Richtlinie für Mikroskopische Entfluchtungsanalysen

Version 4.0.0 vom 28.04.2022
Frühere Ausgabe: Version 3.0.0 vom 10.03.2016

Directive relative aux analyses microscopiques de l’évacuation

Version 4.0.0 du 28.04.2022
Édition précédente : version 3.0.0 du 10.03.2016

RiMEA e.V.
www.rimea.de

© 2004 – 2022 RiMEA e.V.
Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz.
Cet ouvrage est sous licence Creative Commons Attribution - Pas de modification 4.0 International.

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.	La version allemande de la présente directive fait foi.
Frühere Ausgabe: Version 3.0.0 vom 10. März 2016	Édition précédente: version 3.3.0 du 10 mars 2016

Inhaltsverzeichnis

Präambel 4
1 Anwendungsbereich 5
2 Begriffe 5
2.1 Mikroskopische Räumungsanalyse 6
2.2 Räumung 6
2.3 Entfluchtung 6
2.4 Personenverteilung 6
2.5 Populationseigenschaften 6
2.6 Staus 6
2.6.1 Identifikation 6
2.6.2 Beschreibung 8
2.6.3 Beurteilung 9
2.7 Freie Laufgeschwindigkeit 9
2.8 Detektionszeit t_{Detekt} 9
2.9 Alarmierungszeit t_{Alarm} 9
2.10 Individuelle Reaktionszeit $t_{i,\ Reakt}$ 9
2.11 Individuelle Laufzeit $t_{i\ Lauf}$ 9
2.12 Individuelle Räumungszeit $t_{i,\ Räumung}$ 10
2.13 Räumungszeit $t_{Räumung}$ 10
2.14 Agent 10
2.15 Szenario 10
2.16 Statistische Auswertung wiederholter Simulationsläufe 10
2.16.1 Minimale Räumungszeit $t_{Räumung,min}$ 10
2.16.2 Maximale Räumungszeit $t_{Räumung,max}$ 10
2.16.3 Mittlere Räumungszeit $t_{Räumung,mittel}$ 11
2.16.4 Standardabweichung $s_{Räumung}$ 11
2.16.5 Signifikante Räumungszeit $t_{Räumung,signifikant}$ 11
3 Eingabekategorien für Simulationsmodelle 11
3.1 Kategorie Geometrie 11
3.2 Kategorie Population 12
3.2.1 Allgemeines 12
3.2.2 Eigenschaften der Population 12
3.2.3 Initialverteilung der Agenten 15
3.2.4 Altersverteilung der Population 16
3.3 Kategorie Routen 17
4 Nachweisführung 17
4.1 Szenarien 17
4.1.1 Personenbelegung 18
4.1.2 Anordnung der Fluchtwege - grundlegender Räumungsfall 18
4.1.3 Flexibilität der Fluchtwege - zusätzliche Räumungsfälle 18
4.2 Behandlung der Räumungszeiten 19
5 Dokumentation 19
5.1 Anlass und Fragestellung 20
5.2 Simulationsverfahren 20

Contenu

Préambule 4
1 Champ d'application 5
2 Définitions 5
2.1 Analyse microscopique de l'évacuation ... 6
2.2 Évacuation 6
2.4 Répartition des personnes 6
2.5 Caractéristiques de la population 6
2.6 Congestions 6
2.6.1 Identification 6
2.6.2 Description 8
2.6.3 Évaluation 9
2.7 Vitesse de déplacement libre 9
2.8 Temps de détection $t_{détect}$ 9
2.9 Temps d'alarme t_{alarme} 9
2.10 Temps de réaction individuel $t_{i,\ réact}$ 9
2.11 Temps de parcours individuel $t_{i,\ parc}$ 9
2.12 Temps d'évacuation individuel $t_{i,\ évac}$ 10
2.13 Temps d'évacuation $t_{évac}$ 10
2.14 Agent 10
2.15 Scenario 10
2.16 Évaluation statistique de simulations répétées 10
2.16.1 Temps d'évacuation minimal $t_{évac.\ min}$ 10
2.16.2 Temps d'évacuation maximal $t_{évac.\ ,max}$ 10
2.16.3 Temps d'évacuation moyen $t_{évac.\ moy}$ 11
2.16.4 Écart standard $s_{évac}$ 11
2.16.5 Temps d'évacuation significatif $t_{évac.\ sign.}$ 11
3 Paramètres de départ pour modèles de simulation 11
3.1 Catégorie Géométrie 11
3.2 Catégorie Population 12
3.2.1 Généralités 12
3.2.2 Caractéristiques de la population 12
3.2.3 Répartition initiale des agents 15
3.2.4 Distribution de la population en fonction de l'âge 16
3.3 Catégorie Itinéraires 17
4 Justification 17
4.1 Scénarios 17
4.1.1 Nombre de personnes 18
4.1.2 Disposition des voies d'évacuation – scénario de l'évacuation de base 18
4.1.3 Flexibilités des voies d'évacuation – scénarios d'évacuation supplémentaires 18
4.2 Traitement des temps d'évacuation 19
5 Documentation 19

5.3 Objektbeschreibung 20
5.4 Szenarien 20
5.5 Ergebnisse 21
5.6 Bewertung/Interpretation 21
5.7 Maßnahmen 22
5.8 Literatur 22

Anhang 1: Vorläufige Anleitung zur Validierung / Verifizierung von Simulationsprogrammen 23

A 1 Allgemein 23
A 2 Überprüfung der Komponenten 23

Test 1 Beibehalten der vorgegebenen Gehgeschwindigkeit in einem Gang 30
Test 2 Beibehalten der vorgegebenen Gehgeschwindigkeit treppauf 30
Test 3 Beibehalten der vorgegebenen Gehgeschwindigkeit treppab 30
Test 4 Messung des Fundamentaldiagrammes 31
Test 5 Reaktionsdauer 32
Test 6 Bewegung um eine Ecke 32
Test 7 Zuordnung der demographischen Parameter 32

A 3 Funktionale Verifizierung 32

Test 8 Parameteranalyse 33

A 4 Qualitative Verifizierung 34

Test 9 Eine Menschenmenge verlässt einen großen öffentlichen Raum 35
Test 10 Zuweisung von Rettungswegen 36
Test 11 Wahl des Rettungsweges 37
Test 12 Auswirkung von Engstellen 38
Test 13 Stau vor einer Treppe 39
Test 14 Routenwahl 40
Test 15 Bewegung einer großen Menge Fußgänger um eine Ecke 40

A 5 Quantitative Verifizierung 41

Anhang 2: Verteilung der individuellen Reaktionsdauern 42
Anhang 3: Vorgaben für Räumungszeiten 47
Anhang 4: Literaturverzeichnis 48

5.1 Motif et définition du problème 20
5.2 Processus de simulation 20
5.3 Description de l'objet 20
5.4 Scénarios 20
5.5 Résultats 21
5.6 Évaluation/interprétation 21
5.7 Mesures 22
5.8 Ouvrages consultés 22

Annex 1: Instructions provisoires pour la validation / vérification de programmes de simulation 23

A 1 Généralités 23
A 2 Contrôle des composants 23

Test 1 Maintien de la vitesse de déplacement prescrite dans un couloir 30
Test 2 Maintien de la vitesse de déplacement prescrite en montant un escalier 30
Test 3 Maintien de la vitesse de déplacement prescrite en descendant un escalier 30
Test 4 Mesure du diagramme fondamental 31
Test 5 Durée de réaction 32
Test 6 Franchissement d'un coin 32
Test 7 Attribution des paramètres démographiques 32

A 3 Vérification fonctionnelle 32

Test 8 Analyse des paramètres 33

A 4 Vérification qualitative 34

Test 9 Nombre important de personnes quittant un grand espace public 35
Test 10 Affectation de voies de sauvetage 36
Test 11 Choix de la voie de sauvetage 37
Test 12 Effet des goulets d'étranglement 38
Test 13 Congestion devant un escalier 39
Test 14 Choix du parcours 40
Test 15 Franchissement d'un coin par un grand nombre de piétons 40

A 5 Vérification quantitative 41

Annex 2: Répartition des temps de réaction individuels 42
Annex 3: Dispositions pour les temps d'évacuation 47
Annex 4: Bibliographie 48

Präambel	Préambule
Nach der Musterbauordnung (MBO) sind bauliche Anlagen so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden. Des Weiteren müssen bauliche Anlagen hinsichtlich der Personensicherheit so beschaffen sein, dass im Brandfall die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.	Conformément au Code standard de la construction allemand (Musterbauordnung (MBO)), les ouvrages doivent être agencés, érigés, modifiés et entretenus de manière à ne pas menacer la sécurité et l'ordre publics, en particulier la vie, la santé et les conditions de vie naturelles. Par ailleurs, en matière de sécurité des personnes, les constructions doivent être conçues pour permettre le sauvetage des personnes et des animaux ainsi que des mesures d'extinction efficaces en cas d'incendie.
Entsprechende Vorschriften für Versammlungsstätten enthält die Muster-Versammlungsstättenverordnung (MVStättV). Teil 2, Abschnitt 2 der MVStättV behandelt die Führung und Bemessung von Flucht- und Rettungswegen [1].	Le Règlement allemand sur les lieux de rassemblement (Muster-Versammlungsstättenverordnung (MVStättV)) comprend des directives correspondantes pour les lieux de rassemblement. La partie 2, section 2 de la MVStättV aborde la question du tracé et du dimensionnement des voies d'évacuation et des issues de secours. [1].
§ 51 Absatz 7 der MBO erlaubt im Einzelfall für Sonderbauten die Abweichung von den allgemeinen Vorschriften hinsichtlich Brandschutzanlagen, -einrichtungen und -vorkehrungen.	Conformément à l'article 51, alinéa 7 du MBO, en ce qui concerne les bâtiments spéciaux, des dispositions spéciales peuvent être imposées au cas par cas en vue du respect des dispositions générales en matière d'installations, d'équipements et de dispositifs préventifs de protection contre les incendies.
Zusätzlich zur Einhaltung bauordnungsrechtlicher Anforderungen zu zulässigen Rettungsweglängen und notwendigen Ausgangsbreiten sind, insbesondere für Gebäude, die planmäßig von einer großen Anzahl von Personen genutzt werden, empfehlen sich Räumungsberechnungen als Teil eines ganzheitlichen Brandschutzkonzeptes. Das Gleiche gilt für den Fall der Sonderbauten, insbesondere im Falle der o.g. Besonderheiten.	Outre le respect des exigences légales relatives à la construction concernant les longueurs autorisées des issues de secours et les largeurs de sortie nécessaires, il est recommandé qu'un concept global de protection contre l'incendie inclue des calculs d'évacuation, en particulier pour les bâtiments où une fréquentation importante est prévue. Il en va de même pour les bâtiments spéciaux, notamment dans le cas des particularités mentionnées ci-dessus.
Der Einsatz rechnergestützter Verfahren bei solchen Nachweisen stellt die genehmigenden Stellen vor neue Herausforderungen. Besonders für die bei einer Räumungssimulationen angenommenen Szenarien und Parameter sowie für die Auswertung der Ergebnisse sind standardisierte Kriterien notwendig.	L'utilisation de procédés assistés par ordinateur pour de telles vérifications confronte les autorités chargées de délivrer les autorisations à de nouveaux défis. Des critères standardisés sont nécessaires, notamment pour les scénarios et paramètres pris pour base lors de simulations d'évacuations ainsi que pour l'évaluation des résultats.
Das Gleiche gilt für die Beurteilung der Verlässlichkeit und Richtigkeit von Softwareprogrammen.	Il en va de même pour l'évaluation de la fiabilité et de l'exactitude des logiciels.
Die hier vorgelegte Muster-Richtlinie stellt eine Handreichung für die genehmigenden Stellen dar, die für diese beiden Anforderungen standardisierte Verfah-	Le modèle de directive présenté ici constitue un guide pour les autorités chargées de délivrer les autorisations ; elle définit des procédures standardi-

ren festlegt.	sées pour ces deux exigences.
Es wird darauf hingewiesen, dass Räumungssimulationen nicht alle Einflüsse der Realität berücksichtigen können. Psychologische Aspekte, die zum Beispiel die Routenwahl und das Verhalten der Person beeinflussen, sind bisher noch nicht wissenschaftlich fundiert untersucht worden und können nur durch statistische Variationen implementiert werden. Somit stellt die Simulation einen idealisierten Fall dar, bei dem sich die Personen gemäß der Parameter und Routenvorgaben des Benutzers bewegen.	Il convient de garder à l'esprit que les simulations d'évacuation ne peuvent pas tenir compte de toutes les influences réelles. Les aspects psychologiques susceptibles d'influencer par exemple le choix de l'itinéraire et le comportement de la personne n'ont pas encore été étudiés de manière scientifiquement fondée et ne peuvent être pris en considération que sur la base de variations statistiques. La simulation représente donc un cas idéalisé dans lequel les personnes se déplacent selon les paramètres et les itinéraires prédéterminés par l'utilisateur.
Ziel dieser Richtlinie ist es, die Methodik (u.a. themenbezogene Begriffe, allgemeine Eigenschaften von Simulationsmodellen sowie die Bestandteile und notwendigen Arbeitsschritte) für die Erstellung einer simulationsgestützten Räumungssimulation festzulegen.	L'objectif de la présente directive est de déterminer la méthodologie (y compris la terminologie spécifique, les propriétés générales des modèles de simulation ainsi que les éléments et étapes de travail nécessaires, etc.) pour créer une simulation d'évacuation informatisée.
1 Anwendungsbereich	**1 Champ d'application**
Die Räumungssimulation dient zur Bestimmung der Räumungszeit von baulichen Anlagen und Freiflächen und zur Überprüfung der Konzeption und Leistungsfähigkeit von Flucht- und Rettungswegen, insbesondere der Lokalisierung von Bereichen mit signifikanten Stauungen. Sie basiert auf einer rechnergestützten Simulation, in der jede Person individuell und der Grundriss detailliert abgebildet wird. Die Bewegung der Personen sowie die Wechselwirkung mit anderen Personen und der baulichen Anlage werden auf Grundlage von empirischen Untersuchungen, Beobachtungen und der Auswertung von Schadensfällen in Form von vereinfachten Regeln mit Hilfe eines rechnerischen Bewegungsmodells nachgebildet.	La simulation d'évacuation sert à déterminer la durée d'évacuation d'ouvrages et d'espaces extérieurs et à contrôler la conception et la performance des voies d'évacuation et des issues de secours, notamment la localisation des zones où des congestions significatives peuvent se produire. Elle se base sur une simulation informatisée qui représente chaque personne individuellement ainsi que le plan détaillé. Le déplacement des personnes ainsi que l'interaction avec d'autres personnes et avec la construction s'appuient sur des analyses empiriques, des observations et l'évaluation de sinistres, et sont exprimés sous forme de règles simplifiées à l'aide d'un modèle de mouvement arithmétique.
Die in dieser Richtlinie dargestellte Methodik kann für alle Szenarien, die eine Räumung beschreiben, angewandt werden.	La méthode présentée dans cette directive peut être appliquée à tous les scénarios décrivant une évacuation.
2 Begriffe	**2 Définitions**
Es gelten die Begriffsdefinitionen der Musterbauordnung. Darüber hinaus gelten für die Anwendung dieses Dokumentes die folgenden Begriffe:	Les définitions des termes du Code standard de la construction allemand s'appliquent. En outre, les termes suivants tels que définis ci-dessous sont utilisés dans le présent document:

2.1 Mikroskopische Räumungsanalyse	**2.1 Analyse microscopique de l'évacuation**
Rechnergestützte Analyse von Personenbewegungen hin zum sicheren Ort, bei der jeder Agent individuelle Bewegungen anhand individueller Parameter, Fähigkeiten und/oder Verhaltenseinstellungen basierend auf rechnergestützten Algorithmen ausführt.	Analyse assistée par ordinateur des déplacements de personnes jusqu'à un lieu sûr, dans laquelle chaque agent exécute des mouvements individuels au moyen de paramètres, de capacités et/ou d'attitudes comportementales qui lui sont propres et sont basés sur des algorithmes assistés par ordinateur.
Eine mikroskopische Räumungsanalyse liefert sowohl Aussagen zur Räumungszeit als auch über die dynamische Entwicklung (Ort, Zeit, Dauer) von Staus.	Une analyse microscopique de l'évacuation fournit des informations tant sur le temps d'évacuation que sur l'évolution dynamique (lieu, heure, durée) des congestions.
2.2 Räumung	**2.2 Évacuation**
„In-Sicherheit-Bringen" von Personen aus einem gefährdeten Bereich. Dieser Begriff ist gleichbedeutend mit den Begriffen Entleerung, Entfluchtung und Evakuierung. Innerhalb dieses Dokuments wird der Begriff Räumung verwendet.	« Mise en sécurité » des personnes se trouvant dans une zone dangereuse
2.3 Entfluchtung	**2.3**
Siehe Definition 2.2 Räumung	
2.4 Personenverteilung	**2.4 Répartition des personnes**
Anzahl und räumliche Verteilung (Belegung) der Personen.	Nombre de personnes et répartition spatiale des personnes.
2.5 Populationseigenschaften	**2.5 Caractéristiques de la population**
Beschreibt die Eigenschaften und Fähigkeiten der Personen.	Description des caractéristiques et capacités des personnes.
2.6 Staus	**2.6 Congestions**
Staus werden je nach baulicher Situation in einem gewissen Maß akzeptiert. Abhängig von den Randbedingungen können sie zu einer Erhöhung des Risikos führen. Sie sollten deshalb bei der Durchführung mikroskopischer Räumungsanalysen vom Anwender identifiziert, beschrieben und beurteilt werden.	Les congestions sont acceptées dans une certaine mesure en fonction de la situation architecturale. En fonction des conditions limites, elles peuvent conduire à une augmentation du risque. Elles doivent donc être identifiées, décrites et évaluées par l'utilisateur lors de la réalisation d'analyses microscopiques de l'évacuation.
2.6.1 Identifikation	**2.6.1 Identification**
Ein Stau entsteht, wenn der eingehende Personenfluss in einem Wegabschnitt größer ist als der ausgehende und es dadurch zu einer Reduktion der Gehgeschwindigkeit der betroffenen Personen	Une congestion se produit lorsque le flux de personnes entrant sur un tronçon du chemin est plus important que le flux qui le quitte, ce qui entraîne une réduction de la vitesse de marche des personnes

kommt. Bei der Verwendung mikroskopischer Modelle kann ein Stau deshalb anhand der Geschwindigkeitsprofile der Agenten identifiziert werden.	concernées. En utilisant des modèles microscopiques, une congestion peut donc être identifiée sur la base des profils de vitesse des agents.
Ein Agent befindet sich in einem Stau, wenn seine Geschwindigkeit unter eine Grenzgeschwindigkeit v_{grenz} sinkt. Hiervon ausgenommen sind Aktionen, die dem Beginn der Agentenbewegung vorgelagert sind (Detektionszeiten, Alarmierungszeiten oder Reaktionszeiten). Die Grenzgeschwindigkeit ist nicht allgemeingültig, sondern hängt von den Modelleigenschaften und den verwendeten Parametern (z.B. der Gehgeschwindigkeit) ab. Sie lässt sich aus dem maximalen Fluss des Fundamentaldiagramms herleiten (Abbildung 1) und sollte zwischen 0,2 und 0,8 m/s liegen (Tabelle 1). Die konkrete Grenzgeschwindigkeit ist modell- und szenariospezifisch und kann anhand des Testfalls 4 ermittelt werden.	Un agent se trouve dans une congestion lorsque sa vitesse devient inférieure à une vitesse limite v_{lim}. En sont exclues les actions précédant le début du déplacement de l'agent (temps de détection, temps d'alerte ou temps de réaction). La vitesse limite n'est pas universelle, mais dépend des caractéristiques du modèle et des paramètres utilisés (par ex. la vitesse de marche). Elle peut être déduite du flux maximal du diagramme fondamental (Illustration 1) et devrait se situer entre 0,2 et 0,8 m/s (Tableau 1). La vitesse limite concrète est spécifique au modèle et au scénario et peut être déterminée à l'aide du scénario de test 4.

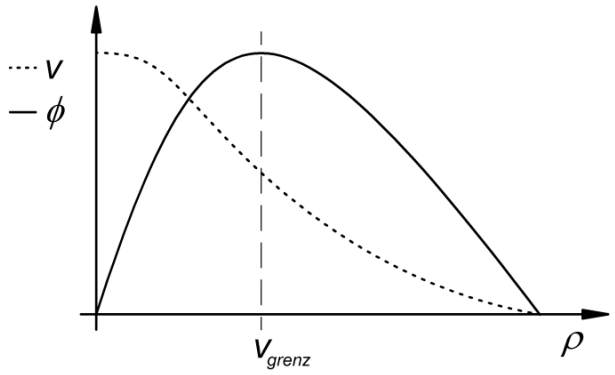


Abbildung 1: Schematisches Fundamentaldiagramm (Fluss Φ und Geschwindigkeit v gegenüber der Dichte ϱ) zur Bestimmung der Grenzgeschwindigkeit v_{grenz}.
Illustration 1: diagramme fondamental schématique (flux Φ et vitesse v par rapport à la densité ϱ) en vue de déterminer la vitesse limite v_{lim}.

Publikation	$ø_{max}$ /1/m/s	$ρ_{max. Fluß / flux}$ /1/m²	$v_{max. Fluß / flux}$ /m/s	$v_{frei / libre}$ /m/s
Weidmann [2]	1,22	1,75	0,70	1,34
Fruin [3]	1,25	1,97	0,64	1,34
SFPE [7]	1,32	1,90	0,69	1,20
PM Adults Summer normal [12]	1,69	7,50	0,23	0,91
Helbing et al [13]	1,83	3,99	0,46	1,22
Löhner et al [14]	2,91	8,00	0,36	1,45
H&W Commuters [15]	1,99	4,37	0,46	1,62
H&W Boys [15]	2,28	5,38	0,42	1,49
Möri and H. Tsukaguchi [16]	2,32	3,65	0,64	1,47
Older [16]	1,31	2,51	0,52	-
Jin et al [18]	1,63	2,13	0,77	2,00

Tabelle 1: Übersicht spezifischer Parameter unterschiedlicher Fundamentaldiagramme.
Tableau 1: aperçu des paramètres spécifiques de différents diagrammes fondamentaux.

2.6.2 Beschreibung	**2.6.2 Description**
Folgende, beispielhafte Kriterien können zur Beschreibung eines Staus herangezogen werden.	Les critères suivants, donnés à titre d'exemple, peuvent être utilisés pour décrire une congestion..
1. Existenzdauer des Staus, 2. Ort und Ausdehnung des Staus, 3. Ortsbezogene akkumulierte Staudauer, 4. Einzelstauzeiten jedes Agenten, 5. Akkumulierte Einzelstauzeiten jedes Agenten, 6. Einfluss auf die Räumungszeit, 7. Staugröße: Anzahl der beteiligten Personen	1. Durée d'existence de la congestion, 2. Lieu et étendue de la congestion, 3. Durée de la congestion accumulée en fonction du lieu, 4. Temps de congestion individuel de chaque agent, 5. Temps de congestion individuel accumulé de chaque agent, 6. Influence sur le temps d'évacuation, 7. Importance de la congestion : nombre de personnes impliquées.
Die genannten Größen liegen in der Regel als Verteilungen vor (Individualgrößen, mehrfach wiederholte Simulationsläufe), so dass eine statistische Auswertung (z.B. mittels 95% Perzentilen) empfohlen wird	Les valeurs mentionnées sont généralement disponibles sous forme d'écarts-types (valeurs individuelles, cycles de simulation répétés plusieurs fois), de sorte qu'une évaluation statistique (par ex. au moyen du 95e centile) est recommandée.

2.6.3 Beurteilung	**2.6.3 Évaluation**
Ausgehend von der oben genannten Vorgehensweise zur Identifikation und der quantitativen Beschreibung eines Staus ist er abschließend zu beurteilen. Folgende, beispielhafte Randbedingungen können dabei individuell und situationsabhängig einbezogen werden:	Sur la base de la procédure d'identification mentionnée ci-dessus et de la description quantitative d'une congestion, il convient de l'évaluer de manière définitive. De manière exemplaire, les conditions limites suivantes peuvent être prises en compte individuellement et en fonction de la situation :
1. Anlass der Räumung, 2. Motivation der Betroffenen, 3. Nutzungsart, 4. Für das Szenario relevante Faktoren, 5. Abweichung zu einem baurechtlich konformen Szenario, 6. Ort und Ausdehnung des Staus.	1. Motif de l'évacuation, 2. Motivation des personnes concernées, 3. Type d'utilisation, 4. Facteurs pertinents pour le scénario, 5. Écart par rapport à un scénario conforme aux normes de construction, 6. Lieu et étendue de la congestion.
2.7 Freie Laufgeschwindigkeit	**2.7 Vitesse de déplacement libre**
Geschwindigkeit einer Person bei ungehinderter Bewegung in der Ebene.	Vitesse d'une personne en cas de déplacement libre sur une surface plane.
2.8 Detektionszeit t_{Detekt}	**2.8 Temps de détection $t_{détect}$**
Zeitspanne vom Beginn des auslösenden Ereignisses (z.B. Brand) bis zu seiner Entdeckung.	Intervalle de temps entre le début de l'événement déclencheur (par. ex. un incendie) et la découverte de ce dernier.
2.9 Alarmierungszeit t_{Alarm}	**2.9 Temps d'alarme t_{alarme}**
Zeitspanne zwischen der Entdeckung eines auslösenden Ereignisses und dem Auslösen des Räumungs-signals (Alarm oder Sprachdurchsage als Aufforderung zur Räumung).	Intervalle de temps entre la découverte d'un événement déclencheur et le déclenchement du signal d'évacuation (alarme ou message vocal invitant à évacuer les lieux).
2.10 Individuelle Reaktionszeit $t_{i,\ Reakt}$	**2.10 Temps de réaction individuel $t_{i,\ réact}$**
Zeitspanne zwischen dem Auslösen des Räumungssignals und dem Beginn der Räumung einer einzelnen Person. Die individuelle Reaktionszeit schließt die Wahrnehmung von Hinweisen, das Erteilen und Aufnehmen von Anweisungen und die Durchführung aller anderen Tätigkeiten vor Beginn der Räumung ein.	Intervalle de temps entre le déclenchement du signal d'évacuation et le début de l'évacuation d'une personne individuelle. Le temps de réaction individuel inclut la perception d'indications, la diffusion et la réception des consignes ainsi que la réalisation de toutes les autres activités avant le début de l'évacuation.
2.11 Individuelle Laufzeit $t_{i\ Lauf}$	**2.11 Temps de parcours individuel $t_{i,\ parc}$**
Zeitspanne, die eine Person benötigt, um von ihrer anfänglichen Position zu einem sicheren Ort (Sammelplatz, anderer Brandabschnitt, Ausgang oder Ähnliches) zu gelangen.	Intervalle de temps nécessaire à une personne pour accéder à un lieu sûr (lieu de rassemblement, autre compartiment coupe-feu, sortie ou similaire).

2.12 Individuelle Räumungszeit $t_{i,\ Räumung}$	2.12 Temps d'évacuation individuel $t_{i,\ évac}$
Summe der allgemeinen Detektions- und Alarmierungszeit sowie der individuellen Reaktions- und Laufzeit, d.h.: $t_{i,\ Räumung} = t_{Detekt} + t_{Alarm} + t_{i,\ Reakt} + t_{i,\ Lauf}$	Somme des temps de détection et d'alarme généraux ainsi que temps de réaction et de parcours individuels, à savoir: $t_{i,\ évacuation} = t_{détect} + t_{alarm} + t_{i,\ réact} + t_{i,\ parc}$

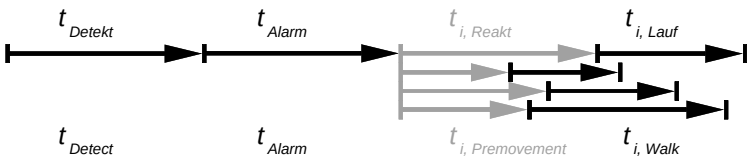


Abbildung 2: Grafische Darstellung der einzelnen Zeitkomponenten der individuellen Räumungszeit.
Illustration 2: représentation graphique des différents éléments du temps d'évacuation individuel.

2.13 Räumungszeit $t_{Räumung}$	2.13 Temps d'évacuation $t_{évac}$
Maximum aller individuellen Räumungszeiten für einen Räumungsablauf, d.h.:	Valeur maximale de tous les temps d'évacuation individuels pour le déroulement d'une évacuation, à savoir :
$t_{Räumung} = \max(t_{i,\ Räumung})$	$t_{évac} = \max(t_{i,\ évac})$
2.14 Agent	**2.14 Agent**
Modellspezifische Repräsentation einer realen Person.	Représentation d'une personne réelle spécifique au modèle.
2.15 Szenario	**2.15 Scenario**
Ein Szenario wird wenigstens durch eine Geometrie, eine räumliche Verteilung der Personen, eine Routen-verteilung und der Demographie der Population definiert.	Un scénario est défini au moins par une géométrie, une répartition spatiale des personnes, une répartition des itinéraires et la démographie de la population.
2.16 Statistische Auswertung wiederholter Simulationsläufe	**2.16 Évaluation statistique de simulations répétées**
Zur Bewertung variierender Einflüsse zu Beginn und während der Räumung, ist pro Szenario eine ausreichende Zahl von Simulationsläufen durchzuführen. Erst die Verteilung der hierbei gewonnen Resultate ermöglicht eine fundierte Beurteilung der Ergebnisse. Im Sinne einer statistischen Analyse ergeben sich:	Pour évaluer les influences variables au début et pendant l'évacuation, il est nécessaire d'effectuer un nombre suffisant de simulations par scénario. Seule la dispersion des résultats obtenus permet une évaluation fondée des résultats. En termes d'analyse statistique, les paramètres suivants en résultent :
2.16.1 Minimale Räumungszeit $t_{Räumung,min}$	**2.16.1 Temps d'évacuation minimal $t_{évac.\ min}$**
Minimum aus einem Ensemble von Räumungszeiten.	Temps minimal issu d'un ensemble de temps d'évacuation.
2.16.2 Maximale Räumungszeit $t_{Räumung,max}$	**2.16.2 Temps d'évacuation maximal $t_{évac.\ ,max}$**
Maximum aus einem Ensemble von Räumungszei-	Temps maximal issu d'un ensemble de temps

ten.	d'évacuation.
2.16.3 Mittlere Räumungszeit $t_{Räumung,mittel}$	**2.16.3 Temps d'évacuation moyen $t_{évac.\ moy}$**
Arithmetischer Mittelwert aus einem Ensemble von Räumungszeiten.	Moyenne arithmétique calculée à partir d'un ensemble de temps d'évacuation.
2.16.4 Standardabweichung $s_{Räumung}$	**2.16.4 Écart standard $s_{évac}$**
Statistisches Maß für die Streuung der Werte um den Erwartungswert einer Verteilung.	Mesure statistique de la dispersion des valeurs autour de la valeur attendue d'une répartition.
2.16.5 Signifikante Räumungszeit $t_{Räumung,signifikant}$	**2.16.5 Temps d'évacuation significatif $t_{évac.\ sign.}$**
Die Zeit eines Ensembles von Gesamträumungszeiten, die größer als oder gleich 95% der Gesamträumungszeit ist, wird als signifikante Gesamträumungszeit bezeichnet.	Le temps découlant d'un ensemble de temps totaux d'évacuation qui est supérieur ou égal à 95 % du temps total d'évacuation est appelé temps d'évacuation significatif.
3 Eingabekategorien für Simulationsmodelle	**3 Paramètres de départ pour modèles de simulation**
Die nachfolgend aufgeführten Eingabekategorien sind entsprechend der jeweiligen zu untersuchenden Situation festzulegen, zu begründen und zu dokumentieren (vgl. Kap. 4 und 5), wobei die herangezogenen Quellen zu benennen sind. Typische Werte für die verschiedenen Eingabegrößen können den geltenden Gesetzen und Verordnungen sowie den Regeln der Technik, wie z. B. dem vfdb-Leitfaden [11] und den Handbüchern der Simulationssoftware entnommen werden. Eine entsprechende Vorabstimmung mit der zuständigen genehmigenden Stelle wird empfohlen.	Les catégories de paramètres énoncées ci-après doivent être définies, justifiées et documentées conformément à la situation à analyser (cf. chapitres **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** et **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Les sources utilisées doivent être citées. Les valeurs typiques utilisées pour les différentes catégories de paramètres peuvent provenir des lois et ordonnances en vigueur ainsi que des règles de la technique, par ex. l'aide-mémoire de l'association allemande de protection contre l'incendie vfdb [11], mais aussi des manuels des logiciels de simulation. Un accord préalable avec l'autorité chargée de délivrer les autorisations est recommandé
3.1 Kategorie Geometrie	**3.1 Catégorie Géométrie**
Diese Kategorie beschreibt die räumliche Anordnung und Geometrie des Gebäudes bzw. der Fluchtwege, ihre (Nicht-)Erreichbarkeit bzw. (Nicht-)Begehbarkeit.	Cette catégorie décrit la disposition dans l'espace et la géométrie du bâtiment et/ou des voies d'évacuation, leur (non-)accessibilité ou leur (non-)praticabilité.
Die Gebäudegeometrie ist in allen für den Ablauf der Simulation wichtigen Aspekten zu berücksichtigen. Dieses sind u. a.: die Einteilung in Ebenen und Geschosse, Hindernisse, Wände, Treppen, Rampen, Türen und Ausgänge.	La géométrie du bâtiment doit être prise en compte dans tous les aspects importants pour le déroulement de la simulation. Ces aspects sont, entre autres, la répartition en étages et niveaux, les obstacles, les murs, les escaliers, les rampes, les portes et les sorties.

3.2 Kategorie Population	3.2 Catégorie Population
Die Zusammenstellung der Population erfolgt im Hinblick auf Attribute und Fähigkeiten der Agenten. Die statistische Zusammensetzung der Population ist gleichbleibend für alle Simulationsläufe eines Szenarios. Liegen Daten zur Populations-Zusammensetzung vor, so sollten diese nach Möglichkeit verwendet werden (z. B. Anpassung der Parameter für Schulen oder Seniorenheime).	La composition de la population a lieu en fonction des attributs et des capacités des agents. La composition statistique de la population est constante pour toutes les simulations d'un scénario. Si des données sur la composition de la population sont disponibles, elles devraient être utilisées dans la mesure du possible (par ex., adaptation des paramètres pour les écoles ou les résidences pour personnes âgées).
3.2.1 Allgemeines	**3.2.1 Généralités**
Die Kategorie Population beschreibt die minimalen Anforderungen an die Eigenschaften und die Zusammensetzung der Population:	La catégorie Population décrit les exigences minimales en termes de propriétés et de composition de la population :
1. Jeder Agent wird in der Simulation individuell repräsentiert. 2. Die grundlegenden Regeln für die Entscheidungen und Bewegungen sind für alle Agenten gleich und werden durch einen dokumentierten, universellen Algorithmus beschrieben. 3. Die Fähigkeiten jedes Agenten oder jeder Agentengruppe wird durch einen Satz von Agentenpara-metern festgelegt. Diese Parameter können sich stochastisch auf das Verhalten der Agenten aus-wirken. 4. Die Bewegung jedes einzelnen Agenten muss aufzeichenbar sein. 5. Die Agentenparameter können zwischen den Individuen einer Population variieren; die freie, maxi-male oder Wunschgeschwindigkeit soll variieren. 6. Die Länge eines Simulationszeitschrittes soll so klein sein, (<1 s), dass die notwendigen Bewegungs- und Verhaltensaktionen mit ihren Wechselwirkungen konsistent modelliert werden können (mikroskopische Analyse).	1. Chaque agent est représenté individuellement dans la simulation. 2. Les règles de base pour les décisions et les déplacements sont identiques pour tous les agents et sont décrites par un algorithme universel documenté. 3. Les capacités de chaque agent ou groupe d'agents sont déterminées au moyen d'une série de paramètres. Ces paramètres peuvent se répercuter de manière stochastique sur le comportement des agents. 4. Le déplacement de chaque agent doit pouvoir être enregistré. 5. Les paramètres relatifs aux agents varient entre les individus d'une population ; la vitesse libre, maximale ou souhaitée doit varier. 6. La longueur d'une unité de temps de simulation doit être suffisamment petite (<1 s) pour que les actions de déplacement et de comportement nécessaires puissent être modélisées de manière cohérente avec leurs interactions (analyse microscopique).
3.2.2 Eigenschaften der Population	**3.2.2 Caractéristiques de la population**
Entsprechend der jeweiligen Nutzung der baulichen Anlage ist es angezeigt, einen ausreichend konservativ gewählten Parametersatz für die Population zu wählen. Um Risiken aufzudecken, kann es hilfreich sein mehrere Szenarien zu simulieren, in denen die Populationsparameter variiert werden.	Selon l'utilisation de l'ouvrage, il est indiqué de déterminer un jeu de paramètres suffisamment conservateur pour la population. Pour identifier les risques, il peut être utile de simuler plusieurs scénarios dans lesquels les paramètres de la population varient.

3.2.2.1 Reaktionszeit	3.2.2.1 Temps de réaction
Sind genaue Kenntnisse zum Räumungskonzept bekannt, können die Reaktionszeiten gemäß „Anhang 2: Verteilung der individuellen Reaktionsdauern" oder anderer Standards festgelegt werden. In allen anderen Fällen kann die Sensitivität des Räumungskonzepts anhand von drei Szenarien mit den folgenden drei Reaktionszeitverteilungen bestimmt werden.	Si l'on dispose de connaissances précises sur le concept d'évacuation, les temps de réaction peuvent être déterminés selon l'« **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** : **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ». Dans tous les autres cas, la sensibilité du concept d'évacuation peut être déterminée au moyen de trois scénarios, avec les trois écarts entre les temps de réaction suivants.
1. Schnelle Räumung: Alle Agenten erhalten eine Reaktionszeit von 0 Sekunden. Dies bewirkt durch die gleichzeitige Reaktion aller Agenten ein hohes Agentenaufkommen auf den Flucht- und Rettungswegen. 2. Zügige Räumung: Die Agenten erhalten eine gleichverteilte Reaktionszeit von 0-60 s zugewiesen und reagieren somit innerhalb einer Minute. 3. Langsame Räumung: Die Agenten erhalten eine gleichverteilte Reaktionszeit von 1 bis 5 min.	1. Évacuation immédiate : un temps de réaction de 0 seconde est assigné à tous les agents. En raison de la réaction simultanée de tous les agents, cela engendre une présence importante d'agents sur les voies d'évacuation et dans les issues de secours. 2. Évacuation rapide : un temps de réaction de 0 à 60 secondes réparti uniformément est assigné à tous les agents, qui réagissent donc dans le délai d'une minute. 3. Évacuation lente : un temps de réaction de 1 à 5 minutes est assigné uniformément à tous les agents.
3.2.2.2 Freie Gehgeschwindigkeit in der Ebene	**3.2.2.2 Vitesse de déplacement libre sur une surface plane**
Sind genaue Kenntnisse über die Population im Objekt bekannt, können die Gehgeschwindigkeiten gemäß Tabelle 2 bzw. Abbildung 3 oder anderen Standards festgelegt werden. Es empfiehlt sich, die Werte angelehnt an die Veröffentlichungen von Weidmann [2] zu verwenden. Sind keine Daten bekannt, sollte die in Abschnitt 3.2.4 definierte Standardpopulation verwendet werden.	Si des informations précises sur la population présente dans l'objet sont disponibles, les vitesses de déplacement peuvent être déterminées conformément au **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, à l'Illustration 3 ou à d'autres standards. Il est recommandé d'utiliser les valeurs basées sur celles des publications de Weidmann [2]. Si aucune donnée n'est disponible, il convient d'utiliser la population standard définie au point **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**.

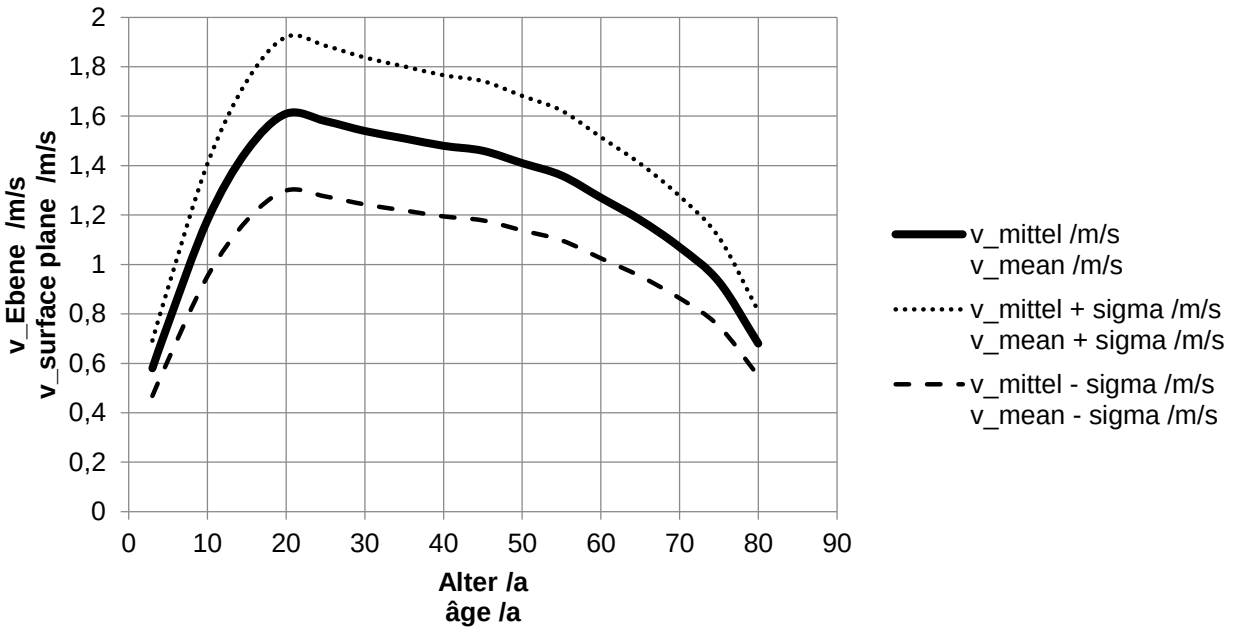


Abbildung 3: Gehgeschwindigkeit in der Ebene in Abhängigkeit des Alters in Anlehnung an Weidmann [2].
Illustration 3: vitesse de déplacement sur une surface plane en fonction de l'âge, basée sur Weidmann [2].

Personengruppe	**v_{min} /m/s**	**v_{max} /m/s**
Personen mit beeinträchtigter Mobilität	0,46	0,76

Tabelle 2: Gehgeschwindigkeiten in der Ebene für Agenten mit beeinträchtigter Mobilität [9].

Groupe de personnes	**v_{min} /m/s**	**v_{max} /m/s**
Personnes à mobilité réduite	0,46	0,76

Tableau 2: vitesses de déplacement des agents à mobilité réduite sur une surface plane [9].

Die Gehgeschwindigkeit von Männern ist nach Weidmann [2] im Mittel um 10,9% höher als die von Frauen. Dies ergibt für Männer eine mittlere freie Gehgeschwindigkeit von 1,41 m/s und für Frauen von 1,27 m/s.	Selon Weidmann [2], la vitesse de déplacement des hommes est en moyenne de 10,9 % supérieure à celle des femmes. Cela donne pour les hommes une vitesse de déplacement libre moyenne de 1,41 m/s et pour les femmes, de 1,27 m/s.
3.2.2.3 Freie Gehgeschwindigkeiten auf Treppen	**3.2.2.3 Vitesse de déplacement libre dans les escaliers**
Eine realistische Reduktion der Gehgeschwindigkeit auf Treppen sollte berücksichtigt werden und den in der Literatur dargestellten Tendenzen entsprechen. Sie sollte unter Angabe der entsprechenden Quellen dokumentiert sein. Dabei ist darauf zu achten, dass die Modalitäten (Treppenlänge, -steigung, etc.) im Projekt und der angeführten Literatur zueinander passen (z.B. Tabelle 3).	Une réduction réaliste de la vitesse de déplacement dans les escaliers devrait être prise en compte et correspondre aux tendances présentées dans les ouvrages spécialisés. Elle devrait être documentée en indiquant les sources correspondantes. Il convient de veiller à ce que les modalités (longueur des escaliers, inclinaison, etc.) du projet et des ouvrages cités correspondent (par ex. Tableau 3).

Personengruppe	Treppe abwärts		Treppe aufwärts	
	v_{innen} [1] /m/s	$v_{außen}$ [2] /m/s	v_{innen} [1] /m/s	$v_{außen}$ [2] /m/s
Unter 30 Jahre	0,76	0,81	0,55	0,58
30 bis 50 Jahre	0,65	0,78	0,50	0,58
Über 50 Jahre	0,55	0,59	0,42	0,42
Beeinträchtigte Mobilität	0,42		0,32	

Tabelle 3: Beispiel mittlerer Gehgeschwindigkeiten auf Treppen nach Fruin [3].

Groupe de personnes	Descente		Montée	
	$v_{intérieur}$ [3] /m/s	$v_{extérieur}$ [4] /m/s	$v_{intérieur}$ [3] /m/s	$v_{extérieur}$ [4] /m/s
Moins de 30 ans	0.76	0.81	0.55	0.58
De 30 à 50 ans	0.65	0.78	0.50	0.58
Plus de 50 ans	0.55	0.59	0.42	0.42
Mobilité réduite	0.42		0.32	

Tableau 3: exemple de vitesses de déplacement dans les escaliers selon Fruin [3].

3.2.3 Initialverteilung der Agenten	**3.2.3 Répartition initiale des agents**
Die Initialverteilung der Agenten sollte aufgrund folgender Daten definiert werden:	La répartition initiale des agents devrait être définie en fonction des données suivantes :
1. Initialdichten oder 2. Initialzahlen nach Art der Nutzung (z.B. Bestuhlungsplänen).	1. Densités initiales ou 2. Chiffres initiaux selon le type d'utilisation (p. ex. plans de disposition des chaises)).
Liegen konkrete Daten vor, sollten sie unter Bekanntgabe der Quelle in die Analyse einfließen. Ansonsten kann auf die Richtwerte aus Tabelle 4 zurückgegriffen werden.	Si des données concrètes sont disponibles, elles doivent être intégrées à l'analyse en indiquant la source. Sinon, on peut se référer aux valeurs indicatives du Tableau 4.

[1] Innentreppen: Steigungsverhältnis 17,8 cm / 28,6 cm
[2] Außentreppen: Steigungsverhältnis 15,2 cm / 30,5 cm
[3] Escaliers intérieurs : rapport de pente 17,8 cm / 28,6 cm
[4] Escaliers extérieurs : rapport de pente 15,2 cm / 30,5 cm

Gebäudetyp	Personendichte /P/m²	
Kaufhaus	0,18 – 0,36	[10]
Bürogebäude	0,11	[10]
Lager	0,04	[10]
Messen	1,00	[1]
Versammlungsräume	2,00	[1]
Stehplätze in Zuschaueranlagen	3,5 – 4,7	[4]

Tabelle 4: Richtwerte der Initialdichten der Population.

Type de bâtiment	Densité de personnes /P/m²	
Grand magasin	0,18 – 0,36	[10]
Immeuble de bureaux	0,11	[10]
Entrepôt	0,04	[10]
Foires commerciales	1,00	[1]
Salles de réunion	2,00	[1]
Places debout dans installations pour spectateurs	3,5 – 4,7	[4]

Tableau 4: valeurs indicatives des densités initiales de la population.

3.2.4 Altersverteilung der Population

Stehen keine Daten zur Verfügung, soll die folgende Standardpopulation verwendet werden. Sie besteht zu jeweils 50% aus Männern und Frauen deren Alter wie in Abbildung 4 dargestellt zwischen dem Minimum- und Maximumwert normalverteilt ist. Der Mittelwert des Alters ist 50 Jahre, die Standardabweichung 20 Jahre. Das Minimumalter beträgt 10 Jahre, das Maximumalter 85 Jahre.

3.2.4 Distribution de la population en fonction de l’âge

Si aucune donnée n’est disponible, il convient d’utiliser la population standard suivante. Elle se compose de 50 % d’hommes et de femmes dont l’âge est réparti uniformément entre les valeurs minimales et maximales illustrées à la Illustration 4. La valeur moyenne de l’âge est de 50 ans et l’écart standard est de 20 ans. L’âge minimal est de 10 ans et l’âge maximal, de 85 ans.

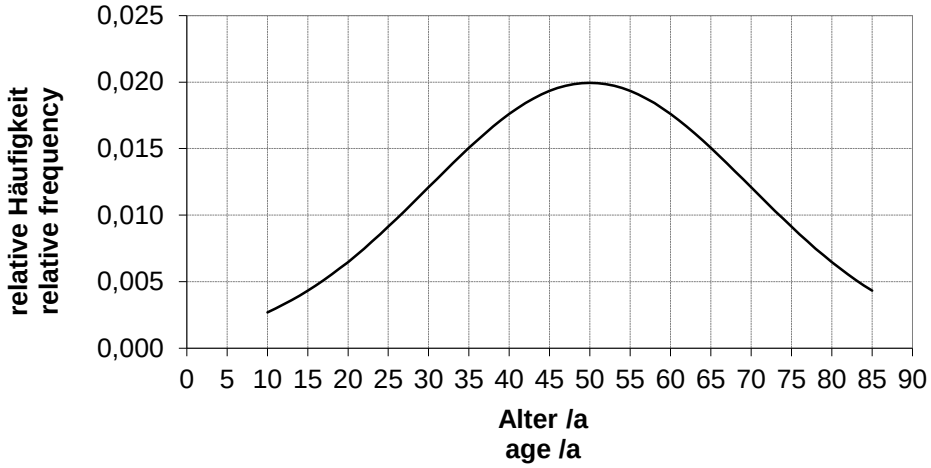


Abbildung 4: Altersverteilung der RiMEA-Standardpopulation.
Illustration 4: répartition de la population standard selon RiMEA

3.3 Kategorie Routen	3.3 Catégorie Itinéraires
Die Routen geben vor, welche Wege die Agenten auf dem Weg zu ihren Zielen (sichere Bereiche) zurücklegen. Folgende Variationen lassen sich untersuchen:	Les itinéraires indiquent les chemins que les agents empruntent pour atteindre leurs destinations (zones sûres). Les variations suivantes peuvent être étudiées :
1. Alle Fluchtwege sind verfügbar. 2. Einzelne Fluchtwege werden versperrt, um diesen Einfluss zu untersuchen. 3. Variation der Routenwahl: a. Alle folgen dem nächstgelegenen Fluchtweg, b. 80% folgen den Alltagswegen, der Rest folgt den Fluchtwegen und c. 70% bleiben bei einer einmal getroffenen Entscheidung, 30% können sich in Folge von Stauungen um entscheiden, sofern Alternativwege verfügbar sind. 4. Organisatorische Maßnahmen werden implizit durch Routenzuweisungen berücksichtigt.	1. Toutes les voies d'évacuation sont disponibles. 2. Certaines voies d'évacuation sont bloquées pour étudier cette influence. 3. Variation du choix des itinéraires : a. Tous les agents empruntent la voie d'évacuation la plus proche, b. 80 % empruntent les itinéraires quotidiens, le reste emprunte les voies d'évacuation et c. 70 % s'en tiennent à la décision prise, 30 % peuvent changer d'avis suite à une congestion, pour autant que d'autres itinéraires soient disponibles. 4. Les mesures organisationnelles sont implicitement prises en compte par l'attribution d'itinéraires.
4 Nachweisführung	**4 Justification**
Die Nachweisführung erfolgt abhängig vom Ersteller sowie der genutzten Software und sollte folgende Punkte berücksichtigen.	La justification dépend de l'auteur ainsi que du logiciel utilisé et devrait tenir compte des points suivants.
4.1 Szenarien	**4.1 Scénarios**
Um aussagekräftige Ergebnisse aus der Räumungsanalyse zu erhalten, müssen relevante Szenarien definiert werden. Diese Szenarien ergeben sich zum	Pour obtenir des résultats probants de l'analyse de l'évacuation, il faut définir des scénarios pertinents. Ces scénarios résultent par exemple du type

Beispiel aus der Nutzungsart des zu untersuchenden Objekts sowie des Zeitpunkts des auslösenden Ereignisses. Hieraus lassen sich u.a. Anzahl, Verteilung und Demographie der Personen ableiten. Die relevanten Szenarien leiten sich aus ihren Eintrittswahrscheinlichkeiten ab, sowie der sich daraus ergebenden Auswirkungen und sollten mit der genehmigenden Stelle vor der Analyse abgestimmt werden.	d'utilisation de l'objet à analyser ainsi que du moment de l'événement déclencheur. Le nombre, la répartition et la démographie des personnes en découlent. Les scénarios pertinents découlent de leur probabilité d'occurrence ainsi que des conséquences qui en découlent ; ces scénarios devraient faire l'objet d'une concertation avec l'autorité chargée de délivrer les autorisations avant l'analyse.
4.1.1 Personenbelegung	**4.1.1 Nombre de personnes**
Für die Räumungsanalyse soll die Personenverteilung berücksichtigt werden, welche in den Genehmigungsunterlagen für das jeweilige Szenario vorgesehen ist. Gibt es hierzu keine Angaben, kann sie gemäß Kapitel 3.2.3 bzw. den einschlägigen Gesetzen, Verordnungen, Richtlinien oder Regelwerken festgelegt werden.	Pour l'analyse de l'évacuation, il convient de tenir compte de la répartition des personnes prévue dans les documents d'autorisation pour le scénario en question. En l'absence d'indications à ce sujet, elle peut être déterminée conformément au chapitre 3.2.3 ou aux lois, ordonnances, directives ou règlements applicables.
Alternativ kann die maximale Personenzahl durch Variation (abnehmend oder zunehmend) ermittelt werden, so dass die benötigte Räumungszeit (*RSET genannt*) unterhalb einer vorgegebenen, verfügbaren Räumungszeit (*ASET genannt*) liegt.	De manière alternative, le nombre maximal de personnes peut être déterminé par variation (décroissante ou croissante), de sorte que le temps d'évacuation nécessaire (appelé RSET) soit inférieur à un temps d'évacuation prédéfini et disponible (appelé ASET).
4.1.2 Anordnung der Fluchtwege - grundlegender Räumungsfall	**4.1.2 Disposition des voies d'évacuation – scénario de l'évacuation de base**
Als grundlegender Räumungsfall sollten alle vorhandenen Flucht- und Rettungswege zur Verfügung stehen. Die Personen bewegen sich entlang der Fluchtwege und kennen den Weg zum nächstgelegenen, sicheren Bereich. Hierbei wird unterstellt, dass Beschilderung, Leitsysteme, Schulung eventuell vorhandener Sicherheitskräfte und andere Einflüsse bezüglich Gestaltung und Betrieb der Räumungseinrichtungen mit den Anforderungen der entsprechenden Gesetze und Verordnungen im Einklang stehen.	Toutes les voies d'évacuation et issues de secours existantes sont disponibles pour l'évacuation. Les personnes empruntent les voies d'évacuation et connaissent le chemin menant à la zone sûre la plus proche. L'on suppose ici que les facteurs suivants satisfont aux exigences des lois et ordonnances correspondantes : la signalisation, les systèmes de guidage, la formation du personnel de sécurité éventuellement présent et d'autres facteurs d'influence relatifs à la conception et à l'exploitation des dispositifs d'évacuation.
4.1.3 Flexibilität der Fluchtwege - zusätzliche Räumungsfälle	**4.1.3 Flexibilités des voies d'évacuation – scénarios d'évacuation supplémentaires**
Es empfiehlt sich, in Abstimmung mit der genehmigenden Stelle zusätzliche Szenarien zu untersuchen. Hierdurch können die Auswirkungen versperrter Fluchtwege, die Ortsunkenntnis der Personen und damit die Flexibilität des Räumungskonzepts geprüft werden.	Il est recommandé d'étudier des scénarios supplémentaires en concertation avec les autorités compétentes. Cela permet de tester les effets de voies d'évacuation obstruées, le manque de connaissance de l'endroit qu'ont les personnes, et ainsi, la flexibilité du concept d'évacuation

4.2 Behandlung der Räumungszeiten	4.2 Traitement des temps d'évacuation
Sowohl die vom Modell vorhergesagte als auch eine in der Realität gemessene Räumungszeit ist aufgrund der Natur des Räumungsprozesses eine stochastische Größe. Um repräsentative Ergebnisse zu erzielen, sollten daher folgende Punkte berücksichtigt werden:	Tant le temps d'évacuation calculé par le modèle que le temps d'évacuation mesuré en réalité sont des variables stochastiques en raison de la nature du processus d'évacuation. Pour obtenir des résultats représentatifs, il convient donc de tenir compte des points suivants :
1. Für jeden Simulationsdurchgang sollen die Anfangspositionen der Agenten stochastisch neu bestimmt werden. 2. Für jeden Simulationsdurchgang sollen die demographischen Parameter der Agenten entsprechend der dem Szenario zugrunde liegenden Populationszusammensetzung stochastisch neu bestimmt werden. 3. Für jedes Szenario sollte eine statistisch belastbare Anzahl von Simulationsdurchläufen ausgeführt werden. 4. Die Ergebnisse der Simulationsdurchläufe aller Szenarien sind nachvollziehbar zu dokumentieren. Anzugeben sind eine graphische Darstellung der Zeitverteilung (Histogramm), die minimale, maxi-male und die signifikante Räumungszeit sowie die Standardabweichung. 5. Die zulässige Räumungszeit sollte im Vorfeld mit den genehmigenden Stellen abgestimmt werden. Die berechnete, signifikante Räumungszeit sollte kleiner sein. Die zulässige Räumungszeit kann anhand rechtlicher, normativer Bestimmungen, anhand von Räumungszeiten eines regelkonformen Vergleichsszenarios oder anhand der Daten im Anhang 3 bestimmt werden.	1. Pour chaque cycle de simulation, les positions initiales des agents doivent être redéfinies de manière stochastique. 2. Pour chaque cycle de simulation, les paramètres démographiques des agents doivent être redéfinis de manière stochastique conformément à la composition de population servant de base au scénario. 3. Pour chaque scénario, un nombre statistiquement fiable de simulations doit être effectué. 4. Les résultats des cycles de simulation de tous les scénarios doivent être documentés clairement. Une représentation graphique de la répartition du temps (histogramme) doit être fournie, tout comme le temps d'évacuation minimal, maximal, le temps d'évacuation significatif ainsi que l'écart standard. 5. Le temps d'évacuation autorisé devrait être déterminé préalablement avec les autorités chargées de délivrer les autorisations. Le temps d'évacuation significatif calculé devrait être plus court. Le temps d'évacuation autorisé peut être déterminé à l'aide de dispositions légales et normatives, à l'aide des temps d'évacuation d'un scénario de comparaison conforme aux règles ou à l'aide de données figurant dans le annex 3 d'évacuation.
5 Dokumentation	**5 Documentation**
Die Dokumentation soll die Eingabedaten und Ergebnisse der Analyse übersichtlich und nachvollziehbar darstellen, begründen und erklären. Eine vollständige Dokumentation sollte folgende Punkte enthalten:	La documentation doit présenter, justifier et expliquer les données prises en considération et les résultats de l'analyse de manière claire et compréhensible. Une documentation complète doit contenir les points suivants :
1. Anlass und Fragestellung, 2. Objektbeschreibung, 3. Simulationsverfahren, 4. Szenarien, 5. Ergebnisse,	1. Motif et définition du problème, 2. Description de l'objet, 3. Processus de simulation, 4. Scénarios, 5. Résultats,

6. Bewertung/Interpretation, 7. Maßnahmen und 8. Literatur.	6. Évaluation/interprétation, 7. Mesures et 8. Ouvrages consultés.
Die einzelnen Punkte werden in den folgenden Abschnitten genauer beschrieben.	Les différents points sont décrits plus en détail dans les paragraphes suivants.
5.1 Anlass und Fragestellung	**5.1 Motif et définition du problème**
Beschreibung, warum die Analyse bzw. das Gutachten erstellt wird und Erläuterung der Problemstellung sowie Beschreibung der Schutzziele.	Description de la raison pour laquelle l'analyse ou l'expertise est réalisée et explication du problème ainsi que description des objectifs de protection.
5.2 Simulationsverfahren	**5.2 Processus de simulation**
Die Dokumentation des Simulationsverfahrens sollte folgende Punkte enthalten:	La documentation du processus de simulation doit inclure les points suivants :
1. Programmname und -version der genutzten Software, 2. die im Modell zur Beschreibung der Agenten benutzten Variablen (z. B. Gehgeschwindigkeit, Körperbreite), 3. die Abbildung von Treppen, Türen, Sammelplätzen und anderen besonderen räumlichen Elementen und wie sie sich auf den Ablauf der Simulation auswirken und 4. einen Verweis auf das Benutzerhandbuch, das Details des Simulationsmodells sowie die zugrunde liegenden Annahmen beschreibt.	1. Nom et version du logiciel utilisé, 2. Les variables utilisées dans le modèle pour décrire les agents (par ex. la vitesse de marche, la largeur du corps), 3. La représentation des escaliers, portes lieux de rassemblement et autres éléments particuliers concernant l'espace et la manière dont ils affectent le déroulement de la simulation, et 4. La mention du manuel d'utilisation détaillant le modèle de simulation ainsi que les hypothèses sur lesquelles il se base.
5.3 Objektbeschreibung	**5.3 Description de l'objet**
Beschreibung der für die Räumung relevanten Bereiche evtl. mit Grafiken, sofern nicht schon im Brandschutzkonzept dargestellt. Außerdem können je nach Objekt folgende Informationen hilfreich sein:	Description des zones importantes pour l'évacuation, éventuellement avec des graphiques, si elles ne sont pas déjà représentées dans le concept de protection contre l'incendie. En outre, en fonction de l'objet, les informations suivantes peuvent être utiles :
1. Flächen, 2. Stockwerke, 3. Nutzungsarten, 4. Anzahl und Art der Ausgänge und 5. Definition des sicheren Bereichs mit Begründung.	1. Surfaces, 2. Étages, 3. Types d'utilisation, 4. Nombre et types de sorties et 5. Définition de la « zone sûre » avec justification.
5.4 Szenarien	**5.4 Scénarios**
Erläuterung der Annahmen und Randbedingungen pro Szenario:	Explication des hypothèses et des conditions limites par scénario :
1. Annahmen zur Population wie: a. Gewählte Eigenschaften und Fähigkeiten (Demographie), b. Anzahl und Initialverteilung der Agenten im	1. Hypothèses concernant la population telles que : a. Particularités et capacités choisies (démographie), b. Nombre et répartition initiale des agents dans

Objekt, c. Reaktionszeitverteilung, 2. Fluchtwegführung und Zuordnung von Personen zu Ausgängen und 3. Falls die einzelnen Szenarien sich geometrisch unterscheiden: Beschreibung der szenarienspezifischen geometrischen Besonderheiten. 4. Anzahl der Simulationsdurchläufe.	l'objet, c. Répartition du temps de réaction, 2. Tracé des voies d'évacuation et affectation de personnes aux sorties et 3. Si les différents scénarios présentent des différences géométriques : description des particularités géométriques propres aux scenarios. 4. Nombre de cycles de simulation.
5.5 Ergebnisse	**5.5 Résultats**
Ziel der Ergebnisdarstellung ist es, das Erreichen des festgelegten Schutzziels nachvollziehbar zu überprüfen. Dazu müssen die relevanten Ergebnisse, Besonderheiten und Auffälligkeiten der Simulationsergebnisse visualisiert werden.	L'objectif de la présentation des résultats est d'examiner de manière vérifiable si l'objectif de protection fixé a été atteint. Pour cela, les résultats pertinents ainsi que les anomalies et particularités pertinentes des résultats de simulation doivent être visualisés.
Folgende, beispielhafte Auswertungen bieten sich dazu an:	Les évaluations suivantes, à titre d'exemple, s'y prêtent :
1. Verteilung der berechneten Räumungszeiten, 2. (Gesamt-) Räumungszeit, 3. detaillierte Darstellung des Räumungsverlaufs in Zeitschritten von $\Delta t \leq T_{gesamt}$ /10, wie z.B. durch Diagramme, Tabellen oder Grafiken, 4. Detailauswertung bestimmter Teilbereiche (in Bezug auf Staus, Personenzahl, etc.), 5. Vergleich der Ergebnisse unterschiedlicher Szenarien, 6. grafische Darstellung (Momentaufnahmen) von Geschwindigkeitsverläufen (zeitlich, räumlich) und 7. Lage und Beschreibung signifikanter Staus.	1. Répartition des temps d'évacuation calculés, 2. Temps d'évacuation (total), 3. 3. Représentation détaillée du déroulement de l'évacuation par unité de temps de $\Delta t \leq T_{total}$ /10, comme par ex. au moyen de diagrammes, tableaux et graphiques, 4. Évaluation détaillée de certains domaines thématiques (concernant les congestions, le nombre de personnes, etc.), 5. Comparaison des résultats de scénarios différents, 6. Représentation graphique (instantanés) de l'évolution de la vitesse (dans le temps, dans l'espace) et 7. Lieux et description des congestions significatives.
5.6 Bewertung/Interpretation	**5.6 Évaluation/interprétation**
Erläuterung / Interpretation der Ergebnisse hinsichtlich der festgelegten Schutzziele, z.B. durch:	Explication/interprétation des résultats concernant les objectifs de protection déterminés, par ex. :
1. Vergleich mit gesetzlichen Vorgaben, 2. Vergleich mit Literatur / allgemein anerkannten Regeln der Technik, 3. Vergleich der Ergebnisse mit Bemessungskriterien und 4. Abschließende Bewertung der Ergebnisse mit Fazit der Analyse.	1. Comparaison avec les dispositions légales, 2. Comparaison avec les ouvrages consultés / les règles généralement reconnues de la technique, 3. Comparaison des résultats avec les critères de mesure et 4. Évaluation finale des résultats avec bilan de l'analyse.

5.7 Maßnahmen	5.7 Mesures
Falls die festgelegten Schutzziele gemäß den Simulationsergebnissen nicht eingehalten werden (z.B. Überschreitung der verfügbaren Räumungszeit), sollten geeignete Maßnahmen vorgenommen werden, damit die Schutzziele erreicht werden. Beispiele für Maßnahmen sind:	Si les objectifs de protection fixés ne sont pas respectés selon les résultats de la simulation (par exemple, dépassement du temps d'évacuation disponible), des mesures appropriées devraient être prises pour que les objectifs de protection soient atteints. De telles mesures sont par exemple :
1. Anpassung der Geometrie, 2. bauliche Maßnahmen, 3. anlagentechnische Maßnahmen, 4. organisatorische Maßnahmen und 5. Anpassung der Anzahl der Personen.	1. Adaptation de la géométrie, 2. Mesures architecturales, 3. Mesures au niveau des installations techniques, 4. Mesures organisationnelles et 5. Adaptation du nombre de personnes.
Eine Veränderung demographischer Parameter in der Räumungsanalyse zum Erreichen der notwendigen (Gesamt-)Räumungszeit ist nicht zulässig.	Une modification des paramètres démographiques dans l'analyse de l'évacuation en vue d'atteindre le temps (total) d'évacuation nécessaire n'est pas autorisée.
Die Räumungsanalyse ist mit den geänderten Randbedingungen (Maßnahmen) so lange fortzusetzen, bis eine akzeptable Räumungszeit erreicht wird.	L'analyse de l'évacuation doit être poursuivie avec les conditions limites modifiées (mesures) jusqu'à ce qu'un temps d'évacuation acceptable soit atteint.
5.8 Literatur	**5.8 Ouvrages consultés**
Verzeichnis der für den Nachweis verwendeten Literatur, zum Beispiel:	Liste des ouvrages consultés pour la justification, par exemple:
1. Richtlinie für Mikroskopische Entfluchtungsanalysen, Version 4.0. (2022) oder 2. Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes, 4. Auflage; Braunschweig, Deutschland; Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V.; 2020.	1. Directive relative aux analyses microscopiques de l'évacuation, version 4.0. (2022) ou 2. Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes, 4 édition ; Braunschweig, Deutschland; Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V.; 2020.

Anhang 1: Vorläufige Anleitung zur Validierung / Verifizierung von Simulationsprogrammen	Annex 1: Instructions provisoires pour la valida-tion / vérification de programmes de simulation
A 1 Allgemein	**A 1 Généralités**
Für jede Simulationssoftware ist die andauernde Verifikation notwendig. Es gibt mindestens vier Formen der Verifikation, denen Räumungsmodelle unterzogen werden sollen. Diese sind:	Pour chaque logiciel de simulation, une vérification continue est nécessaire. Il y a au moins quatre formes de vérification auxquelles les modèles d'évacuation doivent être soumis, à savoir::
1. Überprüfung der Komponenten, 2. Funktionale Verifizierung, 3. Qualitative Verifizierung und 4. Quantitative Verifizierung.	1. Contrôle des composants 2. Vérification fonctionnelle 3. Vérification qualitative 4. Vérification quantitative
Diese Vorgehensweise ist in ISO Dokument ISO/TR 13387-8:1999 dargestellt.	Cette procédure est présentée dans le document ISO/TR 13387-8:1999.
Im Zuge der Überarbeitungszyklen der RiMEA-Richtlinie werden die Testszenarien den neusten Erkenntnissen entsprechend angepasst.	Pendant les cycles de révision de la directive RiMEA, les scénarios de test doivent être adaptés en fonction des enseignements les plus récents.
Der Verifizierungsprozess ist nachvollziehbar und vollständig zu dokumentieren. Die Dokumentation(en) sind entsprechend dieses Abschnitts auszuführen. Die Verifizierungsdokumente können Bestandteil der Programmdokumentation sein und sind auf Verlangen der Behörde oder dem Auftraggeber zur Verfügung zu stellen. Alternativ können Sie öffentlich einsehbar auf der Homepage des RiMEA-Vereins (www.rimea.de) hinterlegt werden.	Le processus de vérification doit être documenté de manière compréhensible et complète. La (les) documentation(s) doi(ven)t être réalisée(s) conformément à cette section. Les documents de vérification peuvent faire partie de la documentation du programme et doivent être mis à disposition à la demande des autorités ou du maître d'ouvrage. Une autre possibilité est de les rendre disponibles publiquement sur le site de l'association RiMEA (www.rimea.de).
A 2 Überprüfung der Komponenten	**A 2 Contrôle des composants**
Die Überprüfung der Komponenten beinhaltet zu testen, ob die verschiedenen Komponenten der Software wie vorgesehen funktionieren. Das schließt die Durchführung einer Reihe von elementaren Testfällen ein um sicherzustellen, dass die wichtigsten Bestandteile des Modells wie beabsichtigt funktionieren. Die folgende Liste ist eine nicht erschöpfende Aufzählung vorgeschlagener Tests, die in den Verifizierungsprozess eingeschlossen werden sollen.	Le contrôle des composants inclut la vérification du fonctionnement adéquat des différents composants du logiciel. Il doit inclure la réalisation d'une série de cas d'essais élémentaires pour s'assurer que les principaux composants du modèle fonctionnent comme prévu. La liste suivante est une énumération non exhaustive des tests proposés qui doivent être inclus dans le processus de vérification.
Möglichkeiten und Grenzen quantitativer Tests	**Possibilités et limites des tests quantitatifs**
Einige der Testfälle können nicht nur der funktionalen Validierung, sondern auch der quantitativen Kalibrierung dienen. So liegen zum Beispiel für Test 4 empirische Daten vor.	Certains des cas d'essais peuvent servir non seulement à la validation fonctionnelle, mais aussi au calibrage quantitatif. Ainsi, des données empiriques sont par exemple disponibles pour le test 4.
Zweifellos ist eine quantitative Kalibrierung ein notwendiger Bestandteil einer jeden Planungsmethode, um hilfreiche Ergebnisse zu erzielen Entsprechend	Un calibrage quantitatif est indéniablement une composante essentielle de chaque méthode de planification en vue d'atteindre des résultats utiles. En con-

gelten die im Weiteren genannten Grenzen von Kalibrierung und quantitativen Tests auch für alle Planungsmethoden. Für Simulationsmodelle bzw. -projekte wird die Frage jedoch häufig deutlich drängender gestellt. Dies hat mindestens zwei Ursachen. Erstens haben (Mikro-)Simulationen das Potential deutlich detailliertere Ergebnisse zu liefern, nämlich auf der Ebene der Individuen, der Mikroebene. Das unterscheidet Simulationen von früheren Planungsmethoden, die Ergebnisse per Konstruktion nur auf der Makroebene (Dichte, Fluss, Gesamtreisezeiten) liefern. Die zweite Ursache ergibt sich aus der Möglichkeit zur alltagsnahen Visualisierung. Weil durch die 3D-Darstellung [5] der Zustände einer Mikrosimulation vordergründig kein Zwang zur profunden Interpretation besteht, besteht zumindest im Prinzip ohne jegliche Kalibrierung die Gefahr einer falschen Suggestion, entweder einer Auto-Suggestion oder einer absichtsvollen Täuschung des Auftraggebers oder Prüfers.	séquence, les limites du calibrage et les tests quantitatifs cités ci-après s'appliquent aussi aux méthodes de planification. Pour des modèles ou projets de simulation, la question est cependant nettement plus importante, et ce pour au moins deux raisons. Premièrement, les (micro-)simulations ont le potentiel de fournir des résultats nettement plus détaillés, à savoir au niveau des individus (niveau microscopique). Cela distingue les simulations des méthodes de planification précédentes, qui fournissent les résultats par construction uniquement au niveau macroscopique (densité, flux, temps de parcours totaux). La deuxième raison découle de la possibilité d'une visualisation proche du quotidien. Comme la représentation en 3D [6] des états d'une simulation microscopique ne requiert de prime abord aucune interprétation solide, le risque existe, du moins en principe, que sans calibrage, il y ait une mauvaise suggestion, qu'il s'agisse d'une autosuggestion ou d'une tromperie intentionnelle par le client ou le testeur.
So bedeutsam die Kalibrierung für die Realitätsnähe der Resultate auch ist, gilt es sich jedoch auch vor Augen zu führen, dass die Kalibrierung einer Simulation sowohl prinzipielle als auch ökonomische und ethische Grenzen im Sinne einer Beschränkung des Möglichen hat und es zudem eine Grenze für die Notwendigkeit der Präzision bei der Kalibrierung gibt.	Aussi important que le calibrage puisse être en vue de résultats proches de la réalité, il convient aussi de souligner que le calibrage d'une simulation présente tant des limites de fondement que des limites économiques et éthiques, dans le sens d'une limite de ce qui est possible ainsi que d'une limite en matière de nécessité de précision du calibrage.
Statistische Verteilung von Beobachtungen	**Répartition statistique des observations**
Eine prinzipielle Grenze der Übereinstimmung von empirischen Daten und Simulationsergebnissen ergibt sich aus der Tatsache, dass viele Beobachtungsgrößen über einen gewissen Bereich verteilt sind. Ein Fußballstadion wird auch mit der gleichen Besucherzahl – z.B. an allen ausverkauften Spieltagen – nicht immer nach exakt der gleichen Zeit nach Spielende entleert sein. Diese Schwankungen rühren von nicht oder kaum beobachtbaren Ursachen, die man deswegen durchaus unter dem Begriff „Zufall" zusammenfassen kann. Hinzu kommt, dass auch beobachtbare Größen wie z.B. die Anzahl Personen	Une limite fondamentale de la conformité entre les données empiriques et les résultats de la simulation provient du fait que de nombreuses variables observables sont réparties sur une certaine plage. Même avec un nombre de spectateurs identique, un stade de football ne se vide pas toujours ex-acte-ment à la même vitesse à la fin d'un match (lors de matchs à guichets fermés, par ex.). Ces fluctuations proviennent de causes non observables ou difficilement observables que l'on peut donc résumer par le terme « aléatoire ». De plus, les paramètres observables, comme le nombre de personnes dans le stade, ne

[5] Es soll hier nicht der Eindruck entstehen, dass die aus (Mikro-)Simulationen abgeleitete 3D-Darstellung generell skeptisch zu betrachten ist. Sie ist im Gegenteil grundsätzlich eine Stärke von Simulationen, da sie eine einfache Kommunikation auch mit Nicht-Fachleuten eröffnet und auch der Fachmann Ergebnisse besser bewerten kann, wenn er sie auch in einer Form erhält, die seiner Alltagsanschauung entspricht.

[6] Il convient de ne pas donner l'impression que la représentation en 3D dérivée de simulations (microscopiques) doit être considérée avec scepticisme de manière générale. Au contraire, ces simulations constituent un avantage, étant donné qu'elles ouvrent la voie à une communication simple, y compris avec des non-spécialistes. Par ailleurs, elles permettent aux experts de mieux évaluer les résultats lorsqu'ils les reçoivent également sous une forme qui reflète ce qu'ils expérimentent au quotidien.

im Stadion nicht immer gleich sind. Für die Entleerung eines Fußballstadions, die sich tatsächlich regelmäßig wiederholt, kann man prinzipiell fordern, dass eine Simulation die Verteilung in der Realität reproduziert. Auf den Ergebnissen lassen sich dann wirtschaftliche Entscheidungen aufbauen, wie lange man beispielsweise Verkaufsstände geöffnet hält, weil man mit Durchschnittswerten aller Art rechnen und langfristig ein Optimum planen kann.	sont pas toujours identiques. Pour procéder à l'évacuation d'un stade de football, qui est en fait un processus qui se répète régulièrement, l'on peut en principe demander qu'une simulation reproduise la distribution rencontrée dans la réalité. Des décisions économiques peuvent être prises sur la base des résultats, comme la durée de maintien de l'ouverture des stands de vente, car l'on peut compter sur des valeurs moyennes de toutes sortes et planifier à long terme une solution optimale.
Für alle Planungsaspekte, die sich hingegen unter dem Begriff des Katastrophenschutzes summieren lassen – und hierzu zählt der Brandschutz und damit die Simulation von Notfall-Räumungen – ist entscheidend, dass die Verteilung der interessierenden Größen in der Realität nicht realisiert ist. Am Tag X, für den geplant wird, ist eine bestimmte Anzahl Personen, die eine ganz spezifisch zusammengesetzte Population darstellt, in dem Gebäude und diese werden eine ganz bestimmte Zeit benötigen das Gebäude zu verlassen, in welchem sich ggf. Rauch ausbreitet, welcher durch eine Brandlast entsteht, die ebenfalls speziell an diesem Tag existiert. Hinzu kommen allgemeine äußere Bedingungen wie die Temperatur, die ebenfalls im Jahresmittel sehr stabil ist, jedoch an einem Tag X einen bestimmten Wert hat, der von allen Beteiligten zwischen sehr niedrig und sehr hoch empfunden werden wird mit allen Konsequenzen, die das für die Bewegung hat.	En revanche, pour tous les aspects de la planification rassemblés sous le concept de protection contre les catastrophes (la protection incendie et, par conséquent, la simulation d'évacuations d'urgence en font partie), il est primordial que la répartition des variables qui représentent un intérêt ne soit pas concrétisée dans la réalité. Le jour X, un nombre défini de personnes représentant une composition de population très spécifique se trouve dans le bâtiment et va avoir besoin d'un certain temps pour quitter l'immeuble dans lequel, le cas échéant, la fumée se propage en raison d'une charge d'incendie qui existe également spécifiquement ce jour-là. À cela s'ajoutent aussi des conditions extérieures générales comme la température, qui est également très stable selon la moyenne annuelle, mais qui affiche une valeur particulière le jour X et qui est perçue par toutes les personnes impliquées comme oscillant entre une valeur très basse et une valeur très élevée, avec toutes les conséquences que cela implique pour leurs déplacements.
Es steckt im Bedeutungskern des Wortes „Katastrophe", dass eine Wiederholung unter gleichen, sogar auch nur unter ähnlichen Bedingungen in der Regel nicht stattfinden wird. Zum einen macht dies die Kalibrierung des Simulationsmodells schwierig, da die gemessenen Größen einer unbekannten Verteilung entstammen und es somit nicht möglich ist die Verteilung der Realität und die der Simulationsergebnisse aufeinander abzustimmen. Zum anderen kann im Katastrophenschutz natürlich nicht mit langfristigen Mittelwerten der Ergebnisse gearbeitet werden.	Le mot « catastrophe » recèle généralement l'impossibilité d'une réitération de l'événement dans des conditions identiques ou similaires. D'un côté, cela rend difficile le calibrage du modèle de simulation, étant donné que les variables mesurées proviennent d'une distribution inconnue et qu'il n'est par conséquent pas possible de faire correspondre la distribution que l'on retrouve dans la réalité avec celle des résultats de la simulation. D'un autre côté, il n'est bien sûr pas possible de travailler avec des moyennes de résultats à long terme en matière de gestion des catastrophes.
Ethische und ökonomische Grenzen	**Limites éthiques et économiques**
Ein weiterer Faktor ist pragmatischer und ökonomischer Art: Kalibrierung kostet Geld. Es kostet sowohl Geld Daten zu erheben als auch die Kalibrierung durchzuführen. Dabei kostet sowohl bei der Datener-	Un autre facteur est de nature pragmatique et économique : le calibrage coûte de l'argent. Tant la collecte des données que le calibrage sont des processus coûteux. Et plus l'on souhaite que la collecte des

hebung als auch bei der Kalibrierung höhere Präzision mehr Geld. Da empirische Werte des Personenstromes in der Regel streuen, werden mehr Daten benötigt, um die Varianz zu verringern und so den wahren Mittelwert genauer zu bestimmen. Beim Kalibrierungsvorgang muss man damit rechnen, dass mehr Simulationsdurchläufe nötig sind, wenn man eine höhere Übereinstimmung mit den empirischen Werten erreichen möchte.	données et le calibrage soient précis, plus cela est onéreux. Comme des valeurs empiriques pour le flux de personnes sont généralement dispersées, davantage de données sont nécessaires pour diminuer la variance et ainsi déterminer plus précisément la véritable valeur moyenne. En ce qui concerne le processus de calibrage, plus l'on souhaite atteindre une correspondance élevée avec les valeurs empiriques, plus le nombre de cycles de simulation nécessaires doit être important.
Nicht zuletzt verbieten sich gewisse Datenerhebungen aus ethischen Gründen: Etwa würden Engpass-durch-läufe mit 10 Pers/qm Gefahr für Leib und Leben der Probanden bergen. Hier kommen nur zufällige Beobachtungen von nicht-geplantem Geschehen als Datenquelle in Frage.	Enfin, certaines collectes des données sont interdites pour des raisons éthiques : ainsi, des points d'étranglement avec 10 personnes/m² constitueraient une menace pour l'intégrité physique des sujets. Dans de tels cas, seules des observations fortuites d'événements non planifiés entrent en ligne de compte comme source de données.
Grenzen der Zuordnung von Beobachtungen zu ihren Ursachen	**Limites de l'attribution d'observations à leurs causes**
Da Fußgänger ihrer Umgebung fast unmittelbar ausgesetzt sind – vor allem sehr viel unmittelbarer als Auto-fahrer – und sie Kraft und Energie zur Fortbewegung praktisch ohne Hilfsmittel aufbringen müssen, gibt es eine Vielzahl von äußeren Faktoren und auch eine Vielzahl persönlicher Eigenschaften, die Einfluss auf ihre Bewegung haben. Zu nennen wären Umgebungstemperatur, Beleuchtung, Zweck der Bewegung (Motivation), Beschaffenheit des Geländes (Anstieg, Gefälle, Unebenheiten), Tageszeit, Alter und Geschlecht, soziale Zusammenhänge unter den Fußgängern, vermutlich auch die Herkunftskultur der Fußgänger.	Comme les piétons sont presque directement exposés à leur environnement (beaucoup plus directement que les automobilistes, notamment) et qu'ils doivent déployer de la force et de l'énergie pour se déplacer pratiquement sans aide aucune, de nombreux facteurs externes et caractéristiques personnelles influencent leurs déplacements. L'on peut citer la température ambiante, l'éclairage, le but du déplacement (motivation), la nature du terrain (ascendant, descendant, inégal), l'heure de la journée, l'âge et le sexe, les rapports sociaux entre les piétons et, probablement, leur culture d'origine.
Eine Planungsarbeit ist bereits dadurch in ihrer Präzision beschränkt, dass einige der Faktoren nicht, nur ungefähr oder nur als statistische Verteilung bekannt sind. Wichtig zu verstehen ist aber auch, dass nur für einen kleinen Teil der zu Kalibrierungszwecken verfügbaren Daten alle Einflussfaktoren bekannt sind. Obwohl die Menge der vorhandenen Daten mit der Möglichkeit zur automatisierten Videoauswertung in letzter Zeit schnell gewachsen ist, ist noch nicht im Detail klar, wie sich die einzelnen Faktoren z.B. auf die freie Gehgeschwindigkeit auswirken. Im Idealfall sind sowohl für die Kalibrierungsdaten als auch für den Planungsfall alle maßgeblichen Einflussparameter bekannt und übereinstimmend. Sind sie allerdings nur bekannt – was immer noch eine vergleichsweise erfreuliche Situation ist – aber	La précision du travail de planification se trouve déjà limitée du fait que certains des facteurs sont soit inconnus, soit approximativement connus, soit uniquement connus sous forme de répartition statistique. Il faut aussi garder à l'esprit que tous les facteurs d'influence ne sont connus que pour une faible proportion des données disponibles à des fins de calibrage. Bien que récemment la quantité de données disponibles ait augmenté rapidement grâce à l'évaluation automatisée par vidéo, on ne connaît pas encore en détail l'impact des différents facteurs, par ex. sur la vitesse de déplacement libre. Idéalement, tous les facteurs d'influence significatifs sont connus et concordants, tant pour les données de calibrage que pour le cas de planification spécifique. Toutefois, s'ils sont connus (ce qui reste relativement intéres-

nicht übereinstimmend, ist eine perfekte Kalibrierung nicht mehr sinnvoll. Man würde viel Zeit für die Kalibrierung aufwenden, um von einer Genauigkeit von 95% auf 99,9% zu kommen, hat es in Wahrheit aber mit einer Situation zu tun, für die die Parameter der 95%-Kalibrierung die bessere Wahl wären, nur weiß man dies nicht.	sant), mais non concordants, un calibrage parfait n'est plus utile. Le calibrage demanderait beaucoup de temps pour passer d'un taux de précision de 95 % à 99,9 %, alors qu'en réalité, on a affaire à une situation où les paramètres d'un calibrage à 95 % constituent le meilleur choix, mais sans qu'on le sache.
Als Nebenbemerkung sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass Beschreibungen wie „Fußballfan", „Pendler" oder „Münchner" für ein Gehverhalten die ursprüngliche Datenerhebung nur unvollständig beschreiben. „Fußballfan" beschreibt eine Altersverteilung und eine Geschlechterzusammensetzung, die von der mittleren Gesamtpopulation abweichen mögen. Daher ist in der Tat vom Mittel abweichendes Laufverhalten zu erwarten. Aber auch Fußballfans bewegen sich in unterschiedlichen Umgebungstemperaturen und zu unterschiedlichen Tageszeiten, nach einem gewonnenen oder einem verlorenen Spiel, mit Kenntnis der Infrastruktur (Heimfans), oder ohne (Gästefans). Pendler wiederum sind bekannt dafür zügig zu gehen, aber auch das wird – in einem Bahnhof sehr davon abhängen, ob die Zeit bis zum Anschlusszug knapp oder lang ist. Und schließlich gibt es Münchner als Fußballfans und als Pendler oder ziellos im Englischen Garten. Die populäre Idee, dass Städte und Kulturen je ihr eigenes Tempo haben und setzen, mag zutreffen oder nicht. Sicher ist jedoch, dass die interne Verteilung viel breiter ist als die Streuung der Mittelwerte.	Précisons à ce stade que des descriptions telles que « fan de football », « pendulaire » ou « Munichois » en référence à un comportement de déplacement ne constituent qu'une description incomplète de la collecte de données d'origine. « Fan de football » décrit une répartition en fonction de l'âge et une composition par sexe susceptibles de différer de la population totale moyenne. L'on peut dès lors s'attendre à un comportement de marche qui diffère de la moyenne. Mais les fans de football se déplacent aussi dans des conditions de température ambiante différentes ainsi qu'à des heures différentes de la journée, après un match gagné ou perdu, en connaissant les infrastructures (supporters à domicile) ou non (supporters de l'équipe adverse). Quant aux pendulaires, ils sont connus pour se déplacer rapidement, mais même ce paramètre (dans une gare) dépend très fortement du temps (long ou court) dont ils disposent entre deux correspondances. Enfin, il existe des Munichois qui sont fans de football ou pendulaires ou encore qui marchent sans but précis dans l'Englischer Garten de la ville. La théorie populaire selon laquelle toutes les villes et cultures adoptent et définissent un rythme qui leur est propre peut se vérifier ou non. Mais une chose est sûre : la distribution interne est beaucoup plus large que la dispersion des valeurs moyennes.
Begrenzte Notwendigkeiten	**Besoins limités**
An diesem Punkt wird die Überlegung relevant, dass die Präzision des gesamten Simulationsprojektes oft durch das am wenigsten präzise behandelte Element, das signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse hat, bestimmt wird. Fußgänger bewegen sich in unterschiedlichen Situationen. Durch eine Türe hindurch oder in einem langen und engen Korridor; in eine Richtung, kreuzend oder in einer Gegenstromsituation; geradeaus, um eine Ecke oder sogar eine 180°-Wende; in der Ebene, treppauf oder treppab; in einer reinen Fußgänger-situation oder im Straßenverkehr mit Radfahrern und PKW. Fußgänger treffen Routenentscheidungen nicht nur für das angestrebte	À ce stade, le raisonnement selon lequel la précision de l'ensemble du projet de simulation est souvent déterminée par l'élément traité le moins précis ayant une influence significative sur le résultat est pertinent. Les piétons se déplacent dans différentes situations : en franchissant une porte ou dans un couloir long et étroit ; dans une direction, en se croisant ou à contre-courant ; tout droit, en franchissant un coin, voire en virant sur 180° ; dans un plan, en montant ou descendant des escaliers ; en tant que simple piéton ou dans des conditions de circulation avec des cyclistes et des voitures. Les piétons prennent non seulement des décisions sur le chemin à em-

Ziel, sondern auch ob sie auf dem Weg zum gewählten Ziel z.B. den längeren aber weniger gestauten oder den kürzeren und mehr gestauten Weg nehmen. Modellparameter, die in einer Situation A (z.B. dem Hemmnis, das die Ecke in Test 6 für den Personenstrom darstellt) höchst relevant sind, können in einer anderen Situation B (z.B. Test 4) bedeutungslos sein. Ein Kalibrierungsprozess, der nur mit Situation B arbeitet, kann keinen guten Wert für den Parameter zur realistischen Simulation von Situation A auffinden. Einige der genannten Situationen kommen im Brandschutz nur selten oder überhaupt nicht vor. Dennoch kann es Projekte geben, in denen die im Folgenden aufgelisteten Testfälle nicht alle Kalibrierungs-notwendigkeiten abdecken.	prunter pour arriver à la destination souhaitée, mais aussi sur les paramètres de celui-ci : un chemin plus long mais peu congestionné ou un chemin plus court mais plus encombré, par exemple. Des paramètres de modèle hautement pertinents dans une situation A (par ex. l'obstacle que constitue le coin pour le flux de personnes dans le test 6) peuvent être sans importance dans une autre (par ex. le test 4). Un processus de calibrage qui ne fonctionne que dans la situation B peut ne pas constituer une bonne valeur pour le paramètre utilisé dans la simulation réaliste de la situation A. Certaines des situations citées ici ne se produisent que rarement ou pas du tout dans le domaine de la protection incendie. Mais il peut y avoir des projets pour lesquels les cas de test répertoriés ci-après n'englobent pas tous les besoins de calibrage.
Darüber hinaus gibt es wichtige Einflussgrößen auf das Ergebnis – als wichtigstes wäre die Gesamtzahl Personen oder auch nur das zeitliche Ankunftsprofil bei einer Veranstaltung – zu nennen, die in manchen Szenarien (z.B. ein Stadtfest, bei dem die Teilnahme nicht durch Tickets reglementiert ist) nur ungefähr bekannt sind.	Certains facteurs importants qu'il convient de mentionner influencent également le résultat, le plus important étant le nombre total de personnes ou simplement le profil pour l'heure d'arrivée à un événement, qui, dans certains scénarios (par ex. un festival où la participation n'est pas régulée par des tickets), ne sont connus qu'approximativement.
Fazit	**Conclusion**
Der notwendige Kalibrierungsaufwand hängt von der konkreten Fragestellung bzw. dem Projektziel ab.	Le travail de calibrage nécessaire dépend du problème spécifique ou de l'objectif du projet.
Ist das Ziel die Kennzahlen (Mittelwert, Standardabweichung) der statistischen Verteilung der Räumungskurve eines Stadions zu jedem Zeitpunkt und für jeden Füllstand und dazu die Dichteverteilung im Stadion auf wenige Sekunden genau zu berechnen, werden alle oben genannten Einflussfaktoren berücksichtigt werden müssen. Da es kaum ein zweites Stadion geben wird, bei dem alle Einflussgrößen gleich sind, wird man lokale Messdaten zur Kalibrierung brauchen und dies in großer Menge, da man z.B. Daten bei unterschiedlicher Umgebungstemperatur benötigt.	Si l'objectif est de calculer les chiffres-clés (valeur moyenne, écart standard) de la distribution statistique de la courbe d'évacuation d'un stade à chaque moment et pour chaque niveau de remplissage et de calculer précisément, à quelques secondes près, la répartition de la densité dans le stade, alors tous les facteurs d'influence mentionnés ci-dessus devront être pris en compte. Vu qu'il est difficile de trouver un second stade où tous les facteurs d'influence sont identiques, des données de mesure locales seront nécessaires pour le calibrage, et ce en grandes quantités, étant donné que l'on a besoin de données à des températures ambiantes différentes, par exemple.
Es ist ohne Frage eine gerechtfertigte Anforderung an ein Simulationsmodell bzw. eine Simulationssoftware, dass eine solche Kalibrierung im Prinzip möglich ist. Es ist jedoch nicht der Fall, dass ein Modell keinen Nutzen entfalten kann, wenn eine derart exakte Kalibrierung nicht durchgeführt wird. Beispiel-	C'est incontestablement une exigence justifiée pour un modèle de simulation ou un logiciel de simulation qu'un tel calibrage soit en principe possible. Il n'est toutefois pas possible qu'un modèle ne puisse pas présenter d'utilité si un tel calibrage précis n'est pas réalisé. Les deux objectifs de projet suivants sont

haft seien die beiden folgenden Projektziele genannt:	fournis à titre d'exemple :
Es soll mit Hilfe einer Simulation bestimmt werden, ab welcher Stelle in einem Flur (d. h. für welche Zimmer bzw. welche Personen) die Richtungsangaben der Fluchtwegebeschilderung in die andere Richtung, sprich zum zweiten Fluchtweg, weisen sollen, um eine möglichst effiziente Räumung zu erzielen. Die Antwort, die eine Simulation geben wird, wird für unterschiedliche Parametersätze gleich ausfallen. Das wiederum impliziert, dass man sich im Vergleich zum oben genannten Beispiel mit einer ungefähren Kalibrierung begnügen kann.	À l'aide d'une simulation, il convient de déterminer à partir de quel endroit d'un corridor (à savoir pour quelle pièce ou quelles personnes) les informations de direction des panneaux des voies d'évacuation doivent pointer dans une autre direction (en d'autres termes vers la seconde voie d'évacuation) afin d'obtenir une évacuation aussi efficace que possible. La réponse donnée par une simulation sera identique pour différentes séries de paramètres. Cela implique une nouvelle fois que l'on peut se contenter d'un calibrage approximatif par rapport à l'exemple ci-dessus.
Es soll mit Hilfe einer Simulation berechnet werden, welche von drei Räumungsstrategien die (oder welcher von drei Grundrissen der) beste ist. Die Argumentation von oben gilt hier verstärkt. Bei einer solchen Frage-stellung ist es sogar denkbar, dass man mit einer Reihe verschiedener Parametersätze simuliert, für die Realitätsnähe gegeben ist und wenn die Antwort auf die Fragestellung immer dieselbe ist, gänzlich auf eine Kalibrierung für den konkreten Fall verzichtet.	À l'aide d'une simulation, il convient de calculer laquelle des trois stratégies d'évacuation (ou lequel des trois plans) est la (le) meilleur. L'argumentation ci-dessus s'applique d'autant plus. Pour une telle question, il est même concevable de procéder à une simulation avec une série de jeux de paramètres différents qui se rapprochent correctement de la réalité et, si la réponse à la question est toujours la même, aucun calibrage ne doit être utilisé pour ce cas spécifique.
Schließlich kann eine Simulation dazu dienen, diffuse Zweifel an der Funktionsfähigkeit einer Planung zu konkretisieren. Wenn in einem Planungsverfahren in der Diskussion zwischen Planern und genehmigenden Stellen der primäre Fokus weg von der Sicherheit und hin zu technischen und organisatorischen Auflagen sowie ökonomischen Erwägungen geht, kann der Nutzen einer Simulation darin bestehen nicht Antworten zu geben, sondern Fragen zu stellen. Fragen, die jeder versteht und deren Beantwortung deswegen nicht aus-gewichen werden kann. In einer solchen Situation erfüllen sowohl konservativ- als auch optimistisch-realistische Parameter ihren Zweck und eine Kalibrierung darüber hinaus kann gänzlich entfallen, sofern die aufgeworfenen Fragen eindeutig sind.	Enfin, une simulation peut servir à expliciter des doutes diffus en matière d'aptitude au fonctionnement d'une planification. Pendant le processus de planification, si les discussions entre les planificateurs et les autorités chargées de délivrer les autorisations s'éloignent des questions de sécurité pour mettre l'accent sur des exigences techniques et organisationnelles ou des considérations économiques, il se peut que l'intérêt d'une simulation soit de poser des questions et non d'apporter des réponses ; des questions que tout le monde comprend et qui ne peuvent donc pas être éludées. Dans une telle situation, tant les paramètres conservatifs que les paramètres optimistes/réalistes remplissent leur objectif et un calibrage peut en outre être complètement supprimé dans la mesure où les questions soulevées sont claires.
Aus diesen Gründen verzichtet die RiMEA-Richtlinie darauf zum Bestehen der Tests feste und konkrete Grenzen anzugeben.	Pour ces raisons, la directive RiMEA renonce à spécifier des limites fixes ou concrètes pour réussir les tests.

Literatur / Siehe auch:	Bibliographie / Voir aussi :

1. Ulrich Weidmann, Transporttechnik der Fußgänger, IVT, ETH Zürich, 1992.
2. Margaret Law and Paula Beever, Magic Numbers and Golden Rules", Fire Technology, 31(1), 77-83, 1995.
3. Michael G.H. Bell, Comment 1 on Talvitie's Paper: The Games Transportation Academics Play, Transportation, 24(1), 33-42, 1997.
4. Ujjal Chattaraj, Armin Seyfried and Partha Chakroborty, Comparison of Pedestrian Fundamental Diagram Across Cultures, Advances in complex systems, 12(3), 393-405, 2009.
5. Ulrike Merz et al., Simulation-aided Planning for Events, Journal of Crowd Safety and Security Management, 2(2), 86-104, 2012.

Test 1 Beibehalten der vorgegebenen Gehgeschwindigkeit in einem Gang	**Test 1 Maintien de la vitesse de déplacement prescrite dans un couloir**
Es soll nachgewiesen werden, dass eine Person in einem 2 m breiten und 40 m langen Gang mit einer definierten Gehgeschwindigkeit die Entfernung in der entsprechenden Dauer zurücklegt.	Il convient de démontrer qu'une personne qui se trouve dans un couloir de 2 m de large et de 40 m de long peut parcourir, à une vitesse de déplacement définie, la distance dans les temps correspondants..
Setzt man als Ungenauigkeiten 40 cm (Körperabmessung, für die Zeit 1 Sekunde (Reaktionszeit) und für die Geschwindigkeit 5% an, so ergibt sich mit einer typischen Fußgängergeschwindigkeit von 1,33 m/sec die folgende Anforderung: Die Geschwindigkeit sollte auf einen Wert zwischen 4,5 und 5,1 km/h eingestellt werden. Die Reisezeit sollte bei eingestellten 1,33 m/sec im Bereich 26 bis 34 Sekunden liegen.	Si l'on établit les tolérances suivantes : 40 cm (dimensions du corps), 1 seconde (temps de réaction) et 5 % pour la vitesse, on obtient l'exigence suivante avec une vitesse de piéton typique de 1,33 m/sec. : la vitesse doit être définie sur une valeur située entre 4,5 et 5,1 km/h. Le temps de trajet doit se situer entre 26 et 34 secondes lorsque la vitesse de déplacement définie est de 1,33 m/sec.
Test 2 Beibehalten der vorgegebenen Gehgeschwindigkeit treppauf	**Test 2 Maintien de la vitesse de déplacement prescrite en montant un escalier**
Es soll nachgewiesen werden, dass eine Person auf einer 2 m breiten und 10 m langen (gemessen entlang der Schräge) Treppe mit einer definierten Gehgeschwindigkeit diese Entfernung in der entsprechenden Dauer zurücklegt.	Il s'agit de démontrer qu'une personne qui se trouve dans un escalier de 2 m de large et de 10 m de long (mesures prises le long de la pente) peut parcourir, à une vitesse de déplacement définie, la distance dans les temps correspondants.
Die Überlegungen von Test 1 gelten entsprechend mit angepassten Werten für Strecke, Dauer und Geschwindigkeit.	Les considérations du test 1 s'appliquent en adaptant les valeurs de trajet, de durée et de vitesse.
Test 3 Beibehalten der vorgegebenen Gehgeschwindigkeit treppab	**Test 3 Maintien de la vitesse de déplacement prescrite en descendant un escalier**
Es soll nachgewiesen werden, dass eine Person auf einer 2 m breiten und 10 m langen (gemessen entlang der Schräge) Treppe mit einer definierten Gehgeschwindigkeit diese Entfernung in der entsprechenden Dauer zurücklegt.	Il s'agit de démontrer qu'une personne qui se trouve dans un escalier de 2 m de large et de 10 m de long (mesures prises le long de la pente) peut parcourir, à une vitesse de déplacement définie, la distance dans les temps correspondants.
Die Überlegungen von Test 1 gelten entsprechend mit angepassten Werten für Strecke, Dauer und Geschwindigkeit.	Les considérations du test 1 s'appliquent en adaptant les valeurs de trajet, de durée et de vitesse.

Test 4 Messung des Fundamentaldiagrammes	**Test 4 Mesure du diagramme fondamental**
Es soll die gezeigte Abbildung (Abbildung 5) modelliert werden (Korridor, 1.000 m lang, 10 m breit). Es gibt drei Messstellen (2 x 2 m), wobei die gepunktete Messstelle die Hauptmessstelle ist, die beiden anderen grauen Messstellen dienen als Kontrollmessstellen.	Il s'agit de modéliser l'illustration 4 (corridor de 1000 m de long et 10 m de large). Il y a trois points de mesure (2 x 2 m), le point de mesure présentant des points étant le point de mesure principal, les deux autres points de mesure en gris servant de points de contrôle.
Der Korridor ist mit unterschiedlichen Personendichten mit möglichst gleicher freier Gehgeschwindigkeit zu füllen (bspw. 1,2 – 1,4m/s): 0,5 P/m², 1 P/m², 2 P/m², 3 P/m², 4 P/m², 5 P/m² und 6 P/m².	Le corridor doit être rempli avec des densités de personnes différentes à la vitesse de déplacement libre la plus égale possible (par ex. 1,2 – 1,4 m/s) : 0,5 P/m², 1 P/m², 2 P/m², 3 P/m², 4 P/m², 5 P/m² et 6 P/m².
An den Messstellen ist nun bei der vorgegebenen Dichte die Durchschnittsgeschwindigkeit der Personen über einen Zeitraum von 60 Sekunden zu ermitteln, die ersten 10 Sekunden können als „Einschwingvorgang" vernachlässigt werden. Aus den Ergebnissen (Geschwindigkeit bei vorgegebener Dichte) können die entsprechenden Fundamentaldiagramme erstellt werden, wobei für den Personenfluss die Umrechnung Fluss = Geschwindigkeit* Dichte zugrunde gelegt wird.	Au niveau des points de mesure, il s'agit à présent de calculer, pour la densité prescrite, la vitesse moyenne des personnes sur une période de 60 secondes. Les 10 premières secondes peuvent être négligées en tant que « processus transitoire ». Les diagrammes fondamentaux correspondants peuvent être établis à partir des résultats (vitesse à la densité spécifiée), le calcul Flux = Vitesse * Densité servant de base pour calculer le flux de personnes.
Um sicherzustellen, dass auch das Fundamentaldiagramm bei einer „Linienbewegung" durch das Programm wiedergegeben wird, ist der Korridor so weit in seiner Breite zu verkleinern, dass die Personen sich nur hintereinander bewegen können und ein Überholen nicht möglich ist.	Afin de s'assurer que le diagramme fondamental est également reproduit par le programme en cas de « mouvement linéaire », la largeur du corridor doit être réduite de sorte que les personnes ne puissent s'y déplacer qu'en file indienne et que tout dépassement soit impossible.

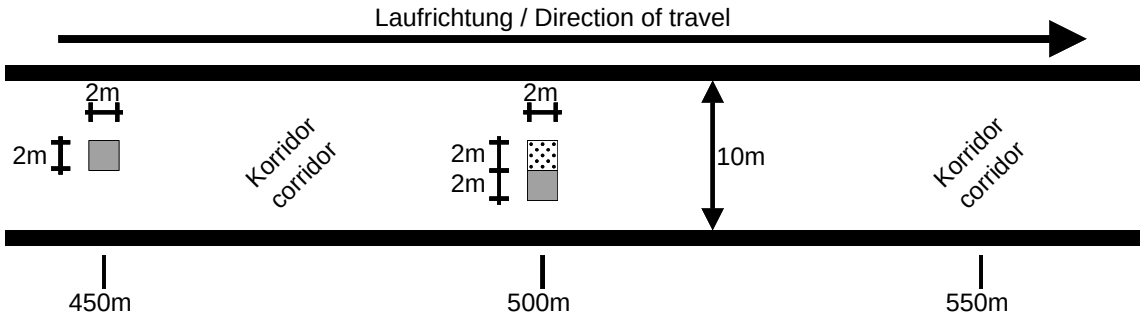


Abbildung 5: Messung des Fundamentaldiagramms.
Illustration 5: Mesure du diagramme fondamental.

Test 5 Reaktionsdauer	**Test 5 Durée de réaction**
Zehn Personen in einem Raum der Größe 8 m x 5 m mit einem 1 m breiten Ausgang, der sich in der Mitte der 5 m langen Wand befindet. Setze die Reaktionsdauern wie folgt: gleichverteilt zwischen 10 s und 100 s. verifiziere, dass jede Person zu einer passenden Zeit startet.	Dix personnes se tiennent dans une pièce de 8 m x 5 m avec une sortie de 1 m de large située au milieu du mur de 5 m de long. Déterminer les temps de réaction comme suit : répartition uniforme entre 10 sec. et 100 sec. Vérifier que chaque personne démarre à un moment approprié.
Test 6 Bewegung um eine Ecke	**Test 6 Franchissement d'un coin**
Zwanzig Personen, die sich auf eine nach links abbiegende Ecke zu bewegen (vgl. Abbildung 6) werden diese erfolgreich umrunden, ohne Wände zu durchqueren.	Vingt personnes qui franchissent un coin en tournant vers la gauche (cf. Illustration 6) vont le contourner avec succès sans traverser les murs.

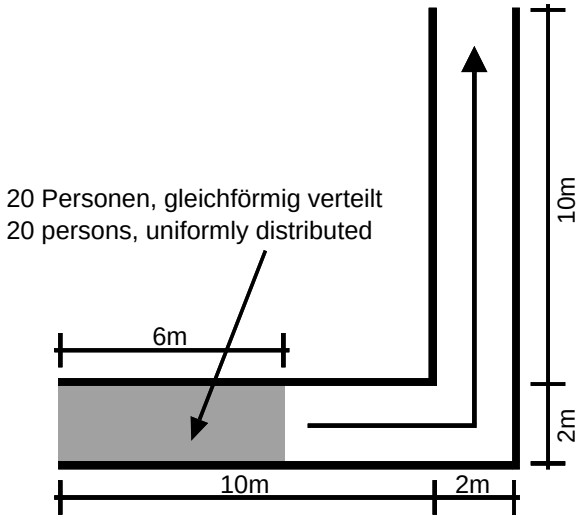


Abbildung 6: Quergang / Ecke.
Illustration 6: Couloir transversal / coin.

Test 7 Zuordnung der demographischen Parameter	**Test 7 Attribution des paramètres démographiques**
Wähle gemäß Abbildung 3 eine aus erwachsenen Personen bestehende Gruppe und verteile die Gehgeschwindigkeiten über eine Population von 50 Personen. Zeige, dass die Verteilung der Gehgeschwindigkeiten in der Simulation mit der Verteilung in der Tabelle vereinbar ist.	Choisir conformément à l'illustration 2 un groupe composé de personnes adultes et répartir les vitesses de déplacement sur une population de 50 personnes. Montrer que la répartition des vitesses de déplacement dans la simulation est compatible avec la répartition dans le tableau.
A 3 Funktionale Verifizierung	**A 3 Vérification fonctionnelle**
Funktionale Verifizierung schließt ein zu überprüfen, dass das Modell die Fähigkeit besitzt, den Bereich der für die Simulation notwendigen Möglichkeiten abzudecken. Diese Anforderung ist aufgabenspezifisch. Um funktionale Verifizierung zu erfüllen, müssen die Entwickler des Modells in verständlicher Weise den vollen Bereich der Möglichkeiten des	La vérification fonctionnelle inclut la vérification que le modèle a la possibilité d'englober le champ des possibilités nécessaires pour la simulation. Cette exigence est spécifique à la tâche. Pour réaliser la vérification fonctionnelle, les développeurs du modèle doivent présenter de manière compréhensible l'éventail complet des possibilités du modèle et des

Modells und der inhärenten Annahmen darstellen und eine Anleitung für den korrekten Gebrauch dieser Möglichkeiten zur Verfügung stellen. Diese Informationen sollen in der technischen Dokumentation der Software leicht zugänglich sein.	hypothèses inhérentes ainsi que mettre à disposition des instructions pour un usage correct de ces possibilités. Ces informations doivent être facilement accessibles dans la documentation technique du logiciel.
Test 8 Parameteranalyse	**Test 8 Analyse des paramètres**
Die Parameteranalyse dient dazu, die Auswirkungen der in der Simulation verwendeten Parameter darzustellen. Für den in Abbildung 7 gezeigten dreistöckigen Testgrundriss soll aufgezeigt werden, wie sich die Gesamträumungsdauer verändert, wenn einzelne Personenparameter variiert werden. Dies ist für jeden einzelnen Parameter zu wiederholen, wobei die restlichen Parameter auf feste Standardwerte eingestellt wer-den. Der untersuchte Parameter soll dabei jeweils einmal für alle Personen gleich sein (z.B. Geschwindigkeit aller Personen: 0,5 m/s, 0,75 m/s, 1,0 m/s, ...) und einmal statistisch gleich verteilt um einen festen Mittelwert variiert werden (z.B. Geschwindigkeit: 0,75 m/s, 0,5-1,0 m/s, 0,25-1,25 m/s, ...).	L'analyse des paramètres sert à présenter les effets des paramètres utilisés dans la simulation. Pour le plan de test sur trois étages représenté à l'Illustration 7, il convient d'indiquer comment la durée totale d'évacuation se modifie lorsque les différents paramètres de personnes sont modifiés. Ceci doit être répété pour chacun des paramètres, les autres paramètres étant définis comme des valeurs standard fixes. Le paramètre analysé doit être systématiquement le même pour toutes les personnes (par ex. vitesse de toutes les personnes : 0,5 m/s, 0,75 m/s, 1,0 m/s, etc.) et être modifié une fois de manière égale sur le plan statistique autour d'une valeur moyenne fixe (par ex. vitesse : 0,75 m/s, 0,5-1,0 m/s, 0,25-1,25 m/s, etc.).
Die Ergebnisse sind schriftlich in Graphen festzuhalten und werden auf der RiMEA-Homepage für jeden frei zugänglich abgelegt.	The results should be recorded in graphs and will be made freely accessible to all on the RiMEA homepage.

Im 2. Stock gibt es keine Treppe nach oben mehr. Er unterscheidet sich hierin vom 1. Stock.	On the 2nd floor there are no more stairs upwards. It differs in this way from the 1st floor.

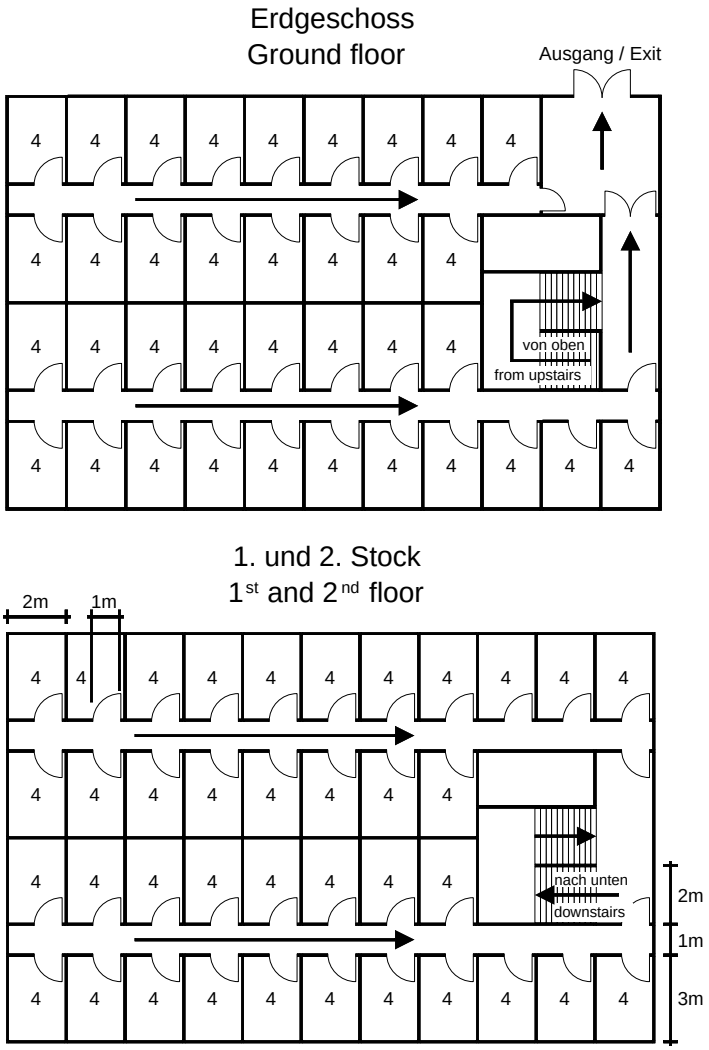


Abbildung 7: Der Testgrundriss für die systematische Analyse der Personenparameter. In jedem „Zimmer“ sollen sich vier Personen befinden. Breite eines Türflügels: 1 m.
Illustration 7: Plan d’étage testé pour l’analyse systématique des paramètres des personnes. Quatre personnes doivent se trouver dans chaque « pièce ». Largeur d’un vantail de porte : 1 m.

A 4 Qualitative Verifizierung	**A 4 Vérification qualitative**
Die dritte Form der Modellvalidierung betrifft die Übereinstimmung des vorhergesagten menschlichen Ver-haltens mit sachkundigen Erwartungen. Obwohl dies nur eine qualitative Form der Verifizierung darstellt, ist sie nichtsdestoweniger wichtig, da sie zeigt, dass die in dem Modell eingebauten Verhaltensweisen in der Lage sind, realistisches Verhalten zu erzeugen.	La troisième forme de vérification visant à valider un modèle porte sur la correspondance entre les comportements humains prédits par le modèle et les attentes formulées par des spécialistes. Bien que cette forme de vérification soit seulement de type qualitatif, elle est très importante, car elle permet de démontrer que le modèle est capable de générer des comportements réalistes sur la base des schémas comportementaux intégrés dans le modèle.

Test 9 Eine Menschenmenge verlässt einen großen öffentlichen Raum	**Test 9 Nombre important de personnes quittant un grand espace public**
Ein öffentlicher Raum mit vier Ausgängen und 1.000 gleichförmig in dem Raum verteilten Personen (vgl. Abbildung 8). Wähle eine Population von erwachsenen Personen aus Abbildung 3 mit sofortiger Reaktion und verteile die Gehgeschwindigkeiten auf eine Population von 1.000 Personen.	Un espace public avec quatre sorties et 1000 personnes réparties uniformément dans l'espace (cf. Illustration 8). À partir de l'illustration 2, sélectionner une population d'adultes avec une réaction immédiate et répartir les vitesses de déplacement sur une population de 1000 personnes.
Schritt 1: Zeichne die Zeit auf, zu der die letzte Person den Raum verlässt.	**Étape 1 :** Enregistrer le moment auquel la dernière personne quitte l'espace.
Schritt 2: Tür 1 und Tür 2 werden versperrt und Schritt 1 wird wiederholt.	**Étape 2 :** La porte 1 et la porte 2 sont verrouillées et l'étape 1 est répétée.
Das erwartete Ergebnis ist eine ungefähre Verdopplung der Zeit zum Verlassen des Raums[7].	Le résultat attendu est qu'il faut approximativement le double du temps pour quitter l'espace. [8].

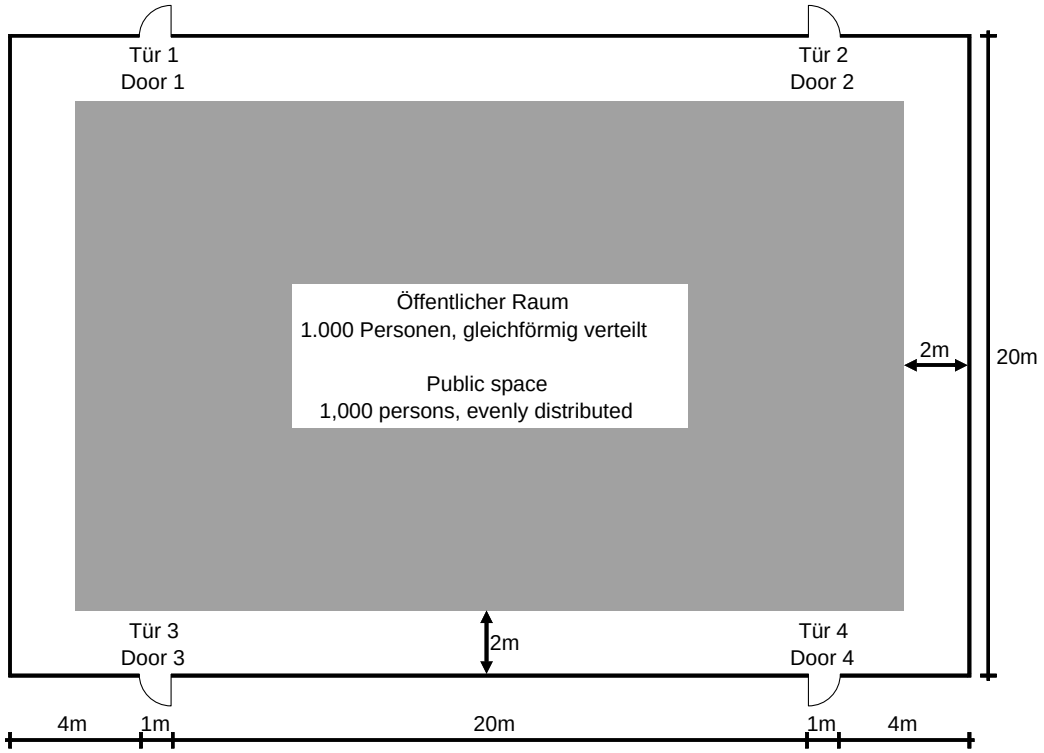


Abbildung 8: Verlassen eines großen öffentlichen Raumes.
Illustration 8: Évacuation d'un grand espace public.

[7] Sollte die Dichte zu jedem Zeitpunkt den Fluss beeinflussen, ist die Annahme, dass beim Schließen zweier Türen eine Verdopplung der Dauer zu erwarten ist, gegebenenfalls zu pessimistisch, da der größere Wartepulk vor den Ausgängen unter Umständen zu höheren Dichten und damit zu einem veränderten (erhöhten) Fluss führen könnte. Solange in dieser Frage keine Entscheidung auf empirischer Basis getroffen werden kann, sollte Test 9 nicht im Sinne eines Ausschlusskriteriums behandelt werden, sondern lediglich Modellverhalten dokumentieren.

[8] Si la densité influence le flux à tout moment, l'hypothèse selon laquelle la fermeture des deux portes entraîne un doublement de la durée d'évacuation de l'espace est trop pessimiste, étant donné que la foule plus importante devant les sorties est susceptible d'entraîner dans certains cas des densités plus élevées et, par conséquent, un flux (plus élevé) différent. Tant qu'aucune décision sur cette question ne peut être prise sur une base empirique, le test 9 ne doit pas être traité au sens d'un critère d'exclusion, mais uniquement documenter un comportement de modèle.

Test 10 Zuweisung von Rettungswegen	**Test 10 Affectation de voies de sauvetage**
Konstruiere die Sektion eines Ganges wie in Abbildung 9 mit einer Population von erwachsenen Personen aus Abbildung 3 mit sofortiger Reaktion und verteile die Gehgeschwindigkeiten auf eine Population von 23 Personen. Die Personen in den Räumen 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9 und 10 sind dem Hauptausgang zugewiesen, alle übrigen Personen dem sekundären Ausgang. Das erwartete Ergebnis ist, dass alle zugewiesenen Personen zu den entsprechenden Ausgängen gehen.	Construire la section d'un couloir comme à l'Illustration 9 avec une population de personnes adultes à partir de l'Illustration 3 avec une réaction immédiate et répartir les vitesses de déplacement sur une population de 23 personnes. Les personnes des espaces 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9 et 10 sont assignées à la sortie principale et toutes les personnes restantes sont assignées à la sortie secondaire. Le résultat attendu est que toutes les personnes se rendent vers les sorties qui leur ont été assignées.

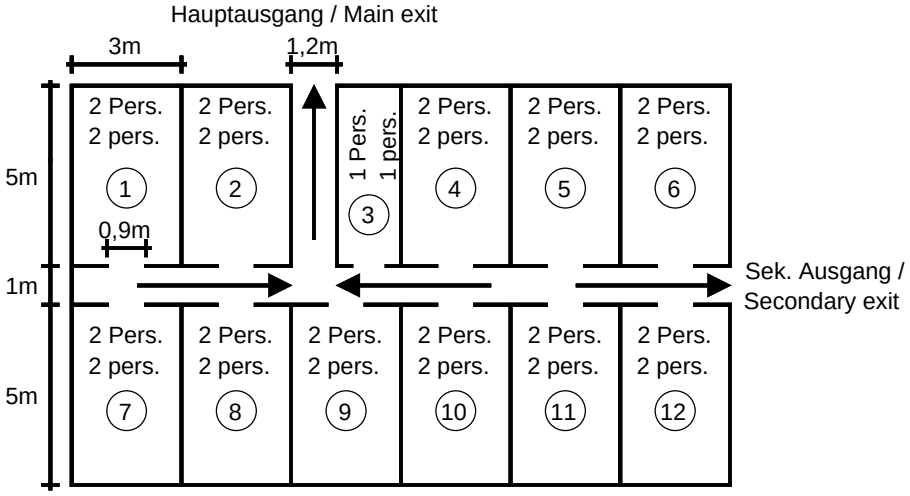


Abbildung 9: Gang mit angrenzenden Räumen.
Illustration 9: Couloir avec espaces attenants.

Test 11 Wahl des Rettungsweges	**Test 11 Choix de la voie de sauvetage**
Ein öffentlicher Raum verfügt über 2 Ausgänge: Ausgang 1 und Ausgang 2 (vgl. Abbildung 10). Wähle eine Population von erwachsenen Personen aus Abbildung 3 mit sofortiger Reaktion und verteile die Gehgeschwindigkeiten auf eine Population von 1.000 Personen. Der Raum soll von links her mit der maximal möglichen Dichte besetzt werden. Das erwartete Ergebnis ist, dass die Personen den näheren Ausgang 1 zwar bevorzugen und in diesem Bereich Stauungen auftreten, jedoch einzelne Personen auch den alternativen Ausgang 2 benutzen.	Un espace public dispose de 2 sorties : sortie 1 et sortie 2 (cf. Illustration 10). À partir de l'Illustration 3, sélectionner une population d'adultes avec une réaction immédiate et répartir les vitesses de déplacement sur une population de 1000 personnes. L'espace doit être occupé depuis le côté gauche avec la densité maximale possible. Le résultat attendu est que les personnes privilégient la sortie 1, plus proche, et que des congestions se forment dans cette zone, mais que certaines personnes utilisent également la sortie 2 alternative.

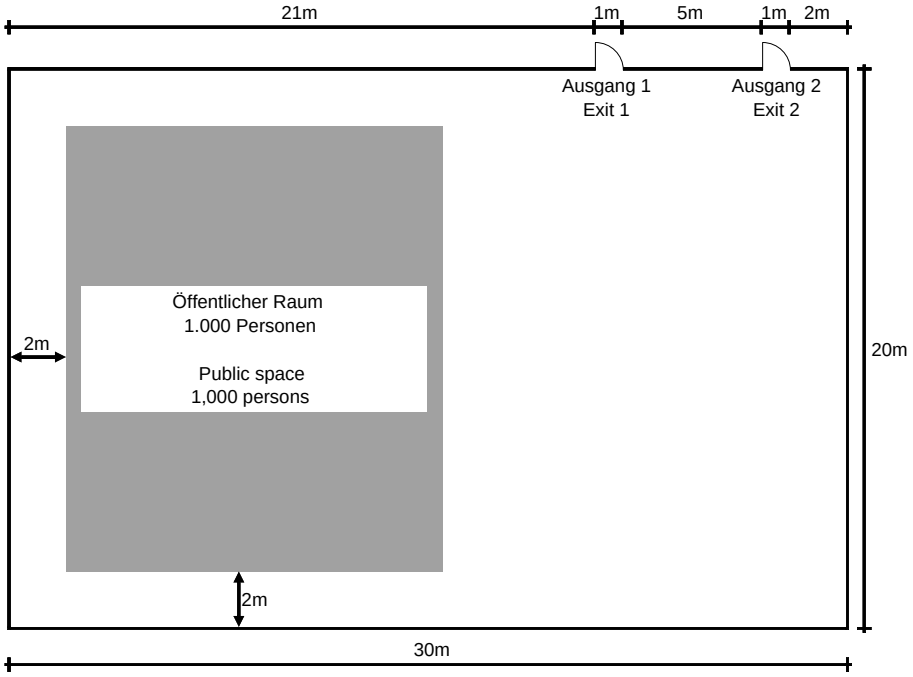


Abbildung 10: Verlassen eines Raumes über zwei Ausgänge.
Illustration 10: Évacuation d'un espace par deux sorties.

Test 12 Auswirkung von Engstellen	**Test 12 Effet des goulets d'étranglement**
Konstruiere einen Raum, der durch einen Gang mit einem weiteren Raum verbunden ist (vgl. Abbildung 11) und fülle ihn wie gezeigt mit einer Population von 150 erwachsenen Personen (Gehgeschwindigkeit gemäß Abbildung 3). Die Reaktionsdauer betrage 0 s.	Construire un espace relié à un autre espace par un couloir (cf. Illustration 11) et le remplir comme illustré avec une population de 150 personnes adultes (vitesse de déplacement selon Illustration 3). La durée de réaction est de 0 sec.
Da der Personenstrom durch den Gang begrenzt wird, darf es nur in Raum 1 zu einem Stau kommen und in Raum 2 nicht.	Comme le flux de personnes est limité par le couloir, une congestion ne peut survenir que dans l'espace 1 et pas dans l'espace 2.

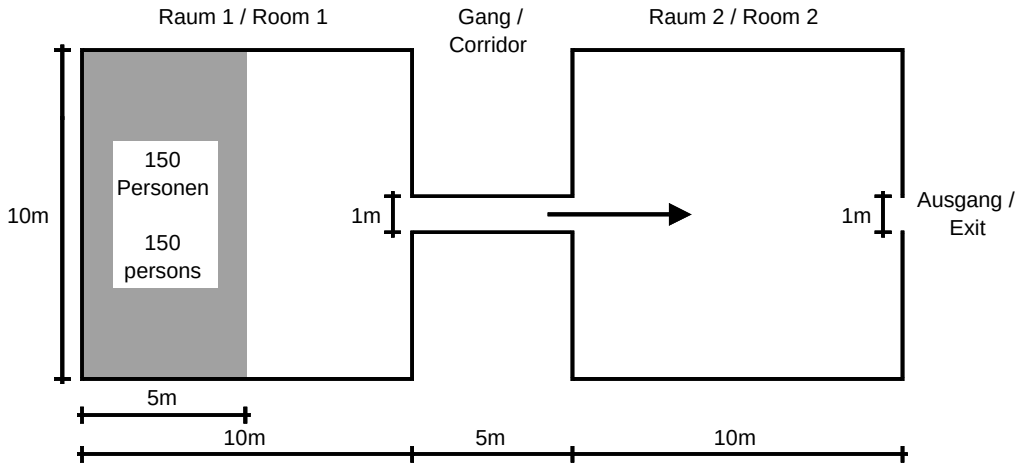


Abbildung 11: Die Auswirkung der Engstelle führt zu einer Staubildung vor dem Gang wodurch ein Stau vor dem Ausgang vermieden wird.
Illustration 11: L'effet du goulet d'étranglement entraîne la formation d'une congestion devant le couloir, ce qui évite toute congestion devant la sortie.

Solange in der Frage, ob am Eingang zu Raum 2 nicht doch ein Stau entstehen kann, keine Entscheidung auf empirischer Basis getroffen werden kann, sollte Test 12 nicht im Sinne eines Ausschlusskriteriums behandelt werden, sondern lediglich Modellverhalten dokumentieren.	Tant qu'aucune décision ne peut être prise sur une base empirique sur la possibilité qu'une congestion se produise à l'entrée de l'espace 2, le test 12 ne doit pas être traité au sens d'un critère d'exclusion, mais uniquement documenter un comportement de modèle.

Test 13 Stau vor einer Treppe	**Test 13 Congestion devant un escalier**
Konstruiere einen Raum, der durch einen Gang mit einer Treppe verbunden ist (vgl. Abbildung 12) besetzt wie gezeigt mit einer Population von erwachsenen Personen aus Abbildung 3 mit sofortiger Reaktion und verteile die Gehgeschwindigkeiten auf eine Population von 150 Personen.	Construire un espace relié à un escalier par un couloir (cf. Illustration 12) et occupé comme illustré par une population de personnes adultes conformément à l'Illustration 3 avec une réaction immédiate et répartir les vitesses de déplacement sur une population de 150 personnes.
Das erwartete Ergebnis ist, dass ein Stau am Ausgang des Raumes auftritt, der einen stetigen Fluss im Gang erzeugt. Zusätzlich wird ein Stau am Fuß der Treppe erwartet, der mit der Zeit wachsen sollte, da der Fluss über die Treppe kleiner ist als der durch den Gang.	Le résultat attendu est qu'une congestion survient à la sortie de l'espace, créant un flux constant dans le couloir. En outre, une congestion est attendue au pied de l'escalier. Celle-ci va s'accentuer avec le temps étant donné que le flux via l'escalier est plus faible que le flux via le couloir.

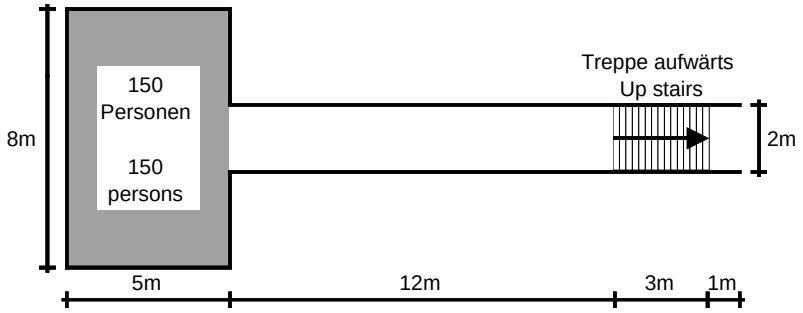


Abbildung 12: Rettungsweg über Treppe.
Illustration 12: Voie de sauvetage via un escalier.

Test 14 Routenwahl	**Test 14 Choix du parcours**
Startbereich (in der nachfolgenden Abbildung 13 mit „Start“ gekennzeichnet) und Zielbereich („Ziel“) sind durch zwei Treppen (dunkelgrau) und einen Gang im Erdgeschoss und durch einen (längeren) Gang im Obergeschoss miteinander verbunden.	La zone de départ (représentée par la mention « Départ » dans l’Illustration 13 ci-après) et la zone d’arrivée (« Arrivée ») sont reliées par deux escaliers (gris foncé) et un couloir au rez-de-chaussée et par un couloir (plus long) à l’étage.
Nehmen die Fußgänger eine kürzere Route über ein anderes Stockwerk oder bleiben sie auf der längeren Route auf einem Stockwerk? (Dokumentiere: „kurz“, „lang“, „gemischt“, oder „konfigurierbar“).	Les piétons empruntent-ils un chemin plus court via un autre étage ou restent-ils sur le chemin le plus long sur un même étage ? (Documenter : « court », « long », « mixte » ou « configurable »).

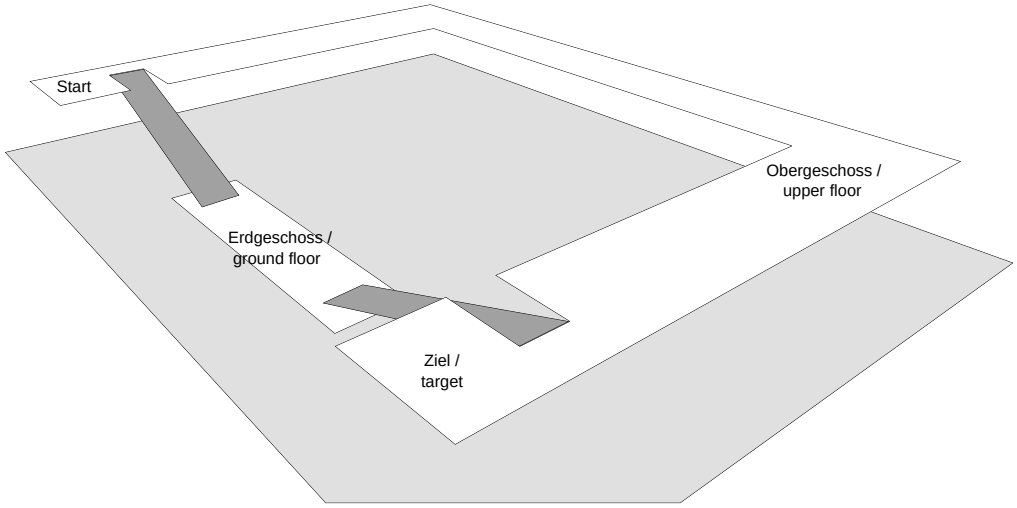


Abbildung 13: Konfiguration für Test 14.
Illustration 13: Configuration pour test 14.

Test 15 Bewegung einer großen Menge Fußgänger um eine Ecke	**Test 15 Franchissement d’un coin par un grand nombre de piétons**
Mit Test 15 soll aufgezeigt werden, in wie weit die Bewegung von Personen um eine Ecke einen Einfluss auf die berechnete Räumungszeit hat. Nähere Hintergrundinformationen können aus den Veröffentlichungen [9] und [10] entnommen werden.	Le test 15 vise à mettre en évidence dans quelle mesure le franchissement d’un coin par des personnes influence le temps d’évacuation calculé. Des informations de base plus précises se trouvent dans les publications [11] et [12].
Konstruiere drei Geometrien wie in Abbildung 14 dargestellt. In dem Startbereich („Start“) befinden sich 500 Personen. Dieser Bereich ist je nach gewähltem Programm entsprechend auszuführen. Für	Construire trois géométries comme représenté dans l’Illustration 14. 500 personnes se trouvent dans la zone de départ (« Départ »). Cette zone doit être réalisée en fonction du programme choisi. Le même

[9] Rogsch, C: and W. Klingsch: „Basics of Software-Tools for Pedestrian Movement – Identification and Results” Fire Technology 2010. DOI: 10.1007/s10694-010-0197-2
[10] Im Rahmen des Basigo-Projektes wurden jedoch vergleichsweise großskalige Experimente zu diesem Phänomen durchgeführt, so dass in naher Zukunft mit der Publikation empirischen Daten zu rechnen ist.
[11] Rogsch, C: and W. Klingsch : « Basics of Software-Tools for Pedestrian Movement – Identification and Results » Fire Technology 2010. DOI : 10.1007/s10694-010-0197-2
[12] Des expériences à plus grande échelle sur ce phénomène ont toutefois été menées dans le cadre du projet BaSiGo, de sorte que des données empiriques sont attendues dans un avenir proche lorsqu’il sera publié.

jede Geometrie ist die gleiche Personengruppe zu wählen, so dass die Ausgangsbedingungen für alle drei Geometrieniden-tisch sind. Das Ziel ist der mit „Ziel“ gekennzeichnete Bereich.	groupe doit être choisi pour chaque géométrie de sorte que les conditions de sortie sont identiques pour les trois géométries. L’objectif est la zone identifiée par la mention « Objectif ».
Durch den Vergleich der Ergebnisse (Zeitdauer, bis alle Personen das Ziel erreicht haben) kann festgestellt werden, in wie weit eine Ecke einen Einfluss auf das Simulationsergebnis hat, da die rechte Abbildung den kürzesten Weg darstellt und die linke Abbildung den längsten Weg. Im Idealfall liegt das Ergebnis der „Ecke“ zwischen den beiden Ergebnissen für den geraden kürzesten bzw. längsten Weg.	À travers la comparaison des résultats (durée nécessaire jusqu’à ce que toutes les personnes aient atteint l’objectif), il est possible de déterminer dans quelle mesure un coin a une influence sur le résultat de la simulation, étant donné que l’illustration de droite représente le chemin le plus court et celle de gauche le chemin le plus long. Idéalement, le résultat du « coin »se situe entre les deux résultats du chemin droit le plus court ou le plus long.

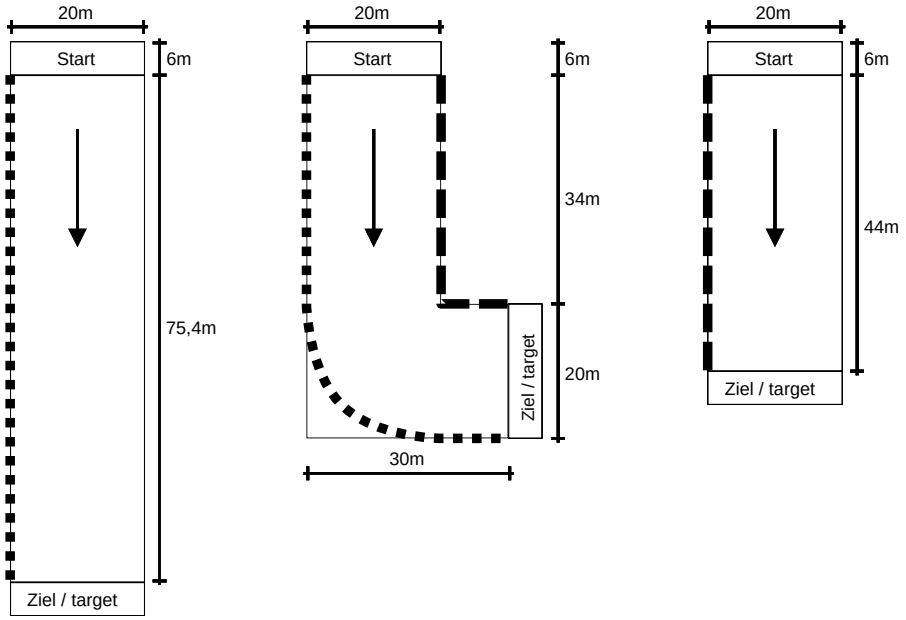


Abbildung 14: Einfluss einer Ecke auf die Räumungszeit. Die Linien mit gleicher Darstellung (gepunktet und gestrichelt) stellen jeweils die gleiche Weglänge in den unterschiedlichen Konfigurationen dar.
Illustration 14: Influence d’un coin sur le temps d’évacuation. Les lignes avec un style identique (en pointillés et discontinues) représentent toujours la même longueur de chemin dans les différentes configurations.

A 5 Quantitative Verifizierung	**A 5 Vérification quantitative**
Quantitative Verifizierung beinhaltet den Vergleich von Modellvorhersagen mit zuverlässigen Daten aus Räumungsübungen. Zum jetzigen Entwicklungszeitpunkt sind nicht genügend zuverlässige experimentelle Daten vorhanden, um eine gründliche quantitative Verifizierung von Räumungsmodellen zu erlauben. Solang bis solche Daten verfügbar werden, werden die ersten drei Komponenten des Verifizierungsprozesses als ausreichend betrachtet.	La vérification quantitative comprend la comparaison de prédictions de modèles avec des données fiables provenant d’exercices d’évacuation. Au stade actuel du développement, il n’y a pas suffisamment de données expérimentales fiables pour autoriser une vérification quantitative approfondie de modèles d’évacuation. Jusqu’à ce que de telles données soient disponibles, les trois premiers composants du processus de vérification sont considérés comme suffisants.

Anhang 2: Verteilung der individuellen Reaktionsdauern

Die Verteilung der individuellen Reaktionsdauern erfolgt in leicht abgewandelter Form entsprechend den Untersuchungen von Purser [5]. Die Reaktionsdauern sind zwischen einem Minimum- und einem Maximumwert gleich- oder normalverteilt und hängen von der Personencharakteristik, der Art des Alarmierungssystems, der Gebäudekomplexität und der Art des Brandschutzmanagements ab.

Kategorie	Wachsamkeit	Vertrautheit	Dichte	Nutzungsart
A	wach	vertraut	niedrig	Büro, Industrie
B	wach	unvertraut	hoch	Handel, Gaststätten, Versammlungsstätten
C(a)	schlafend	vertraut	niedrig	Wohnungen
C(b)	betreut	betreut	niedrig	Wohnungen
C(c)	schlafend	unvertraut	niedrig	Hotels, Herbergen
D	med. betreut	unvertraut	niedrig	med. Betreuung
E	Transport	unvertraut	hoch	Verkehrsanlagen

Tabelle 5: Kategorisierung nach Gebäudeart und der daraus folgenden Personencharakteristik.

Annex 2: Répartition des temps de réaction individuels

La répartition des temps de réaction individuels se fait de manière légèrement différente conformément aux études de Purser [5]. Les temps de réaction sont répartis uniformément ou normalement entre une valeur minimale et une valeur maximale et dépendent des caractéristiques des personnes, de la nature du système d'alarme, de la complexité du bâtiment et du type de gestion de la protection incendie

Catégorie	Vigilance	Familiarité	Densité	Type d'utilisation
A	éveillé	familiarisé	faible	Bureaux, artisanat, industrie
B	éveillé	non familiarisé	élevé	Commerces, restaurants, lieux de rassemblement
C(a)	endormi	familiarisé	faible	Appartements
C(b)	accompagné	accompagné	faible	Appartements
C(c)	endormi	non familiarisé	faible	Hôtels, auberges
D	surveillé médicalement	non familiarisé	faible	Hôpitaux, EMS
E	Transport	non familiarisé	élevé	Infrastructures de circulation

Tableau 5: Catégorisation en fonction du type de bâtiment et des caractéristiques des personnes qui en découlent.

Kategorie	Alarmierungssystem
A1	Automatisches Brandmeldesystem mit sofortiger Alarmierung der betroffenen Bereiche.
A2	Zweistufiges automatisches Brandmeldesystem mit sofortiger Alarmierung einer Zentrale und nachgeschalteter zeitverzögerter Alarmierung der betroffenen Bereiche.
A3	Keine oder nur lokale automatische Brandmeldung.

Tabelle 6: Kategorisierung der Alarmierungssysteme.

Catégorie	Système d'alarme
A1	Système automatique de détection d'incendie avec transmission d'alarme immédiate pour les zones concernées.
A2	Système automatique de détection d'incendie à deux niveaux avec transmission d'alarme immédiate à une centrale et transmission d'alarme temporisée pour les zones concernées.
A3	Aucune transmission d'alarme automatique ou uniquement détection d'incendie automatique locale.

Tableau 6: Catégorisation des systèmes d'alarme.

Kategorie	Gebäudekomplexität
B1	Einfacher, offener Grundriss, eingeschossig, Ausgänge direkt sichtbar und nach außen führend.
B2	Einfacher Grundriss, mehrere Räume und mehrgeschossig. Bauweise entspricht überwiegend präskriptiven Vorgaben.
B3	Großer, komplexer Grundriss.

Tabelle 7: Kategorisierung der Gebäudekomplexität.

Catégorie	Complexité du bâtiment
B1	Plan simple, ouvert, un seul étage, sorties directement visibles et menant vers l'extérieur.
B2	Plan simple, plusieurs locaux et plusieurs étages. La construction correspond largement aux prescriptions.
B3	Plan large et complexe.

Tableau 7: Catégorisation de la complexité du bâtiment.

Kategorie	Brandschutzmanagement
M1	Große Zahl gut geschulter Brandschutzhelfer. Sicherheitssystem und -verfahrensweisen unabhängig geprüft.
M2	Gut geschulte Brandschutzhelfer. Sicherheitssystem nicht geprüft.
M3	Mindeststandards werden erfüllt.

Tabelle 8: Kategorisierung des Brandschutzmanagements.

Catégorie	Gestion de la protection incendie
M1	Grand nombre de préposés à la protection incendie correctement formés. Système et procédures de sécurité contrôlés de manière indépendante.
M2	Préposés à la protection incendie correctement formés. Système de sécurité non contrôlé.
M3	Les normes minimales sont remplies.

Tableau 8: Catégorisation de la gestion de la protection incendie.

Entsprechend den oben aufgeführten Kategorisierungen lassen sich folgende Minimum- und Maximumwerte für die Verteilung der individuellen Reaktionsdauern ableiten. Das Intervall der individuellen Reaktionszeiten erstreckt sich somit zwischen den minimalen und maximalen Werten:	Conformément aux catégories présentées ci-dessus, les valeurs minimales et maximales suivantes peuvent être déduites pour la répartition des temps de réaction individuels. L'intervalle entre les temps de réaction individuels s'étend par conséquent entre les valeurs minimales et maximales suivantes :
$\Delta t_{Reakt} = t_{Reakt, max} - t_{Reakt, min}$	$\Delta t_{réact} = t_{réact. max.} - t_{réact. min}$

Szenario	$t_{Reakt,\ min}$ **[min]**	$t_{Reakt,\ max}$ **[min]**
Kategorie A: wach, vertraut		
M1 B1 – B2 A1 – A2	0,5	1,5
M2 B1 – B2 A1 – A2	1	3
M3 B1 – B2 A1 – A3	(>15)	(>30)
B3: addiere 0,5 min zu $t_{Reakt,\ min}$ und $t_{Reakt,\ max}$ wegen schwierigerer Orientierung		
Kategorie B: wach, unvertraut		
M1 B1 A1 – A2	0,5	2,5
M2 B1 A1 – A2	1	4
M3 B1 A1 – A3	(>15)	(>30)
B2: addiere 0,5 min zu $t_{Reakt,\ min}$ und $t_{Reakt,\ max}$ wegen schwierigerer Orientierung		
B3: addiere 1 min zu $t_{Reakt,\ min}$ und $t_{Reakt,\ max}$ wegen schwierigerer Orientierung		
Kategorie C(a): schlafend, vertraut		
M2 B1 A1	(5)	(15)
M3 B1 A3	(10)	(>40)
Kategorie C(b): betreute Wohnanlagen		
M1 B2 A1 – A2	(10)	(30)
M2 B2 A1 – A2	(15)	(40)
M3 B2 A1 – A3	(>20)	(>40)
Kategorie C(c): schlafend, unvertraut		
M1 B2 A1 – A2	(15)	(30)
M2 B2 A1 – A2	(20)	(40)
M3 B2 A1 – A3	(>20)	(>40)
B3: addiere 1 min zu $t_{Reakt,\ min}$ und $t_{Reakt,\ max}$ wegen schwierigerer Orientierung		

Tabelle 9: Die Minimum- und Maximumwerte der individuellen Reaktionsdauerverteilungen ergeben sich aus den zuvor genannten Kategorisierungen. Werte in Klammern weisen eine größere Unsicherheit auf [8].

Scénario	**$t_{réact.\ min.}$ [min]**	**$t_{réact.\ max.}$ [min]**
Catégorie A : éveillé, familiarisé		
M1 B1 – B2 A1 – A2	0.5	1.5
M2 B1 – B2 A1 – A2	1	3
M3 B1 – B2 A1 – A3	(>15)	(>30)
B3 : ajouter 0,5 min. à $t_{réact.\ min.}$ et $t_{réact.\ max.}$ en raison d'une orientation plus difficile		
Catégorie B : éveillé, non familiarisé		
M1 B1 A1 – A2	0,5	2,5
M2 B1 A1 – A2	1	4
M3 B1 A1 – A3	(>15)	(>30)
B2 : ajouter 0,5 min. à $t_{réact.\ min.}$ et tréact. max. en raison d'une orientation plus difficile		
B3 : ajouter 1 min. à $t_{réact.\ min.}$ et $t_{réact.\ max.}$ en raison d'une orientation plus difficile		
Catégorie C(a) : endormi, familiarisé		
M2 B1 A1	(5)	(15)
M3 B1 A3	(10)	(>40)
Catégorie C(b) : résidences surveillées		
M1 B2 A1 – A2	(10)	(30)
M2 B2 A1 – A2	(15)	(40)
M3 B2 A1 – A3	(>20)	(>40)
Catégorie C(c) : endormi, non familiarisé		
M1 B2 A1 – A2	(15)	(30)
M2 B2 A1 – A2	(20)	(40)
M3 B2 A1 – A3	(>20)	(>40)
B3 : ajouter 1 min. à $t_{réact.\ min.}$ et $t_{réact.\ max.}$ en raison d'une orientation plus difficile		

Tableau 9: Les valeurs minimale et maximale des répartitions des durées de réaction individuelles résultent des catégorisations citées ci-avant. Les valeurs entre parenthèses indiquent une insécurité plus grande [8].

Anhang 3: Vorgaben für Räumungszeiten	Annex 3: Dispositions pour les temps d'évacuation
Für akzeptierte Räumungszeiten gibt es keine generellen oder normativen Vorgaben. Die vorhandenen Werte beziehen sich meist auf einen Teil des Räumungsablaufs, z.B. auf den Fluss der Personen durch Ausgangs-türen oder die Zeit bis zum Erreichen eines sicheren Bereichs.	Il n'y a pas de dispositions légales ou norma-tives pour les temps d'évacuation totaux ac-ceptables. Les valeurs existantes se rapportent à une partie du processus d'évacuation, par ex. au flux de personnes qui franchissent les portes de sortie.
1. In der Europäischen Union [4] werden für Zuschaueranlagen im Freien 8 min [13] genannt, für Zuschaueranlagen in Gebäuden 2 min [14] . Hierbei handelt es sich um beispielhafte Werte, die kein Akzeptanzkriterium beinhalten. 2. In Deutschland [1] werden für Tribünen im Innenraum 2 min und für Tribünen im Freien 6 min genannt. Dies sind Werte für eine fiktive Flusszeit (ohne Rückstau, reine Durchflusszeit). Sie wurden in einem früheren Kommentar als Werte für die Festlegung der notwendigen Fluchtwegbreiten in der MVStättV (Deutschland) genannt. Diese Werte ergeben sich durch die Zurückrechnung aus den Annahmen der geforderten Fluchtwegbreiten und der Annahme, dass 100 Personen für das Durchströmen einer 1,2 m breiten Tür 1 min benötigen. 3. In der Schweiz [6] werden für Stadien mit geschlossenem Dach und Räume mit großer Personenzahl 3 bis 5 min und für Stadien mit offenem Dach 8 min als empfohlene Räumungszeit genannt. 4. Verfügbare Räumungszeiten (ASET) können auch aus dem Vorhandensein von Entrauchungsanlagen und deren Rauchfreihaltezeit oder aus Brandsimulationen hergeleitet werden.	1. Au sein de l'Union européenne [4], la durée d'évacuation citée est de 8 min. pour les installations pour spectateurs en plein air[15]. Dans le cas d'installations pour specta-teurs dans les bâtiments, elle est de 2 min[16]. Il s'agit de valeurs données à titre d'exemple qui ne contiennent aucun critère d'acceptation. 2. en Allemagne [1], la durée d'évacuation ci-tée est de 2 min. pour les tribunes à l'intérieur et de 6 min. pour les tribunes à l'air libre. Il s'agit de valeurs pour une durée de flux fictive (sans congestion, temps d'écoulement pur), qui ont été citées dans un commentaire antérieur en tant que valeurs pour la détermination des largeurs nécessaires pour les voies d'évacuation dans la MVStättV (Allemagne). Ces valeurs sont dérivées d'un calcul rétroactif basé sur les hypothèses des largeurs des voies d'évacuation requises et l'hypothèse que 100 personnes ont besoin d'une minute pour franchir une porte de 1,2 m de large (selon un commentaire sur la MVStättV). 3. en Suisse [6], la durée d'évacuation recommandée est de 3 à 5 min. pour les stades avec toit fermé et les espaces avec un grand nombre de personnes et de 8 min. pour les stades avec un toit ouvert. 4. Les temps d'évacuation disponibles (ASET) peuvent également être déduits de la présence de systèmes de désenfumage et de leur temps de maintien sans fumée, ou à partir de simulations d'incendie.

[13] Empfohlene maximale Dauer bis zum Erreichen eines Sicherheitsplatzes für Bereiche im Freien.
[14] Empfohlene maximale Dauer bis zum Erreichen eines Sicherheitsplatzes für Bereiche in Gebäuden.
[15] Durée maximale recommandée jusqu'à l'atteinte d'un emplacement sûr pour les zones situées en plein air.
[16] Durée maximale recommandée jusqu'à l'atteinte d'un emplacement sûr pour les zones dans les bâtiments.

Anhang 4: Literaturverzeichnis | Annex 4: Bibliographie

[1] ARGEBAU, *Musterverordnung über den Bau und Betrieb von Versammlungsstätten (Muster-Versammlungsstättenverordnung – MVStättV*), ARGEBAU – Fachkommission Bauaufsicht, Fassung Juni 2005, zuletzt geändert Juli 2014.

[2] Weidmann U., *Transporttechnik der Fußgänger*, Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Straßen- und Eisenbahnbau Nr. 90, S.35-46, Zürich, Januar 1992.

[3] Fruin, *Pedestrian Planning and Design*, Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners, New York, 1971.

[4] DIN EN 13200-1:2012, *Zuschaueranlagen - Teil 1: Allgemeine Merkmale für Zuschauerplätze*, November 2012.

[5] 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., S. 355 – 369.

[6] Braun Brandsicherheit, *Fluchtwege bei Verkaufsgeschäften und Räumen mit großer Personenbelegung - Analyse und Bemessungsvorschlag*, 5. Februar 1999, Erarbeitet im Rahmen einer Arbeitsgruppe der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF), Bern.

[7] SFPE, *Handbook of Fire Protection Engineering*, 2nd Edition NFPA 1995.

[8] ISO/TR 16738:2009(E), *Fire-Safety Engineering - Technical information on methods for evaluating behaviour and movement of people*, International Organization for Standardization (ISO), 2009.

[9] International Maritime Organisation (IMO), *Guidelines for Evacuation Analyses for New and Existing Passenger Ships*, MSC.1/Circ.1533, Juni 2016.

[10] National Fire Protection Association

[11] Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V. (vfdb*), Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes*; Technischer Bericht vfdb TB 04-01, 4. Auflage März 2020.

[12] V. M. Predtechenskii and A. I. Milinskii, *Personenströme in Gebäuden - Berechnungsmethoden für die Projektierung*, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln Braunsfeld, 1971.

[13] D. Helbing, A. Johansson, and H. Z. Al-Abideen, *Dynamics of Crowd Disasters: An Empirical Study*, Physical review E 75 no. 4, (2007) 046109.

[14] R. Löhner, B. Muhamad, P. Dambalmath, and E. Haug, *Fundamental Diagrams for Specific Very High Density Crowds*, Collective Dynamics 2 (2017) 1-15.

[15] B. D. Hankin and R. A. Wright, *Passenger Flow in Subways*, Journal of the Operational Research Society 9 no. 2, (1958) 81-88.

[16] M. Möri and H. Tsukaguchi, *A New Method for Evaluation of Level of Service in Pedestrian Facilities*, Transportation Research Part A: General 21 no. 3, (1987) 223-234.

[17] S. J. Older, *Movement of Pedestrians on Footways in Shopping Streets*, Traffic engineering & control 10 no. 4, (1968) 160-163.

[18] C.-J. Jin, R. Jiang, S. Wong, D. Li, N. Guo, and W. Wang, *Large-Scale Pedestrian Flow Experiments under High-Density Conditions*, arXiv preprint arXiv:1710.10263 (2017).