



Beitrag senden an:	beitrag@rimea.de
Betreffzeile:	Beitrag

Absender	
Name:	Dr. Rainer Könnecke
Unternehmen:	IST GmbH
Datum:	21.10.04

Dokumentinformation	
Thema:	Inhalte von Kapitel 5
Bezug:	Richtlinie 1.5.1
Max. Umfang:	5 Seiten

Tragen Sie bitte Ihren vollständig ausformulierten Beitrag zum o.g. Kapitel in die nachfolgenden Felder ein. Füllen sie die Absender-Felder vollständig aus und schicken Sie das Dokument bis spätestens 20.08.04 per Email an die o.g. Adresse. Mit dem Einreichen eines Beitrags stimmen Sie seiner Veröffentlichung auf der RiMEA-Homepage zu.

Erläuterung

Erwartet werden Beiträge zu Kapitel 5, *Eigenschaften der Simulationsmodelle*. Berücksichtigt werden nur konkrete und vollständig ausformulierte Änderungs-/ Ergänzungsvorschläge. Kommentare können begleitend zum besseren Verständnis angefügt werden.

Als Grundlage Ihres Beitrags ist die aktuelle Version der Richtlinie 1.4.0 zu verwenden.

Beiträge:

5	Eigenschaften der Simulationsmodelle
5.1	Kategorie GEOMETRIE
5.2	Kategorie POPULATION

5.2.1 Allgemeines

6. Ein paralleler Update wird empfohlen.

Dieser Satz ist ersatzlos zu streichen, da er modellspezifische Vorgaben macht. Die Qualität der Resultate soll entscheidend sein, sodass eine Festlegung der Modellinterna in der Richtlinie keinen Platz hat.

7. Eine 'Sicherheitsspanne' kann bei der Bewertung der Resultate eine Rolle spielen, jedoch haben sie bei der Festlegung der Eingabegrößen nichts zu suchen. Festgelegt werden Szenarien für die konkrete Entfluchtungssituation, die die Population (d.h. auch gehbehinderte Personen, die langsamer sind und einen größeren Platzbedarf aufweisen als das Mittel), Brandszenarien mit Akzeptanzkriterien für die Rauch- und Wärmeeinwirkungen und – vor allem – die Fluchtwegwahl.



Bei der Berechnung ist bei der Auswahl der Szenarien die für das Objekt zutreffende Population mit ihren Charakteristika bezüglich Mobilität und Platzbedarf (gehbehinderte Personen), die Wahl der Fluchtwege und gegebenenfalls bei Brandszenarien die Akzeptanzkriterien für Rauch- und Wärmeeinwirkungen Rechnung zu tragen. Simulationen können mit folgenden Vereinfachungen durchgeführt werden:

- a.
- b. Die Auswirkungen externer Einflüsse wie z.B. Rauch, Hitze, giftige Stoffe oder die Statik eines

Gebäudes müssen, dann nicht berücksichtigt werden, wenn die Entfluchtung vor dem Eintritt von Rauch- und Wärmeeinwirkungen abgeschlossen ist.

(Andernfalls stellen wir das Fractional Effective Dose – Model (FED) von Purser zur Bewertung diese Einflüsse entlang der Fluchtwege im Rahmen von ASERI zur Verfügung)

Der Satz:

„Beim Wegfall einer oder mehrere Vereinfachungen kann die Sicherheitsspanne in Absprache mit den zuständigen Behörden angepasst werden.“

entfällt, da eine Konzeption des jeweiligen Verfassers vorgelegt wird, die belastbar und in sich stimmig sein muss. Sollten sich die Behörden an den Voraussetzungen und/oder den Schlussfolgerungen stoßen, ist eine Diskussion unausweichlich. Eine Absprache mit den Behörden als Voraussetzung zu postulieren, wäre nur dann sinnvoll, wenn diese die Situation besser einschätzen können, wobei dann wiederum zu fragen ist, ob der 'Richtige' das Gutachten erstellt.

Hierbei stimme ich mit der Ansicht von Herrn Lebeda überein, denn Gutachten können nicht das Ergebnis von Handelsrunden mit der Behörde sein. Der Gutachter erstellt nach bestem Wissen mit dem für das Objekt zutreffenden **belegbaren** Datenmaterial und einer Palette von Szenarien, die die kritischen Pfade bei der Entfluchtung abdecken, sein Gutachten. Ob diese Sichtweise von der Behörde geteilt wird, steht auf einem anderen Blatt – womit es sich u.U. empfiehlt eine Abklärung mit den Behördenvertretern im Vorfeld herbeizuführen.

Diese Richtlinie sollte einen Leitfaden für Eingabeparameter und Bewertung von Entfluchtungsanalysen bieten, damit sowohl die Verfasser als auch die Behörden einen Rahmen vorfinden, um die Stichhaltigkeit derartiger Untersuchungen beurteilen zu können. Diese Setzung war meines Erachtens Konsens bei unserem Treffen in Wien und sollte sinngemäß für alle Bezüge auf Behördenabstimmungen gelten.



5.2.2 Zusammenstellung der Population

a) Die Quellenangabe für die Tabellenwerte fehlt. Nach Auskunft des hessischen Behindertenbeauftragten ist der prozentuale Anteil der Rollstuhlfahrer sehr hoch angesetzt.

Abgesehen von der fehlenden Zuordnung von weiteren Werten (Bewegungsgeschwindigkeit, Reaktionsdauer etc.), wie sie für die anderen Gruppen aufgelistet wird, fehlt jegliche Beschreibung der Behandlung von Rollstuhlfahrern bei der Räumung! Bewegen sie sich im Strom der anderen Personen mit? Welchen Platzbedarf erfordern sie, wie werden Treppen bewältigt – oder sollen sie „sichere Rollstuhlbenutzerstellplätze“ anfahren und auf Fremdrettung warten? Alle Fragen gehören in ein schlüssiges Brandschutz und Evakuierungskonzept, ohne in der Richtlinie auch nur erwähnt zu werden!

b) für den letzten Absatz gilt das gleiche wie bereits oben gesagt. Beim Treffen in Wien wurde vorgeschlagen, zu Vergleichszwecken Rechnungen mit einer Personenverteilung, wie sie aus Tabelle 1 und den folgenden Populationsvorgaben hervorgeht verbindlich vorzulegen. Dann können objektspezifische Besonderheiten der Personencharakteristika berücksichtigt werden und ihre Auswirkungen auf die Gesamtentfluchtungsdauer und andere Eigenschaften vor diesem Hintergrund analysiert werden.

c) Ergänzt werden sollte dieser Abschnitt durch eine Aufstellung über die zu erwartende Personenzahl, die für viele Objekte im Planungsstadium nur abgeschätzt werden können. Bezogen auf die verfügbare Grundfläche ergeben sich die folgenden Werte:

Personenzahl pro 100 m²

Kaufhaus/Supermarkt 50 (BR), 18 – 36 (NFPA)

Möbelmärkte etc. 14 (BR), 18 - 36 (NFPA)

Einkaufszentrum (MALL) 143 (BR)

Bürogebäude 17 (BR), 11 (NFPA)

(Waren-) Lager 4 (BR), 4 (NFPA)

Industrie 11 (NFPA)

Messe 100 (Musterversammlungsstättenverordnung)

Versammlungsraum für Sitzplätze in Reihen und für Stehplätze

200 (Musterversammlungsstättenverordnung)

(BR = British regulations)

Wie sich an der Streuung der Werte ablesen lässt, gehen länderspezifische Aspekte (u.a. die Bauweise) stark ein, so dass eine Vorgabe für D-A-CH-Verhältnisse angebracht ist.

d) Die oben beschriebenen Verfahrensweise ist dann anzuwenden, wenn keine verlässlichen Daten bekannt sind. Liegen jedoch Zählungen vor, die auch die AI-



tersstruktur und andere Parameter für das Objekt erfassen, sind diese die bessere Grundlage für die Entfluchtungsanalyse (ohne Gleichverteilungsannahmen etc.).

5.2.3 Reaktionsdauer

Alle Reaktionsdauern beginnen bei 0 s. Dies ist unrealistisch. Ein empirisch fundierter Ansatz von Puser ist an dieser Stelle vorzuziehen.

David A. Purser: Behaviour and Travel Interactions in Emergency Situations and Data Needs for Engineering Design, Proceedings of the 2nd International Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics 2003, Greenwich, U.K., 355 – 369

Eine Tabelle mit Reaktionszeiten ist der beigefügten Zusammenstellung zu entnehmen.

Szenarium (Haupt- und Unterkategorien)	Dt ₁ [min]	Dt ₉₉ [min]
1 Kategorie A: wach und vertraut		
M1 B1 – B2 A1 – A2	0,5	1
M2 B1 – B2 A1 – A2	1	2
M3 B1 – B2 A1 – A3	(>15)	(>15)
B3: addiere 0,5 min zu Δt ₁ wegen schwierigerer Orientierung		
2 Kategorie B: wach und unvertraut		
M1 B1 A1 – A2	0,5	2
M2 B1 A1 – A2	1	3
M3 B1 A1 – A3	(>15)	(>15))
B2: addiere 0,5 min zu Δt ₁ wegen schwierigerer Orientierung		
B3: addiere 1,0 min zu Δt ₁ wegen schwierigerer Orientierung		
3 Kategorie C(a): schlafend und vertraut		
M2 B1 A1	(5)	(5)
M3 B1 A3	(10)	(>20)
4 Kategorie C(b): betreute Wohnanlagen		
M1 B2 A1 – A2	(10)	(20)
M2 B2 A1 – A2	(15)	(25)
M3 B2 A1 – A3	(>20)	(>20)



5 Kategorie C(c): schlafend und unvertraut		
M1 B2 A1 – A2	(15)	(15)
M2 B2 A1 – A2	(20)	(20)
M3 B2 A1 – A3	(>20)	(>20)
B3: addiere 1,0 min zu Δt_1 wegen schwierigerer Orientierung		

5.2.x Ungehinderte Gehgeschwindigkeit in der Ebene und auf Treppen

Typische durchschnittliche ebenerdige Gehgeschwindigkeiten für einen Erwachsenen ohne Mobilitätseinschränkung liegen bei 1,3 - 1,4 m/s. In einer Entfluchtungssimulation sollte zusätzlich auch durch geeignete Verteilungen die Streuung der individuellen Geschwindigkeit sowie die reduzierte Mobilität von gehbehinderten Personen berücksichtigt werden, wie in Tabelle 1 aufgeführt.

Personengruppe	Mittelwert	Standardabweichung	Spannweite
gehbehindert mit Krücke	0,94 m/s	0,30 m/s	0,63 - 1,35 m/s
gehbehindert mit Gehstock	0,81 m/s	0,38 m/s	0,26 - 1,60 m/s
gehbehindert mit Stützrahmen / Rollator	0,57 m/s	0,29 m/s	0,10 - 1,02 m/s
gehbehindert ohne Hilfsmittel	0,95 m/s	0,32 m/s	0,24 - 1,68 m/s
ohne Gehbehinderung	1,25 m/s	0,32 m/s	0,82 - 1,77 m/s

Tabelle 1: Gehgeschwindigkeiten in der Ebene¹

Für die Festlegung der Gehgeschwindigkeit auf Treppen gibt es zwei Möglichkeiten: die Vorgabe separater Verteilungen für die Geschwindigkeit auf Treppen (Tabelle 2 bzw. 3) oder eine Reduktion der individuellen ebenerdigen Gehgeschwindigkeit in Abhängigkeiten von der Stufengeometrie (Tabelle 4). Beide Methoden liefern ähnliche Verteilungen und sind daher äquivalent.

Personengruppe	Mittelwert	Standardabweichung	Spannweite
gehbehindert mit Krücke	0,22 m/s	-	-

¹ SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd Edition 2002, Chapters 12 - 13
SFPE Engineering Guide to Human Behavior in Fire, Review Draft 2002



gehbehindert mit Gehstock	0,32 m/s	0,12 m/s	0,11 - 0,49 m/s
gehbehindert ohne Hilfsmittel	0,36 m/s	0,14 m/s	0,13 - 0,70 m/s
ohne Gehbehinderung	0,70 m/s	0,26 m/s	0,45 - 1,10 m/s

Tabelle 2: Gehgeschwindigkeiten treppab¹

Personengruppe	Mittelwert	Standardabweichung	Spannweite
gehbehindert mit Krücke	0,22 m/s	-	-
gehbehindert mit Gehstock	0,35 m/s	0,11 m/s	0,18 - 0,49 m/s
gehbehindert ohne Hilfsmittel	0,43 m/s	0,13 m/s	0,14 - 0,62 m/s
ohne Gehbehinderung	0,70 m/s	0,24 m/s	0,55 - 0,82 m/s

Tabelle 3: Gehgeschwindigkeiten treppauf¹

Die im bisherigen Entwurf aufgeführten Werte liegen typischerweise bei niedrigeren Werten als in der einschlägigen Literatur für Evakuierungen. Kann dies daran liegen, dass der 'normale' Fußgängerverkehr hauptsächlich zur Ableitung der Werte herangezogen wurde? Die angelsächsischen (einschl. Australien und Neu-Seeland) sowie die japanischen und skandinavischen Vorgaben sehen im Entfluchtungsfall typischerweise höhere Werte vor.

5.2.5 Treppen

Da sich einzelne Personen bereits mit unterschiedlichen Gehgeschwindigkeiten fortbewegen, halte ich eine Abgabe von Reduktionsfaktoren für angebracht. Damit wird die schnelle Person zwar auch langsamer, ist aber weiterhin noch schneller als eine langsamere. Eine Abhängigkeit von der Stufegeometrie zeigt zudem die überproportionale Absenkung der Geschwindigkeit bei steileren Treppen. (Tabellenwerte sind im SFPE-Handbuch aufgeführt).

5.2.6 (neu) Individueller Platzbedarf

Der lokale Personenfluss (und damit die ermittelten Räumungszeiten) hängt - neben Raumgeometrie und individueller Gehgeschwindigkeit - wesentlich vom individuellen Platzbedarf ab¹. Dieser Platzbedarf lässt sich durch die Fläche der horizontalen Projektion des Körperumrisses (die so genannte „Körperellipse“) quantifizieren. Tabelle x zeigt Referenzwerte für Nord- bzw. Mitteleuropäer. Gegebenenfalls kann noch weiter z.B. nach Geschlecht oder regionalen Besonderheiten spezifiziert werden.

Mikroskopische Modelle bieten die Möglichkeit, den Platzbedarf weiter zu differenzieren, indem man die Körperform detaillierter erfasst (z.B. durch separate Berücksichtigung von Schulter- und Brustbreite) und damit zusammen mit der Berücksichtigung



der momentanen Orientierung der Person (Bewegungsrichtung) die Dynamik der Personenbewegung und die damit einhergehenden Bewegungsmuster realitätsnäher beschreiben kann.

Dem größeren Platzbedarf von gehbehinderten Personen kann durch eine Erhöhung des individuellen Raumbedarfs (typischerweise um bis zu 25 %) im Sinne eines Effektivwertes Rechnung getragen werden.

Angabe zur Person	Fläche [m ² / Person]
Kind	0,04 – 0,06
Jugendlicher	0,06 – 0,09
Erwachsener in Sommerkleidung	0,1
Erwachsener in Winterkleidung	0,125
Erwachsener in Übergangsstraßenkleidung	0,113
... mit leichtem Gepäck	0,18
... mit Koffer	0,24
... mit Rucksack	0,26
... mit Kind auf dem Arm	0,26
... mit Kind an der Hand	0,2
... mit Kind an der Hand und Gepäck	0,32
... mit schwerem Gepäck (z.B. zwei Koffer)	0,39

Tabelle x: Platzbedarf von Personen²

5.2.6 Ausgangs-Fluss

Der spezifische Fluss ist das Ergebnis einer mikroskopischen Simulationsberechnung – er kann somit nicht eine Eingabegröße darstellen! Die aufgeführte Formel und die Tabellenwerte können als Orientierungshilfe dienen - abhängig von Geometrie und Population stellen sich jedoch nach oben und unten signifikante Abweichungen ein.

Daher gehört die Diskussion in den Abschnitt der Bewertung der Räumungsdynamik! Ausgehend von der Geometrie (Kap 5.1) und Population (Kap 5.2) werden Berechnungen mit individuellen Personen durchgeführt, deren (wesentliches) Verhalten entlang der Fluchtwege und Engpassstellen bei einer mikroskopischen Beschreibung durch das jeweilige Modell zu erfassen ist. Niemand macht diesen Personen Vorgaben, wie ihr Verhalten bei erhöhter Dichte auszufallen hat. Erst Parametrisierungen, wie sie insbesondere bei hydraulischen Modellen oder bei Kapazitätsbetrachtungen

² Predtetschenski, W.M / Milinski, A.I. Personenströme in Gebäuden, Staatsverlag Berlin 1971



bei Versuchen und/oder Übungen angeleitet werden, d.h. einem den Effekt pauschalisierend beschreibenden Ansatz ('makroskopisch'), stellen Fluss/Dichte-Relation heraus! Der mikroskopische Ansatz soll aber genau diese Effekte durch Interaktionen, die allein auf individueller Basis beruhen, erklären – also keine kollektiven Vorgaben aufnehmen wie: Jetzt sind genügend Personen im Türbereich -> Anweisung an alle Nachfolgenden: Haltet euch zurück! Ein solches Vorgehen wäre aber die Festlegung von maximalen Flussgrößen (vgl. Tabelle 4), denn sie würden nur zu einer Verlängerung der Wartezeit an der Engpassstelle führen, wie er auch z.B. im effektiven Breitenmodell berechnet wird.

Aus diesem Grund hatte ich bei unserem Treffen in Wien vorgeschlagen, diese somit wohl modellspezifischen Notwendigkeiten (Flussvorhaben für Treppen, Gänge etc.) unter dem Punkt:

Bewegungsmodus = {Komfort | Entfluchtung | Gefahr}

als Vorgabe eines Verhaltensmusters für die Bewegung der Personen zu erfassen. Die Optionen Komfort, Entfluchtung und Gefahr unterscheiden sich u.a. durch die zugelassenen (effektiven) Abstände zu Objekten und anderen Personen.

Simulationsmodelle müssen die im Anhang aufgeführten Testläufe realer Szenarien Räumungsübungen, wie sie ohne direkten 'Leidensdruck' auf die Betroffenen abgehalten und dokumentiert wurden, im Modus „Komfort“ reproduzieren. Für die selbe Geometrie und den gleichen Personensatz sind allerdings auch die Zeiten für realitätsnahe Räumungsübungen zu belegen, wenn hierbei lediglich der Bewegungsmodus auf „Entfluchtung“ gesetzt wird.

Erst eine umfangliche Testsuite mit unterschiedlichen Szenarien lässt erkennen, ob die Modelle genügend Vorhersagekraft besitzen, um als praxistaugliche Werkzeuge eingesetzt werden zu können.

Anmerkung: Die im Text genannten Werte sind für inhomogene Bevölkerungsgruppen realistisch, jedoch ergeben sich mit homogenen mobilen Personengruppen auch höhere Werte des Personenstromes, die ein Programm bei entsprechender Wahl der Population auch reproduzieren müsste.

Dabei ist neben der Gehgeschwindigkeit der Raumbedarf der Personen von besonderer Bedeutung (vgl. Untersuchungen von Predtetschenski und Milinski).

Der Behördenvertreter (oder genauer: die Person, die Plausibilität der Annahmen und Folgerungen aus den Rechnungen bewerten soll) muss das Ergebnis eines Simulationslaufes an Hand des sich einstellenden Personenflusses bewerten können. D.h. für den Fall einer durchschnittlichen Bevölkerungspopulation sollte er auf die in der Tabelle angeführten Werte stoßen.



Da nach dem Richtlinienentwurf die Ausgangs-Flussrate der einziger Wert ist, der während der Simulation explizit einzuhalten ist, wird unterstellt, dass nur hohe Werte des Personenflusses relevant sind. Die Forderung müsste sich in gleicher Weise auf Personendichten beziehen, die nicht überschritten werden sollten.

Hierbei stellt sich allerdings die Frage, ob die Gegebenheiten, die bei mikroskopischen Simulationen zu hohen Personenströmen/dichten führen, auch aus dem Modellansatz heraus erklärt werden. Denn erst das sich konsistente Einstellen dieser Größen aus dem Satz der Populationsvorgaben und der geometrischen Rahmenbedingungen lässt auf eine tatsächlich mikroskopische Beschreibung der Räumungsdynamik schließen.

*Letztlich müssen **realistische** Berechnungen des Personenstromes auch für Szenarien mit hohen Personenströmen (z.B. die Stapelfeldt-Versuche mit Polizeischülern) durch die eingesetzten Modelle reproduzierbar sein, da eine (weitgehend) homogene Personengruppe sehr wohl mit höheren Durchsatz aufwartet – ebenso wie eine Population mit einem größeren Anteil von gehbehinderten Personen eine sehr viel geringere Flussdichte aufweist.*