Brandschutzaufklärung unterstützen, die Branddynamik und die Gefährlichkeit der Brandrauchausbreitung anschaulich zu erläutern. Die einmal erzeugten Filme lassen sich auf allen bekannten Betriebssystemen mit kostenlos erhältlichen Abspielprogrammen zeigen.

Die Vorführung der ausgearbeiteten Brand Szenarien war bei den von der INURI durchgeführten Veranstaltungen mit bis jetzt mehr als 3.000 Besuchern sehr erfolgreich. Im Verbund mit den anderen Möglichkeiten kann so eine Lücke in der Darstellung der Rauchausbreitung und des daraus abzuleitenden richtigen Verhaltens geschlossen werden.

Eine Ausweitung der entwickelten Szenarien wird derzeit innerhalb der INURI diskutiert. Erste experimentelle Arbeiten testen die Möglichkeiten, einen Avatar (dies ist eine künstliche Person oder der grafische Stellvertreter einer echten Person in der virtuellen Welt) durch die Simulation laufen zu lassen. Er soll die Ausbreitung von Feuer und Rauch aus der Perspektive des Flüchtenden wahrnehmen.

Diese Experimente öffnen einen Grenzbereich, bei dem die Visualisierung einer wissenschaftlichen Simulation mit den aus Computerspielen bekannten Darstellungsmethoden erfolgt. Inwieweit dies zu einem Glaubwürdigkeitsproblem führt, ist momentan noch offen.



Avatar

Der aktuelle Stand und weitere Informationen zu dem Vorhaben werden unter <sup>5</sup> veröffentlicht. ■

Matthias Münch  
Interessengruppe Numerische  
Risikoanalyse (INURI) GmbH  
Haderslebener Str. 9, 12163 Berlin  
brandschutzaufklaerung@inuri.de

Die Interessengruppe Numerische Risikoanalyse (INURI) ist ein Zusammenschluss von Wissenschaftlern und Ingenieuren verschiedenster Fachdisziplinen. Unter anderem wirken Vertreter der Architektur, der Strömungsmechanik, der Numerischen Mathematik und des Brandschutzes mit. Zu den Zielen der Interessengruppe gehört die Bewertung von numerischen Simulationsmethoden sowie der

Aufbau von Beratungs-, Dienstleistungs- und Fortbildungsangeboten für deren Anwendung in Brandschutz und Gefahrenabwehr. Hierzu gliedert sich die INURI in die Interessengruppe und die GmbH, die die wirtschaftlichen Aktivitäten abwickelt. Nähere Informationen sind unter [www.inuri.de](http://www.inuri.de) zu finden.

### Weiterführende Verweise

<sup>1</sup> Gemeinsamer Ausschuss „Brandschutzaufklärung und -erziehung“ von vfdb (Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes) und DFV (Deutscher Feuerwehrverband), Website: [www.brandschutzaufklaerung.de](http://www.brandschutzaufklaerung.de) • <sup>2</sup> Münch, Matthias: Brandsimulationsprogramme – Chancen und Risiken, in: schadenprisma 2/2009, S. 14-18 • <sup>3</sup> Berichte zur Aktion „Brand – Wissenschaft – Feuerwehr“ anlässlich der Langen Nacht der Wissenschaften

unter [www.inuri.de](http://www.inuri.de) in der Rubrik Aktuelles » Berichte • <sup>4</sup> Initiative „Richtiges Verhalten im Brandfall“ der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin, [www.stadtentwicklung.berlin.de/aktuell/brandschutz/](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/aktuell/brandschutz/) • <sup>5</sup> Numerische Brandsimulation in der Brandschutzaufklärung, Interessengruppe Numerische Risikoanalyse (INURI), Website des Projektes Brandschutzaufklärung: [www.inuri.de](http://www.inuri.de) in der Rubrik Fachinformation » Projekte » Transferprojekte