

Fluchtwegsimulation in der modernen Brandschutztechnik

Ing. Michael Markhart

BFBU - Beratungsstelle für Brand- und Umweltschutz

A-2320 Schwechat • Concorde Business Park, Bauteil D2/1

Tel.: 01 / 706 55 00 • Fax: 01 / 706 86 10 • E-Mail: bfbu@bfbu.at

Simulationsmodelle bzw. auch rechnerische Nachweise erhalten im modernen Brandschutzwesen immer mehr Bedeutung. So zählen heute beispielsweise Simulationen für die Verrauchung von Gebäuden, rechnerische Nachweise bezüglich der Auswirkung von Temperaturen auf Tragkonstruktionen oder Fluchtwegsimulationen zu Standardverfahren in der Brandschutzkonzeption.

Ohne derartige computergestützte Modelle wäre manches Objekt nicht realisierbar, da mithilfe oben angeführter Anwendungen mitunter der Nachweis des gleichwertigen Abweichens geführt werden kann und als Basis für Behördenentscheidungen dient.

In diesem Artikel soll am Beispiel eines Fluchtwegsimulationsmodells dargestellt werden, welche Ergebnisse und Aussagen erhalten werden können, wo die Einsatzbereiche derartiger Simulationen zu finden sind und wo deren Grenzen liegen.

Die Beratungsstelle für Brand- und Umweltschutz hat sich, um den heutigen Anforderungen entsprechen zu können, bereits seit mehreren Jahren mit der Evakuierung von Gebäuden beschäftigt.

Die in Österreich in gesetzlichen Regelungen enthaltenen Anforderungen an Fluchtwege und Notausgänge beschränken sich im Wesentlichen auf die Ausführung der Fluchtwege hinsichtlich Feuerwiderstandsdauer, Materialqualitäten und maximale Längen zumindest bis in einen sogenannten gesicherten Fluchtbereich.

Nachweise über tatsächliche Räumungszeiten waren oftmals nur sehr aufwändig mittels Näherungsverfahren und Weg-Zeit-Abläufen möglich. Dabei wurden jedoch meistens Individualparameter von Personen außer Acht gelassen.

Der Einzug leistungsstarker Computeranlagen auch in die Simulationstechnik sowie die Entwicklung von Simulationssoftware ermöglichen heute rasche und vor allem vielfältige Analysen oft auch in Echtzeitsimulationen. Der wesentliche Vorteil liegt aber in der Individualität der Personen, deren Parameter wie etwa die Reaktionszeit auf Räumungszeichen, die subjektive Schutzzone zu anderen Personen oder Hindernissen oder auch der individuellen Fluchtgeschwindigkeit.

Die Entscheidung für die Anschaffung wurde letztendlich für die Schweizer Software „SimWalk“ getroffen.

„SimWalk“ ist eine führende Analysesoftware für große Personenströme, die es Verkehrs- und Stadtplanern, Ingenieuren, Sicherheitsverantwortlichen und Architekten ermöglicht, die Sicherheit und den Komfort für Fußgänger in komplexen Umgebungen zu simulieren und zu analysieren.

Der Mikrosimulator „SimWalk“ modelliert jeden Fußgänger als einzelne Person, was eine realistische Simulation des Fußgängerverhaltens erlaubt. Ob das Transferverhalten in Bahnhöfen, Passagierströme in einem Flughafen oder die Evakuierung eines Sportstadions - „SimWalk“ ist eine flexibel einsetzbare Software für Personenszenarien.

Visuelle Analysemöglichkeiten wie selbstdefinierbare Service-Levels (Levels of Service = LOS) für Fußgängerkomfort und Sicherheit, statistische Auswertungen, Raumnutzungsanalysen oder Video- und Bildauswertungen ermöglichen die umfassende Analyse der Simulationsstudien auf verschiedenen Ebenen, um eine optimale Lösung zu erreichen.

Die „SimWalk“-Simulationsstudien basieren auf erstellten CAD-Plänen der entsprechenden Umgebung.

„SimWalk“ erlaubt die Simulation beliebiger Personenszenarien, abhängig von der Anzahl der Personen, personenabhängigen Gehgeschwindigkeiten, Verhaltensweisen oder Wartezeiten.

„SimWalk“ modelliert im Grundsatz die Interaktion zwischen einer räumlichen Umgebung und den Personen, die sich in dieser Umgebung bewegen. Dichteverhältnisse, Transferzeiten, Stauungen und Levels of Service sind verschiedene mit „SimWalk“ ermittelte Simulationsergebnisse von großen Personenströmen, über die bestimmte Umgebungen oder Raumstrukturen (Gebäude, Plätze, Passagen etc.) analysiert und optimiert werden können.

Der „SimWalk“-Fußgängeralgorithmus basiert auf einer Kombination eines „shortest path“ (kürzester Weg)-Algorithmus mit einem „social force“ (soziale Kräfte)-Modell. Die Routenwahl der Fußgänger wird bestimmt durch das Ziel, die Interaktion mit den anderen Fußgängern sowie Hindernissen auf dem Weg zum Ziel.

Für eine Personensimulation ist es erforderlich, die Gehwege und das Verhalten der Personen festzulegen. Die Gehwege werden durch Startpunkte/areale, Exitpunkte/areale, Wartepunkte/areale und Wartezeiten festgelegt.

Das Potentialfeld, die Grundlage für die Berechnung der Agentenbewegung in „SimWalk“, wird über Zellen berechnet. Der Simulationsplan wird in Zellen einer bestimmten Größe aufgeteilt. Innerhalb einer Zelle herrscht die gleiche Potentialgröße. Dieses Verfahren unterscheidet sich jedoch von Verfahren, bei denen sich in einer Zelle nur ein Agent aufhalten kann.

Der Agentenradius stellt sicher, dass die Agenten nicht nur simulierte Punkte sind, sondern mit einem wirklichen Umfang mit dem entsprechenden Radius ausgestattet sind. Tests während der Berechnung des jeweils nächsten Schrittes stellen sicher, dass der Agent entsprechend dem festgelegten Radius eine minimale Distanz zu anderen Agenten und Hindernissen einhält.

Typische Anwendungsbereiche

Der Einsatz eines computergestützten Simulationsverfahrens ist in mehreren Bereichen möglich.

- Nachweis der Fluchtwegkapazitäten und Flucht- bzw. Räumungszeiten für Behördenverfahren
- Planungshilfe für die Neuplanung von Objekten, insbesondere für die Variation von Fluchtwegplanungen und der damit verbundenen Auswirkungen
- Grundlage für die Planung von Evakuierungsübungen
- Unterstützung in der Argumentation bei Abweichungen von gesetzlichen Vorgaben („Gleichwertiges Abweichen“)

Die Fluchtwegsimulation basiert auf nachstehend angeführten Vorgängen:

- Aufbereiten der Gebäudegrundrisse in eine simulationsfähige Gebäudedarstellung (der Datenimport aus CAD Plänen über eine DXF-Schnittstelle ist möglich)
- Definieren der Personenzahlen und deren Verteilung im Gebäude (Festlegen der Startpunkte)
- Festlegen der möglichen Fluchtwegen und Notausgänge mit Angaben über Stiegenverläufe etc. (Ausgänge, Stiegen, Aufzüge, Zähler, Wartepunkte)
- Definieren der personenindividuellen Parameter (für einzelne Personen und/oder für Personengruppen wie beispielsweise Startpunkte und Zeitdauer bis zum Beginnen der Räumung, Verweilzeiten bei Wartepunkten, Personengeschwindigkeiten und Ausgänge)
- Simulationslauf/-läufe mit Auswertung anhand vorgeählter Rahmenbedingungen (wie Personenplatzbedarf, individueller Abstand der Personen von Hindernissen ...)
- Statistische Auswertung mit Exportmöglichkeit in „MS EXCEL“
- Einfache Variationsmöglichkeit durch Verändern von Gebäudeparametern oder Personenparametern

Als Ergebnis der Simulation können folgende charakteristische Werte für Personenströme abgeleitet werden:

- Personenplatzbedarf, individueller Abstand der Personen von Hindernissen
- Verfügbare Fläche je Person (m^2/P) im Beobachtungszeitraum
- Flussrate Person je Meter je Minute (pmm) im Beobachtungszeitraum
- Personendichte je m^2 (P/m^2)
- „Agents Data“ wie Startpunkte, Zeitdauer der Evakuierung, Geschwindigkeit und Ausgang
- „Exits Data“ wie Anzahl der Personen, Flussrate etc.
- Direkter Vergleich mit international empirisch ermittelten und vordefinierten Werten

Moderne Simulationsmethodik bildet heute einen wesentlichen Bestandteil in der Ingenieurtechnik und hält vermehrt Einzug auch in Brandschutzbelange.

Fluchtwegsimulationen oder auch Brandrauchsimulationsmodelle können mitunter schlüssige Brandschutzkonzepte sinnvoll ergänzen und zum besseren Verständnis insbesondere auf Behördenseite führen. ▶