

Allgemeine Lufttechnik



Sicherheit in Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen

# VDMA Informationsblatt Nr. 3

„Notwendige Zeiten für Selbstrettung, Rettung und Löschangriff“

Stand: Mai 2023



# Inhalt

1	Einleitung	3
2	Zielsetzung	4
3	Die Gefahr ist der Rauch	5
4	Einflussfaktoren auf das Verhalten von Menschen	6
5	Rechtliche Grundlage und Ziele des Personenschutzes	9
6	Welche Zeiten müssen bei einer Räumung berücksichtigt werden?	10
7	Rauchfreihaltung für die Fremdrettungszeiträume	13
8	Gesamtzeiten für die Räumung	14
9	Die Prinzipien der Rauchableitung	15
10	Ingenieurmethoden des Brandschutzes	16
11	Building Information Modeling – BIM	18
12	Zusammenfassung	19
13	Quellenangaben	20
14	Weiterführende Literatur	22
	Impressum	U3

## 2 NOTWENDIGE ZEITEN FÜR SELBSTRETTUNG, RETTUNG UND LÖSCHANGRIFF



Das Informationsblatt dient als Anhaltspunkt und bietet nur einen Überblick über die in Studien und intensiven Untersuchungen ermittelten Räumungszeiten. Es erhebt weder einen Anspruch auf Vollständigkeit noch auf die exakte Auslegung der bestehenden Rechtsvorschriften. Es darf nicht das Studium der relevanten Verordnungen, Gesetze, und Richtlinien ersetzen. Weiter sind die Besonderheiten der jeweiligen Gebäudestruktur, sowie die unterschiedlichen Anforderungen aus dem Brandschutzkonzept zu berücksichtigen. Von daher sind bei den im Informationsblatt angesprochenen Beurteilungen und Vorgehensweisen eine Vielzahl weiterer Konstellationen denkbar.

# 1 Einleitung

Einen Brand unmittelbar zu erleben ist für die meisten Menschen ein außergewöhnliches und unerwartetes Ereignis. Geschieht dies während des Aufenthaltes in einem Gebäude, fehlen den betroffenen Personen für ein solches Szenario in aller Regel Erfahrungen und Verhaltensmuster.

Die zentralen Anliegen des baulichen, anlagentechnischen, betrieblichen und des organisatorischen Brandschutzes sind es daher, die Sicherheit aller Gebäudenutzer zu gewährleisten. Dies gilt insbesondere für Gebäude besonderer Art oder Nutzung, wie

- Versammlungsstätten,
- Shopping Malls,
- Krankenhäuser,
- Alten- und Pflegeheime,
- Flughäfen,
- Bahnhöfe,
- Schulen,
- Sportstätten sowie multifunktional genutzte Arenen.

Fehlen Erfahrungen und Verhaltensmuster, reagieren Menschen instinktiv, ein planvolles Vorgehen darf nicht erwartet werden. Das Verhalten von Menschen in Extremsituationen ist nicht sicher vorhersehbar.

Wird im Verlauf eines Brandereignisses die Räumung des Gebäudes oder der betroffenen Bereiche notwendig, kann das Verhalten der Menschen einen wesentlichen Einfluss auf den Ablauf der Räumung oder Rettung haben.

Wieviel Zeit die im unmittelbaren Gefährdungsbereich befindlichen Personen benötigen, um aus eigener Kraft gefährliche Bereiche zu verlassen und in eine sichere Zone zu gelangen, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab.

Die wesentlich bestimmenden Faktoren sind hierfür unter anderem:

- Gebäudegeometrie,
- vorhandene Rettungswegbreiten und -längen,
- Wegführungen und Lage der Notausgänge,
- Anzahl der im Gebäude befindlichen Personen und ihre körperliche Leistungsfähigkeit,
- vom Brandereignis unmittelbar ausgehende Einwirkungen wie Temperatur, Brandgase und Rauch.

In diesem Informationsblatt werden folgende Begrifflichkeiten verwendet:

## Räumung

Notfallmäßiges ungeplantes Herausbringen von Personen aus einem Gefahrenbereich, so wie es bei einem Brandereignis notwendig werden kann (im englischen Sprachgebrauch wird i. d. R. auch hier von „Evacuation“ gesprochen).

## Evakuierung

Organisiertes, geplantes Verlegen von Menschen aus einem Gefahrenbereich in einen sicheren Bereich, wie es z. B. bei einer Bombenentschärfung notwendig werden kann.

### Fluchtweg

Weg, über den Menschen eine bauliche Anlage im Notfall schnell und sicher verlassen können. Ein Fluchtweg führt ins Freie oder in einen gesicherten Bereich, z. B. einen anderen Brandabschnitt.

Fluchtwege im Sinne der Arbeitsstättenverordnung [1] und der Technischen Regeln für Arbeitsstätten, siehe ASR A2.3 [2], sind auch die im **Bauordnungsrecht** definierten Rettungswege, wenn sie selbstständig begangen werden können – **Selbstrettung**.

### Rettungsweg

Das Bauordnungsrecht spricht ausschließlich von Rettungswege. Solche dienen der Feuerwehr auch als Angriffswege zur Brandbekämpfung. Und über sie können die Einsatzkräfte verletzte Personen in Sicherheit bringen – **Fremdrettung**.

## 2 Zielsetzung

Ziel dieses VDMA-Informationsblattes ist es, Grundlagen für die Ermittlung von Räumungszeiten aufzuzeigen, welche Zeiträume anzusetzen sind für:

- Branderkennung/Detektion,
- Selbstrettung,
- Fremdrettung,
- Löschangriff,

und welche Einflussfaktoren unter den Bedingungen eines Brandereignisses hierfür zu berücksichtigen sind.

### 3 Die Gefahr ist der Rauch

Brandrauch und Rauchgase entstehen in großen Mengen wie z. B. bei der Verbrennung von Papier, Pappe, Holz, Kunststoff oder Schaumstoff in Möbeln. Die entstehende Rauchmenge ist stark vom Material und den Verbrennungsbedingungen abhängig.

Je höher die Temperatur des Verbrennungsprozesses, desto größer sind die wirksamen Auftriebskräfte und das Rauchvolumen. Durch die Vermischung mit der Umgebungsluft erhöht sich das Rauchvolumen stetig weiter und kann sich schnell zu einer großen Gefahr in zweierlei Hinsicht entwickeln:

#### Sichtbehinderung

**Rauch beeinträchtigt nach sehr kurzer Zeit massiv die Sicht** (siehe Bild 1). Personen, die der Gefahr entfliehen wollen, unterschätzen die Bedrohung durch Rauch, verlieren die Möglichkeit, sich zu orientieren und versuchen, durch die ihnen bekannten Wege, oder auch einen vermeintlich kürzeren Weg, die Ausgänge zu erreichen.

#### Toxizität

**Rauch enthält toxische Pyrolyseprodukte**, die über die Lunge in den Organismus gelangen und die Lungenoberfläche schädigen.

Das sind zum Beispiel Chlor-Verbindungen, die beim Brand von Kunststoffen entstehen können. Die Reiz- und Ätzwirkung ruft tränende Augen und Reizhusten hervor. Das eingeatmete Rauchgas kann erstickende Wirkung haben und auch zu Verätzungen der Atemwege führen.

Zyanid-Verbindungen aus z. B. PU-Schäumen können bereits nach wenigen Atemzügen zum Tod führen.

Kohlenmonoxid, ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas, verdrängt am Transportmolekül Hämoglobin den Sauerstoff und verhindert, dass die roten Blutkörperchen Sauerstoff in die Organe transportieren können.

Das Einatmen von Brandrauch kann sehr schnell zu Erstickungsgefühlen, Verwirrheitszuständen, Schwindel, Orientierungslosigkeit bis hin zu Bewusstlosigkeit und Atemstillstand führen.

... nach 1 Minute

... nach 2 Minuten



Bild 1: Rauchentwicklung mit Auswirkung auf die Sichtweite

Quelle: TROX GmbH

## 4 Einflussfaktoren auf das Verhalten von Menschen

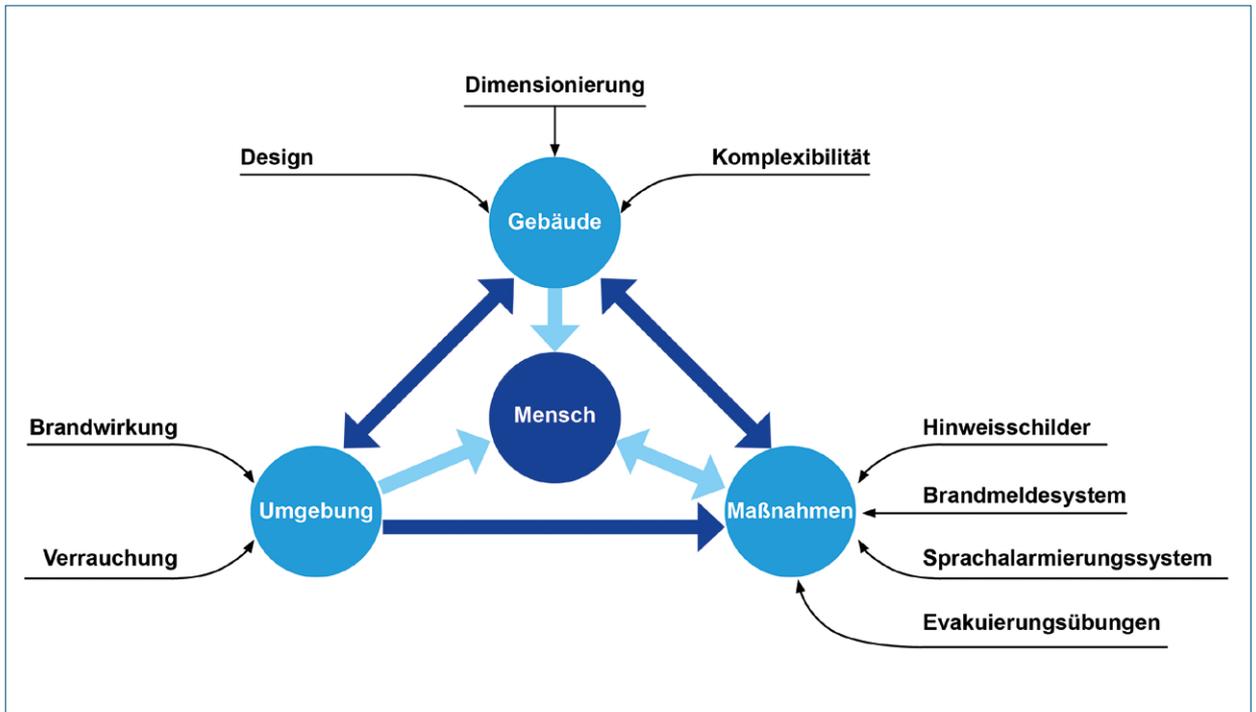


Bild 2: Einflussfaktoren auf das Verhalten von Menschen

Quelle: Aktionsgemeinschaft Entrauchung (AGE) Vortrag „Rette sich wer kann“ [3]

Für eine gezielte Selbstrettung ist es erforderlich, dass der Mensch sich rational verhält und nicht „panisch“ reagiert. Panik, die sich in Form einer nicht mehr kontrollierbaren rücksichtslosen Fluchtreaktion äußert, entsteht eher selten. Normalerweise laufen Räumungen geordnet ab.

Es kann davon ausgegangen werden, dass ein kleiner Teil der betroffenen Personen auf eine Gefahrensituation ruhig und besonnen reagiert, und ein weiterer kleiner Personenkreis eher gestresst, angstvoll und planlos. Der weitaus größte Teil der Personen nimmt die Situation zwar als bedrohlich wahr, bleibt aber ruhig und kann – durch klar erkennbare Strukturen und Anweisungen geleitet – selbstständig den gefährdeten Bereich verlassen.

Überlegungen, mit welchen Maßnahmen eine Räumung optimiert werden könnte, sind daher in den Vordergrund zu stellen (siehe Bild 2).

Ein wichtiger Einflussfaktor für die Räumung ist die individuelle Bewegungsgeschwindigkeit der Personen, charakterisiert durch Betrag und Richtung des Geschwindigkeitsvektors.

Durchschnittliche Erwachsene bewegen sich mit etwa 1,2 m/s – 1,4 m/s vorwärts.

Die Fortbewegung kann durch Verwirrung und Angst, aber auch durch eine Vielzahl weiterer Faktoren eingeschränkt werden:

- Anzahl der flüchtenden Personen (Personendichte),
- Alter, Größe, Bekleidung,
- Mobilität, körperliche Einschränkung,
- Rettungswegverlauf, Treppen,
- Brandeinwirkungen, Rauchgase.

Treppen haben eine unmittelbare Auswirkung auf die Fortbewegungsgeschwindigkeit von Personen (siehe Tabelle 1):

Kommt es durch Rauch zu eingeschränkten Sichtverhältnissen, kann dies die Geschwindigkeit der flüchtenden Personen massiv beeinflussen.

Ältere Menschen und Menschen mit Behinderungen bedürfen der besonderen Berücksichtigung bei der Festlegung von Rettungswegstrukturen (siehe Bild 3).

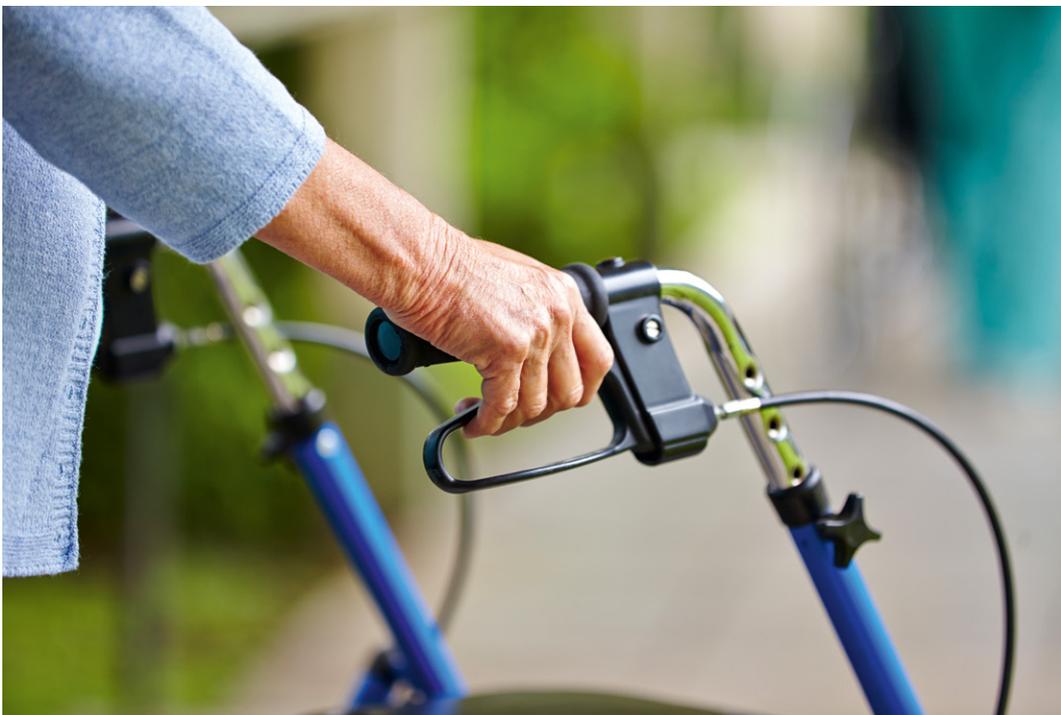


Bild 3: Alter und Mobilität beeinträchtigen flüchtende Personen

Quelle: AdobeStock

## 8 NOTWENDIGE ZEITEN FÜR SELBSTRETTUNG, RETTUNG UND LÖSCHANGRIFF

Barrierefreiheit bedeutet, bauliche und sonstige Anlagen so zu gestalten, dass sie für alle Personen ohne besondere Erschwernis und grundsätzlich ohne fremde Hilfe auffindbar, zugänglich und nutzbar sind (siehe auch Gesetz zur Gleichstellung von Menschen mit Behinderungen (Behindertengleichstellungsgesetz – BGG) §4 ff) [4].

DIN EN 17210 [5] formuliert qualitative Anforderungen und Empfehlungen für die Nutzung von Gebäuden. Diese Anforderungen werden durch die DIN 18040-1 [6] und DIN EN 18040-1 Entwurf [7] konkretisiert.

Personengruppe	Mittlere Gehgeschwindigkeit auf Treppen in m/s	
	abwärts	aufwärts
unter 30 Jahre	0,76	0,55
30 bis 50 Jahre	0,65	0,50
über 50 Jahre	0,55	0,42
Mobilität beeinträchtigt	0,42	0,32

Quelle: VDMA e. V.

Tabelle 1: Bewegungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Alter

## 5 Rechtliche Grundlage und Ziele des Personenschutzes

Bauordnungsrechtliche Schutzziele sind im Rahmen von Brandschutzkonzepten bzw. Brandschutznachweisen auszuweisen. Das Schutzziel „Personenrettung“ ist in Gesetzen eindeutig festgeschrieben, beginnend mit § 2 des Grundgesetzes [8], der Grundanforderung 2 der europäischen Bauprodukte-Verordnung (BauPVO) [9] sowie in der Musterbauordnung (MBO) [10] und den Landesbauordnungen (LBO) [11] – für das Bauordnungsrecht sind die Bundesländer zuständig.

Darüber hinaus gilt für die Errichter resp. Betreiber eines Gebäudes die Verkehrssicherungspflicht aus dem allgemeinen Haftungsrecht des Bürgerlichen Gesetzbuchs (BGB) [12].

In der MBO §14 [10] ist das Schutzziel folgendermaßen formuliert:

**„Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.“**

Eine Räumung muss für alle Nutzer im Ernstfall schnell vonstattengehen. Zusätzlich benötigen Rettungs- und Löschkräfte optimale Bedingungen, um die zu rettenden Menschen zu finden, den Brandherd aufzuspüren und bekämpfen zu können.

Verordnungen und Richtlinien für Sonderbauten, z. B. Versammlungsstätten, geben weitergehende Bestimmungen vor, wie die Forderung nach flächendeckenden Brandmelde- sowie Sprach- und Alarmierungsanlagen.

Gemäß Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) [1] und ihren Regeln (ASR) [13] führen Fluchtwege ins Freie oder in einen gesicherten Bereich – genau wie die im Bauordnungsrecht definierten

Rettungswege. Das Arbeitsschutzrecht stellt allerdings die Selbstrettung der Beschäftigten in den Vordergrund. Es formuliert keine Randbedingungen zur Nutzung der Wege durch Rettungskräfte.

Auch das Arbeitsschutzgesetz [14] und ergänzende Verordnungen, wie die Arbeitsstättenverordnung, definieren Vorschriften, die die Sicherheit und den Gesundheitsschutz von Beschäftigten bei besonderen Gefahren gewährleisten sollen.

Eine Vielzahl von nationalen und internationalen Normen beschäftigt sich mit der Räumung/Evakuierung von Gebäuden:

ISO 20414 „Brandschutzingenieurwesen – Verfahren zur Verifikation und Validierung von Räumungsmodellen für Gebäudebrände“ [15] stellt hauptsächlich Räumungs-/Evakuierungsprozesse mit mikroskopischen Modellen dar. Die Fortbewegung der Personen, ihre Interaktionen mit der Umwelt unter Berücksichtigung ihres wahrscheinlichen Verhaltens werden anhand von Brandverläufen und empirischen Beobachtungen dargestellt.

Mit der Normenreihe DIN 18009 ff. – „Brandschutzingenieurwesen“ [16] – werden Grundlagen zur Bewertung von Brandgefahren und zur Beurteilung und Bemessung von Maßnahmen des Brandschutzes zur Erfüllung vorgegebener Schutzziele festgelegt. Der Teil 1 dient als Rahmennorm und Grundlage für weitere Normteile.

DIN 18009 Teil 2 „Räumungssimulation und Personensicherheit“ [17] betrachtet die Räumung von baulichen Anlagen im Gefahrenfall, Hauptanwendung Brandfall. Es werden Verfahren zur Ermittlung von Räumungs- und Stauzeiten festgelegt. Fremdrettung und Brandbekämpfung sind nicht Gegenstand dieser Norm.

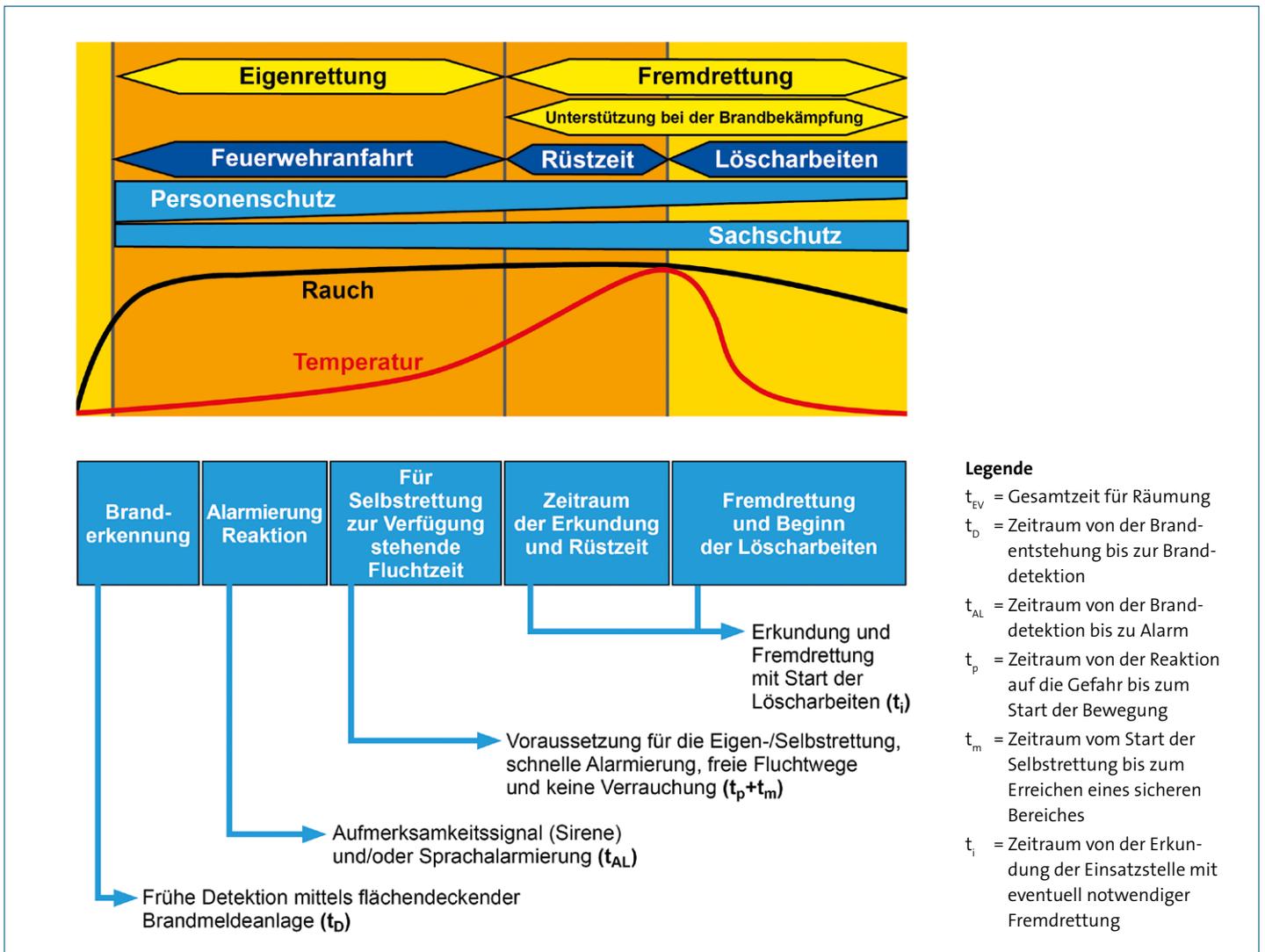
Grundsätzlich ist oberstes Ziel jedweder brandschutztechnischen Planung eines Gebäudes, im Fall eines Brandes die Selbstrettung der Gebäudenutzer sicherzustellen, und zwar so gefahrlos wie möglich.

## 6 Welche Zeiten müssen bei einer Räumung berücksichtigt werden?

Die Berechnung der Zeit für die Selbstrettung ist abhängig von Größe und Geometrie des Gebäudes, der Personenanzahl und Personendichte. Ihre Berechnung kann indirekt über die entsprechende Bestimmung von Notausgangs- und Rettungswegbreiten erfolgen, oder direkt über Simulationsberechnungen.

Die Selbstrettungszeit bzw. die gesamte Evakuierungszeit inklusive der durchgeführten Fremdrettung kann in folgende Abschnitte unterteilt werden (siehe Bild 4):

Die Räumung eines Gebäudes beinhaltet die Selbstrettung und die Fremdrettung durch die Feuerwehr oder weiterer Einsatzkräfte.



$$t_{EV} = t_D + t_{AL} + t_P + t_M + t_I$$

Bild 4: Typischer Verlauf eines Brandes mit Zeiten für Selbst- und Fremdrettung

## Brandentstehung und Detektion

Ob ein Brand in einem Verteilerschrank oder in einer Zwischendecke im Keller entsteht, wie massiv der Brandausbruch ist, mit oder ohne intensiver Flammenbildung, ob es sich um einen Schwelbrand oder Flüssigkeitsbrand handelt – moderne Brandmeldeanlagen sind mit geeigneten intelligenten Brandmeldern in der Lage, innerhalb von **2 bis 4 Minuten** Brände in ihrer Entstehung zu erkennen und zu lokalisieren.

Ohne ein Brandmeldesystem kann das Erkennen eines Brandes insbesondere bei einem Schwelbrand sehr lange dauern, möglicherweise zu lange, bei der Anwesenheit von Menschen im Gebäude.

- Bei einer vorhandenen Brandmeldeanlage wird mit  $t_p = 3 \text{ min}$  Branderkennungszeit gerechnet (100 Sekunden nach DIN VDE 0833-1:2014-10 VDE 0833-1 [18] und DIN 14675-1 [19] und Teil 2 [20]).

## Alarmierung der Rettungskräfte

Bei der Alarmierungszeit muss berücksichtigt werden, wie der Brandalarm weitergegeben wird. Die schnellste und sicherste Variante ist die externe Weiterleitung direkt an die Feuerwehr. Eine weitere Möglichkeit ist die interne Weitermeldung an eine ständig besetzte Stelle, die den Brandalarm verifiziert und die Feuerwehr informiert.

- Da die Alarmmeldung unmittelbar nach der Brandmeldung erfolgt, wird in der Praxis  $t_{AL} = 1 \text{ min}$  angenommen.

## Gefahrenmeldung, Reaktion, Rettungsbeginn

Eine Gefahrenmeldung unterbricht die Wahrnehmungsroutine. Für die Erkennung der Relevanz dieser Meldung ist die Art der Alarmierung von wesentlicher Bedeutung. Sie beeinflusst die Reaktionszeit und damit den Beginn der Selbstrettung maßgeblich.

Eine Sprachalarmierungsanlage (SAA) mit einer live gesprochenen Durchsage und einer klaren Botschaft wirkt sich positiv auf die Reaktionszeit aus, ein monotones Sirensignal ohne Bezug zum Grund der Gefahrenmeldung eher negativ. Menschen reagieren schneller auf das gesprochene Wort.

Insbesondere wenn Brandgase wahrgenommen werden können, oder Feuer und Rauch bereits sichtbar sind, muss durch geeignete anlagentechnische Maßnahmen die Zeitspanne bis zum Beginn der Selbstrettung so kurz als möglich gehalten werden können.

Weitere wichtige Einflussfaktoren und Wechselwirkungen sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Die Zeitspanne vor Beginn der Selbstrettung kann daher stark variieren. Sie kann allerdings durch geeignete anlagentechnische Maßnahmen wie Sprachalarmierung, Signalstrukturen und Rauchfreihaltung positiv beeinflusst werden.

- Reaktionszeit  $t_p = < 1 \text{ min bis } > 10 \text{ min}$

## Selbstrettung in einen sicheren Bereich

Detektion, Alarmierung, Wahrnehmung als Gefährdung und Reaktion – erst jetzt beginnt der Prozess der Selbstrettung.

Wichtige Faktoren, die diesen Prozess beeinflussen sind u. a.

- Alter, Gesundheit und Zustand der Gebäudenutzer,
- aktuelle Aktivitäten,
- Personenanzahl und ihre Standorte im Gebäude,
- Vertrautheit mit dem Gebäude,
- ständig wechselnde Besucher.

Im Brandschutzkonzept sind die bauordnungsrechtlichen Schutzziele unter Berücksichtigung dieser Faktoren zu konkretisieren, um die sichere Nutzbarkeit der Rettungswege für einen definierten Zeitraum zu ermöglichen.

Notausgänge müssen deutlich gekennzeichnet und auch im Brandfall immer gut erkennbar sein. Türen müssen immer von innen nach außen in Fluchtrichtung zu öffnen sein. Notausgänge müssen leicht zu öffnen sein, d. h. von Hand und ohne Schlüssel oder sonstige Hilfsmittel. Sie dürfen nie versperrt und zugestellt sein.

Eine aktive optisch-akustische resp. adaptive Rettungsweglenkung kann die Selbstrettung unterstützen und damit beschleunigen.

Die Zeit für die Selbstrettung muss derart bemessen werden, dass eine unmittelbare Gefährdung während dieser Zeitspanne ausgeschlossen bleibt.

Für die Selbstrettung kann  $t_m = > 9 \text{ min bis } < 17 \text{ min}$  angenommen werden.

Mensch	Gebäude	Feuer
<b>Profil</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschlecht</li> <li>• Alter</li> <li>• Fähigkeiten</li> <li>• Behinderungen</li> </ul>	<b>Art</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wohnhaus</li> <li>• Fabrik</li> <li>• Krankenhaus</li> <li>• Seniorenheim</li> <li>• Hotel</li> <li>• Kino</li> </ul>	<b>Optische Anzeichen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flammen</li> <li>• Rauch</li> <li>• Durchbiegen von Bauteilen</li> </ul>
<b>Wissen und Erfahrungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertrautheit mit dem Gebäude</li> <li>• Feuererfahrungen</li> <li>• Feuerübungen</li> <li>• Notfalltraining</li> </ul>	<b>Architektur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl Etagen</li> <li>• Ort der Ausgänge</li> <li>• Ort der Treppen</li> <li>• Gebäudeform</li> <li>• Komplexität</li> </ul>	<b>Geruchsbedingte Hinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verbrannter Geruch</li> <li>• ätzender Geruch</li> </ul>
<b>Bedingungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• allein / nicht allein</li> <li>• aktiv / passiv</li> <li>• unter Drogen- bzw. Medikamenteneinfluss</li> </ul>	<b>Grund des Aufenthalts</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• arbeiten</li> <li>• schlafen</li> <li>• essen</li> <li>• einkaufen, usw.</li> </ul>	<b>Akustische Hinweise</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geräusche des Feuers</li> <li>• herunterfallende Gegenstände</li> <li>• berstendes, zerspringendes Glas</li> </ul>
<b>Persönlichkeit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anführer</li> <li>• Mitläufer</li> <li>• ängstliche oder hilfsbedürftige Person</li> </ul>	<b>Vorbeugender Brandschutz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feueralarmsignal</li> <li>• Durchsage</li> <li>• Fluchtplan</li> <li>• geschultes Personal</li> <li>• Rückzugsräume</li> </ul>	<b>Andere Anzeichen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatur</li> </ul>

Quelle: Dissertation Uni Wuppertal urn:nbn:de:hbz:468-20140514-112006-6 (modifiziert) [21]

Tabelle 2: Einflussfaktoren und ihre Wechselwirkungen

## 7 Rauchfreihaltung für die Fremdrettungszeiträume

Kleinere, klar strukturierte Räume	> 3 Minuten
Größere, gut übersichtliche Räume	> 8 Minuten
Große Räume	> 10 Minuten

Quelle: VDMA e. V.

Tabelle 3: Erfahrungswerte der Feuerwehren

Die Räumung eines Gebäudes ist erst abgeschlossen, wenn es vollständig geräumt ist, und alle Personen das Gebäude verlassen haben oder in sichere Bereiche verbracht sind. Gebäudenutzer, die es aus eigener Kraft nicht schaffen oder eingeschlossen wurden, sind auf die Hilfe der Einsatzkräfte angewiesen.

Die Rauchfreihaltung der Rettungswege ist über den Zeitraum der Selbstrettung hinaus für die Fremdrettung solcher Personen erforderlich und unterstützt den Feuerwehrangegriff!

Die Fremdrettungsphase startet, nachdem die Feuerwehr an der Einsatzstelle eingetroffen ist und ihre Erkundungsphase abgeschlossen hat. Diese Phase ist besonders kritisch zu sehen, und zwar überall dort, wo mit großen Menschenansammlungen zu rechnen ist, wie in Shopping-Malls, Konzert- und Theatersälen, oder wo ein Großteil der Personen eingeschränkt mobil ist, z. B. in Krankenhäusern und Seniorenheimen (siehe Tabelle 2).

Einsätze zu Nachtzeiten und in komplexen Gebäudestrukturen erhöhen die Schwierigkeiten.

Die „Hilfsfristen“ für Feuerwehr- und Rettungsdienste sind in den Bundesländern unterschiedlich definiert. Man geht im Bundesdurchschnitt von 10 Minuten aus.

Mit dem Eintreffen der ersten Feuerwehreinheiten kann daher 10 Minuten nach deren Alarmierung gerechnet werden. Danach sind für die Erkundung und Einsatzentwicklung mindestens weitere 3 Minuten zu veranschlagen.

Um eine Brandausbreitung durch Löschmaßnahmen zu verhindern und mit weiteren Einsatzkräften die Fremdrettung durchzuführen, werden in der Regel die Rettungswege als Angriffswege genutzt. Daher ist die Entrauchung auch für eine geordnete Fremdrettung sicherzustellen, und zwar mindestens für folgende zusätzliche Zeiträume (siehe Tabelle 3):

Abhängig von den Gegebenheiten an der Einsatzstelle und der Leistungsfähigkeit der zuständigen Feuerwehr müssen eventuell auch längere Zeiten zugrunde gelegt werden. Damit ergibt sich ein

**t<sub>1</sub> = > 3 min bis > 10 min** für den Zeitraum von Erkundung der Einsatzstelle mit eventueller notwendiger Fremdrettung.

Die Räumung ist abgeschlossen, wenn sich alle Gebäudenutzer aus eigener Kraft oder mit Hilfe der Einsatzkräfte in sichere Bereiche begeben haben (Sammelstellen, Brandschutz- und Räumungshelfer, Anwesenheitslisten, Überprüfung der Einsatzstelle).

## 8 Gesamtzeiten für die Räumung

Zusammenfassend sind mindestens folgende Gesamtzeiten für die Rauchfreihaltung vorzusehen (siehe Tabelle 4). Für diese Gesamtzeit ist eine gleichbleibende, ausreichend raucharme Luftqualität sicherzustellen, wie sie zur Selbst- und Fremdrettung erforderlich ist.

Die beschriebenen Räumungszeiten beziehen sich auf eine automatische Alarmierung und rauchfreie oder mindestens raucharme Luft in den Rettungswegen!

	Kleine, klar strukturierte Räume	Größere, gut übersichtliche Räume	Große Räume
Brandentdeckung ( $t_p$ )	> 3 Minuten	> 3 Minuten	> 3 Minuten
Alarmierungszeit ( $t_{Al}$ )	> 1 Minute	> 1 Minute	> 1 Minute
Reaktionszeit und Laufzeit ( $t_p$ *)	> 3 Minuten	> 3 Minuten	> 3 Minuten
	> 2 Minuten	> 5 Minuten	> 10 Minuten
Anfahrt + Erkundung + Einsatzentwicklung + ( $t_i$ )	> 13 Minuten	> 13 Minuten	> 13 Minuten
Verbringung in sicheren Bereich ( $t_m$ )	> 3 Minuten	> 8 Minuten	> 10 Minuten
Gesamt **) = $t_{EV}$	> 20 Minuten	> 25 Minuten	> 27 Minuten

\*) Reaktionszeit und Laufzeit ( $t_p$ ) wurden bei der Ermittlung der Mindest-Gesamtzeit nicht einzeln berücksichtigt, da sie vor beziehungsweise zeitlich parallel zur Fremdrettung verlaufen können.

\*\*) Liegen im Einzelfall sehr ungünstige Verhältnisse vor, müssen diese Zeiträume entsprechend verlängert bzw. angepasst werden.

Quelle: VDMA e. V.

Tabelle 4: Gesamtzeiten für die Räumung

## 9 Die Prinzipien der Rauchableitung

### Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

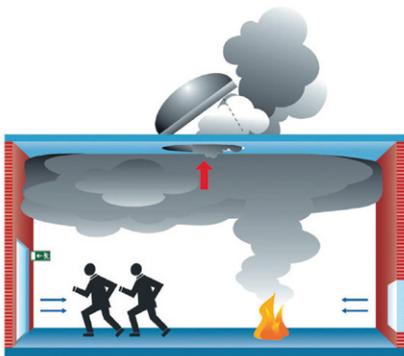


Bild 5: Natürliche Rauchabzugsanlagen



Bild 6: Maschinelle Rauchabzugsanlagen

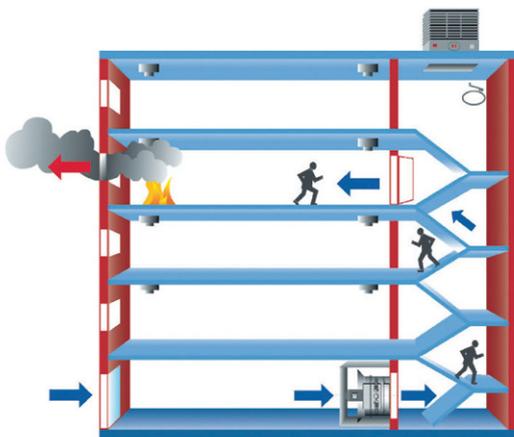


Bild 7: Druckbelüftungsanlagen

Für jede in diesem Zusammenhang zu betrachtende Gebäudestruktur können durch geeignete anlagentechnische Maßnahmen wirksame Rauchableitungen realisiert werden, um die Rettungswege rauchfrei bzw. raucharm zu halten. Die Selbstrettung wird sicher und effektiv unterstützt, und Einsatzkräfte können sich in raucharmen Bereichen schnell orientieren und gezielt Fremdrettung und Brandbekämpfung einleiten.

Die Prinzipien der Rauchableitung werden ausführlich im VDMA Informationsblatt 4 [22] beschrieben, siehe auch Bilder 5 bis 7.

## 10 Ingenieurmethoden des Brandschutzes

Die Musterbauordnung bzw. die Bauordnungen der Länder fordern den Nachweis der definierten Schutzziele durch Brandschutznachweise bzw. Brandschutzkonzepte.

Die Einhaltung der materiellen bauordnungsrechtlichen Vorschriften kann speziell bei Sonderbauten eine Realisierung besonderer Gebäudekonzeptionen oder geplanter betrieblicher Abläufe erschweren. Hier können zur Erstellung eines genehmigungsfähigen Brandschutznachweises/-konzeptes anerkannte ingenieurtechnische Methoden zum Einsatz kommen (siehe Tabelle 5).

Der „Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes“, veröffentlicht als Technischer Bericht des vfdb, stellt Verfahren und Berechnungsmethoden solcher ingenieurtechnischen Nachweisführungen dar und gibt Anwendungsbeispiele sowie Hintergrundinformationen:

„Seit ingenieurtechnische Brandsicherheitsnachweise einen festen Platz im Baugenehmigungsverfahren eingenommen haben, kommt der Konkretisierung von Schutzzielen in Verbindung mit der Festlegung von Brandszenarien, die der Beurteilung und Genehmigung von Bauvorhaben zu Grunde gelegt werden sollen, eine erhöhte Bedeutung zu. Dabei sind verschiedene Aspekte wie

- Brandschutzphilosophie und Brandschutzkonzepte,
- Schutzgüter und Schutzziele,
- Bemessungsbrandszenarien und Bemessungsbrände,
- Bemessung und Auslegung von Brandschutzmaßnahmen und Brandsicherheitsniveau

ingenieurgemäß ganzheitlich zu betrachten.“ ... [23].

Funktionale Anforderung	Konkretisierung durch Angabe einzuhaltender Leistungskriterien
Begrenzung der Ausbreitung von Feuer und Rauch	Rauchfreihaltung für die eigenständige Flucht der Personen (objektbezogen zum Beispiel mindestens 10 Minuten bzw. über den nachgewiesenen Zeitraum der Selbstrettung)
Rettung von Menschen	Sicherer Aufenthalt in gesicherten Bereichen bis zur Rettung durch die Feuerwehr (objektbezogen zum Beispiel mindestens 30 Minuten bzw. über den nachgewiesenen Zeitraum der Selbstrettung)
Ermöglichung wirksamer Löscharbeiten innerhalb eines Gebäudes	Standsicherheit der Konstruktion mehrgeschossiger Bauten (objektbezogen zum Beispiel mindestens 90 Minuten oder über den Brandverlauf eines Naturbrandes), Rauch und Wärmeabzug über Zeitraum x bei maximaler Rauchsichtdicke y

Quelle: vfdb TB 04-01 [23]

Tabelle 5: „Beispiele für die Konkretisierung bauordnungsrechtlicher Schutzziele des Personen- und Sachschutzes“

Zur Erfüllung der Schutzziele, d. h. einer wirkungsvollen Risikominderung werden folgende Maßnahmen betrachtet:

### 1. Primärmaßnahmen

gegen eine Brandentstehung

### 2. Sekundärmaßnahmen

Begrenzung der Ausbreitung und Entwicklung eines Schadenfeuers

### 3. Tertiärmaßnahmen

bauliche Strukturen, Feuerwiderstand der einzelnen Bauteile

Mit Primär- und Sekundärmaßnahmen sollen zu einem die Wahrscheinlichkeit gefährlicher Brandereignisse reduziert und zum anderen die Rettung sichergestellt werden (Tertiärmaßnahmen werden wirksam bei Versagen von 1. und 2., resp. bei einem Vollbrand).

Zu den Sekundärmaßnahmen gehören daher Maßnahmen, ...“ die speziell die Rauchausbreitung verhindern sollen und die für die Flucht und Rettung sowie für eine wirksame Brandbekämpfung ... notwendigen Voraussetzungen den Brandphasen zuordnet.“ [23].

## Räumungssimulationen, Selbst- und Fremdrettung

Wenn

- komplexe Gebäudegeometrien (Dimensionen, Wegführung) zu berücksichtigen sind und
- mit großen Personen-/Besucherzahlen zu rechnen ist, und
- wo bauordnungsrechtliche Abweichungen eine besondere Betrachtung erfordern,

können im Rahmen der Erarbeitung eines ingenieurtechnischen Brandschutznachweises/-konzeptes für Personenstromanalysen und Räumungszeitberechnungen verschiedene Rechenverfahren und Simulationsprogramme zum Einsatz kommen.

Sie bieten die Möglichkeit, Räumungsabläufe in einem bestimmten Umfang zu modellieren und damit probabilistische, auf Wahrscheinlichkeiten beruhende Berechnungen durchzuführen.

Kamen für die Berechnung von Personenströmen früher hauptsächlich sogenannte „makroskopische Modelle“ zur Anwendung, die eine Vereinfachung der Gebäudegeometrie erforderten, sind es heute „mikroskopische Modelle“, die einen hohen Detaillierungsgrad ermöglichen.

„Menschliches Verhalten“ in einer Gefahrensituation kann aufgrund individueller Parameter und gegebener Einflussfaktoren in diesen Modellen – zumindest bedingt – berücksichtigt werden.

Programme zur Durchführung von Räumungs-/Evakuierungssimulationen sind z. B. ASERI, buildingEXODUS, Crowd Control, crowd:it, FDS+Evac, Pathfinder, PedGo, PTV Viswalk und weitere mehr.

## 11 Building Information Modeling – BIM

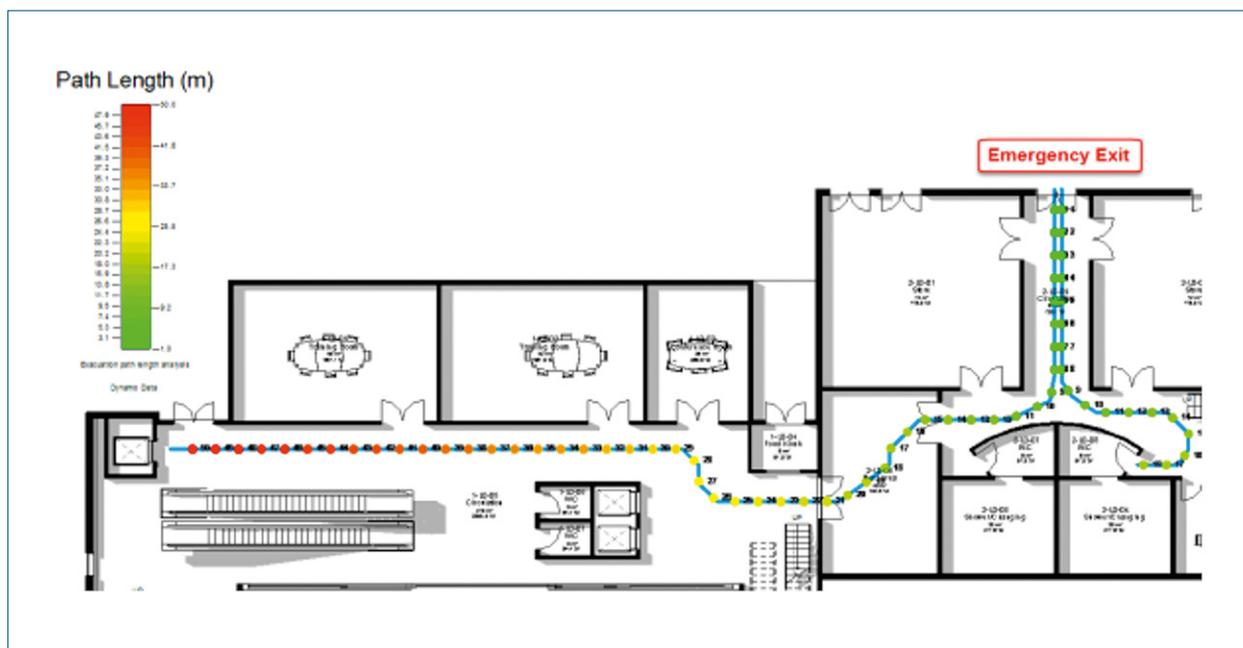


Bild 8: Beispiel einer einfachen Fluchtweganalyse

Quelle: Fluchtweganalyse mit Dynamo – BIM Blog (autodesk.com) [25]

Eine zunehmende Anwendung auch hier in Deutschland als inklusives Planungswerkzeug für den kompletten Lebenszyklus von Gebäuden erfährt „BIM – Building Information Modeling“ (siehe auch Richtlinienreihe VDI 2552) [24].

Diese Methode nutzt einen virtuellen Zwilling des zu errichtenden Gebäudes – „digital twin“ – welcher alle Daten aus Bauplanung, Bauausführung und auch Facility Management beinhaltet.

Möglichst „reale“ Modellierungen von Brand-, Rauch- und Räumungs-/Evakuierungssituationen benötigen exakte Informationen über Geometrie, Gestaltung, Größen, Formen, Positionen z. B. von Fluren und Türen und der verwendeten Baustoffe.

All diese Parameter können digitalisiert in BIM-Gebäudemodellen abgebildet und genutzt werden, um in Verbindung mit leistungsfähigen Plattformen wie z. B. Autodesk „Revit“ und geeigneten Programmen wie z. B. „Dynamo2“ ebenfalls Räumungssimulationen zu erstellen und weiter zu immersiven „Virtual Reality“-Szenarien aufzubauen, die zu Übungs- und Schulungszwecken von Einsatzkräften genutzt werden können (siehe Bild 8).

Es ist sicher anzunehmen, dass die Digitalisierung/BIM bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken zukünftig eine erheblich größere Rolle spielen wird. Das ‚Comité Européen de Normalisation‘ CEN arbeitet an weiteren Standards für BIM, in einigen EU-Staaten ist der Einsatz von BIM bei der Errichtung öffentlicher Gebäude bereits zwingende Vorschrift.

## 12 Zusammenfassung

### Rechtliche Grundlagen und Ziele des Personenschutzes

Das Schutzziel „Personenrettung“ ist in den Bauordnungen und der europäischen BauPVO [9] eindeutig festgeschrieben.

### Die Gefahr ist der Rauch

Bei Bränden jedweder Art entstehen Rauch und weitere toxische Pyrolyseprodukte, die eine massive Sichtbehinderung und Atembeschwerden verursachen können.

### Einflussfaktoren auf das Verhalten von Personen

Rauch und Brandgase schaffen Gefahrensituationen, die das Verhalten von Personen, die sich in Sicherheit bringen wollen, negativ beeinflussen können.

### Planungstechnische Rahmenbedingungen

Maßgeblich sind die Betrachtungen der Gebäudegeometrie sowie der Gebäudenutzer (Menge, Mobilität, Vertrautheit mit der Gebäudestruktur ja/nein). Hieraus ergeben sich notwendige bau- und anlagentechnische Erfordernisse (Gestaltung und Kennzeichnung von Rettungswegen, Branddetektions- und Alarmierungssysteme, Anlagentechnik für die Rauchfreihaltung und Rettungsweglenkung).

### Rauchfreihaltung von Rettungswegen, Selbstrettung

Die Sicherstellung der Selbstrettung erfordert geeignete Anlagenstrukturen, wie eine flächendeckende Brandmeldeanlage, Sprachalarmierung und adaptive Rettungsweglenkung sowie rauchfreie oder zumindest raucharme Schichten in den Rettungswegen. Orientierung und eine selbstständige Rettung in einen sicheren Bereich können nur so ermöglicht werden.

### Fremdrettungszeiträume

Nach der Selbstrettung in einen sicheren Bereich muss eine Fremdrettung für hilflose, behinderte oder beweglich eingeschränkte Personen durch die Einsatzkräfte sichergestellt werden. Für das Eintreffen von Feuerwehr und Rettungsdiensten ist ein Zeitraum von 10 Minuten zu veranschlagen.

### Ingenieurtechnische Nachweise

Die Einhaltung der materiellen bauordnungsrechtlichen Vorschriften kann speziell bei Sonderbauten eine Realisierung besonderer Gebäudekonzeptionen oder geplanter betrieblicher Abläufe erschweren. Hier können anerkannte ingenieurtechnische Methoden zum Einsatz kommen, um ein mindestens gleiches Sicherheitsniveau nachzuweisen, wie es aus den in LBO [11], MBO [10] und SBauVO [26] usw. formulierten Schutzzielen insbesondere zur Sicherstellung der Personenrettung resultiert.

Es werden die Zusammenhänge zwischen Brandrisiken, Brandszenarien und Schutzzielen untersucht und für den Einzelfall bewertet.

### Building Information Modeling – BIM

Plattformen wie BIM werden in der Planung von Bauwerken und der Gestaltung sicherer Flucht- und Rettungswegstrukturen - und mit sich daraus ergebenden Räumungsabläufen, insbesondere durch die mögliche Visualisierung in „Virtual Reality“ – Szenarien – zukünftig eine bestimmende Rolle haben.

### Gesamtzeiten für die Räumung

Die vollständige Räumung des Gebäudes ist abgeschlossen, wenn alle Gebäudenutzer in sichere Bereiche oder ins Freie verbracht worden sind. Die Gesamtzeit hierfür ist die Summe der Minuten, die prinzipiell für folgenden Ablauf zu berechnen ist:

- Branderkennung und Alarmierung,
- Selbstrettung,
- Eintreffen der Rettungskräfte und Einsatzentwicklung,
- Durchführung der Fremdrettungsmaßnahmen und
- Beginn der Löscharbeiten.

In Verbindung mit dem Einsatz der Feuerwehr und der Rettungskräfte stellen der bauliche und anlagentechnische Brandschutz durch

- sichere Rettungs- und Angriffswege,
- schnelle Branddetektion und Alarmierung,
- angepasste Signal- und Anlagenstrukturen,
- optimale Rauchableitung,

das Schutzziel der Personenrettung, der „körperlichen Unversehrtheit“ sicher.

**Zeitdauer für die Räumung < Zeitdauer für die Rauchfreihaltung!**

**Rettungs- und Angriffswege sollten daher immer mindestens für 30 Minuten rauchfrei gehalten werden, und die**

**Versorgung der Rauchableitung**

- immer mindestens für einen **Funktionserhalt von 30 Minuten** ausgelegt werden.

## 13 Quellenangaben

[1] Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV), 12.08.2004  
„Arbeitsstättenverordnung vom 12. August 2004 (BGBl. I S. 2179), die zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 22. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3334) geändert worden ist“

[2] ASR  
A2.3 Fluchtwege und Notausgänge – Technische Regel für Arbeitsstätten, Ausgabe: März 2022 (GMBI 2022, S. 227)

[3] AGE Vortragserie  
„Rette sich wer kann“ (Michael Buschmann)

[4] Gesetz zur Gleichstellung von Menschen mit Behinderungen (Behindertengleichstellungsgesetz – BGG)

[5] DIN EN 17210:2021-08, Barrierefreiheit und Nutzbarkeit der gebauten Umwelt – Funktionale Anforderungen

[6] DIN 18040-1:2010-10, Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude

[7] DIN 18040-1:2023-02 (Entwurf), Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude

[8] „Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 100-1, veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 19. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2478) geändert worden ist“

- [9] Europäische Bauproduktenverordnung (BauPVO)  
Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates
- [10] Musterbauordnung – MBO – Fassung November 2002  
\*Zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 22./23.09.2022
- [11] Landesbauordnung (LBO) – Bauordnungen der Bundesländer
- [12] Bürgerliches Gesetzbuch (BGB), 18.08.1896  
„Bürgerliches Gesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. Januar 2002 (BGBl. I S. 42, 2909; 2003 I S. 738), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 14. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 72) geändert worden ist“
- [13] Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR)
- [14] Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG), 07.08.1996  
„Arbeitsschutzgesetz vom 7. August 1996 (BGBl. I S. 1246), das zuletzt durch Artikel 6k des Gesetzes vom 16. September 2022 (BGBl. I S. 1454) geändert worden ist“
- [15] ISO 20414:2020-11, Brandschutzingenieurwesen – Verfahren zur Verifikation und Validierung von Räumungsmodellen für Gebäudebrände
- [16] DIN 18009-1:2016-09, Brandschutzingenieurwesen – Teil 1: Grundsätze und Regeln für die Anwendung
- [17] DIN 18009-2:2022-08, Brandschutzingenieurwesen – Teil 2: Räumungssimulation und Personensicherheit
- [18] DIN VDE 0833-1:2014-10, VDE 0833-1:2014-10, Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall – Teil 1: Allgemeine Festlegungen
- [19] DIN 14675-1:2020-01, Brandmeldeanlagen – Teil 1: Aufbau und Betrieb
- [20] DIN 14675-1:2020-01, Brandmeldeanlagen – Teil 2: Anforderungen an die Fachfirma
- [21] Simulationsmethoden für Brandschutz und Evakuierung; Grundlagen – Anwendung – Erweiterung; Dissertation Uni Wuppertal urn:nbn:de:hbz:468-20140514-112006-6
- [22] VDMA Informationsblatt 4 „Prinzipien zur Rauchableitung“ (01/2017)
- [23] vfdb TB 04-01 (2020-03) Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes
- [24] VDI 2552 Richtlinienreihe; Building Information Modeling (BIM)
- [25] Dynamo, Fluchtweganalyse mit Dynamo – BIM Blog (autodesk.com)
- [26] Verordnung über Bau und Betrieb von Sonderbauten (Sonderbauverordnung – SBauVO)

## 14 Weiterführende Literatur

- AGBF Bund  
Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren für „Qualitätskriterien für die Bedarfsplanung von Feuerwehren in Städten“ vom 16. September 1998, Fortschreibung vom 19. November 2015
- Anlagen zur Brandschutzbedarfsplanung für kommunale Entscheidungsträger vom Ministerium für Inneres und Kommunales, Städtetag NRW, Landkreistag NRW und Städte- und Gemeindebund NRW, Stand 07. Juli 2016
- Baulicher Brandschutz  
Anforderungen an Flucht- und Rettungswege  
Studikus, Ausgabe 1|2017
- Berechnung von Evakuierungszeiten bei Sonderbauten mit dem Programm buildingExodus  
Markus Ehm Jan Linxweiler, Studienarbeit  
TU Braunschweig, August 2004
- Besuchersicherheit aus psychologischer Sicht,  
Laura Künzer und Gesine Hofinger  
Bevölkerungsschutz 1/2014
- BIM2SIM –  
Integration von Personenstromsimulationen in den Bauprozess  
accu:rate GmbH, Rosental 5, 80331 München
- Brandschutzleitfaden für Gebäude des Bundes,  
BMI – Bundesministerium des Inneren  
4. Auflage Juni 2019
- Brandschutzingenieurmethoden –  
Praktische Anwendung der DIN 18009,  
Georg Spennes, BFT Cognos GmbH, Aachen,  
FeuerTRUTZ Brandschutzkongress 2018
- BS 7974 PD 7974 – 2019,  
Application of fire safety engineering principles to the design of buildings –  
Part 6: Human factors: Life safety strategies –  
Occupant evacuation, behaviour and condition (Sub-system 6)
- Building Information Modeling (BIM) –  
Eine Herausforderung an die zeitgemäße Ausbildung von im Bauwesen tätigen Ingenieurinnen und Ingenieuren,  
Prof. Dr.-Ing. Jens H. Liebchen
- Bundesministerium für Bildung und Forschung  
BMBF –  
Schutz und Rettung von Menschen, Sicherheitsforschung  
SIFO.de Startseite – BMBF-Sicherheitsforschung
- Evakuierung:  
„So sorgen Sie für den Ernstfall vor“;  
Ein Spezial-Report aus dem Bereich Arbeitssicherheit,  
www.safetyxperts.de  
Verlag für die „Deutsche Wirtschaft AG“,  
Theodor-Heuss-Straße 2-4, Bonn
- Motivating Public Evacuation,  
Fitzpatrick-Milletti,  
International Journal of Mass Emergencies and Disasters, August 1991
- Stufenplan Digitales Planen und Bauen,  
BMVI Dezember 2015
- Tagungsband  
„ Braunschweiger Brandschutztage“ 2007
- Das Fluchtverhalten von Menschen in Extremsituationen,  
R. Mark in: Brandverhütung 1/2001
- Einsatzleiterwiki  
Das elektronische Einsatzleiterhandbuch  
Startseite [Einsatzleiterwiki]

- Evakuierungsberechnungen bei Brandereignissen mittels Ingenieurmethoden (Brandschutzjahrbuch)
- Handbuch für die Einführung von Building Information Modelling (BIM) durch den europäischen öffentlichen Sektor, EUBIM Taskgroup, www.eubim.eu, 2017
- Musterverordnung über den Bau und Betrieb von Versammlungsstätten (Muster-Versammlungsstättenverordnung – MVStättVO) Fassung Juni 2005 (zuletzt geändert durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht vom Juli 2014)
- Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) – Kapitel 14
- Mythen der Räumung und Evakuierung, Laura Künzer / August 2015, Feuer TRUTZ Magazin 04 2015
- Problemfall Evakuierung: Der menschliche Faktor, Gesine Hofinger, Sicherheitsingenieur 2/2014
- Personenströme in Gebäuden. Berechnungsmethoden für die Projektierung, Auflage 2015, Predtetschenski, W.M; Milinski, A.I Beilicke Brandschutz Verlag, ISBN: 978-3-942578-04-2
- RiMEA e.V. Richtlinie für Mikroskopische Entfluchtungsanalysen, Version: 3.0.0, 10. März 2016, www.rimea.de
- Schadenprisma Ausgabe 1 | 2013 Verbrennungsdynamik, Rauchgastoxizität und ihre Folgen, Guido Kaiser, Matthias Münch, www.schadenprisma.de
- Simulationen: Einsatz in der Brandschutzplanung, Dipl.-Ing. Marian Behaneck, FeuerTrutz Magazin 02 2020
- ZVEI Broschüre „Effektive Gebäudeevakuierung mit System“, Januar 2012
- ZVEI | Merkblatt 33013:2016-05, Adaptive Fluchtweglenkung – Weiterentwicklung der technischen Gebäudeevakuierung: Von der Dynamischen zur Adaptiven Fluchtweglenkung
- VDMA Grundlagenpapier Entrauchung – Unterstützende Maßnahmen für Selbst- und Fremdrettung, Löschangriff, Sach- und Umweltschutz (2012, in Überarbeitung)
- VDMA Informationsblätter über Sicherheit in Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen: <https://www.vdma.org/viewer/-/v2article/render/14640257>
- Informationsblatt Nr. 1 „Zuluftführung für maschinelle Rauchabzugsanlagen“ (07/2017)
- Informationsblatt Nr. 2 „Wechselwirkung von Löschanlagen und MRA/NRA“ (01/2017)
- Informationsblatt Nr. 3 „Notwendige Zeiten für Selbstrettung, Rettung und Löschangriff“ (05/2023)
- Informationsblatt Nr. 4 „Prinzipien zur Rauchableitung“ (01/2017)
- Informationsblatt Nr. 5 „Stromversorgung in sicherheitstechnischen Anlagen – Maschinelle Rauchabzug-Anlagen“ (02/2019)

Informationsblatt Nr. 6  
„Funktionserhalt von elektrischen  
Leitungsanlagen –  
Maschinelle Rauchabzugsanlagen“  
(01/2017)

Informationsblatt Nr. 7  
„Anforderung an die Entrauchung in den neuen  
Muster- Sonderbaurichtlinien/-verordnungen“  
(01/2017)

Informationsblatt Nr. 8  
„Verwendung von Brandschutz- und  
Entrauchungsklappen mit CE-Kennzeichnung“  
(01/2020)

Informationsblatt Nr. 9  
„Abschlüsse für Überströmöffnungen“  
(01/2020)

Informationsblatt Nr. 10  
„Sichere Treppenräume in Gebäuden  
unterhalb der Hochhausgrenze mit  
Druckbelüftungsanlagen“  
(01/2020)

Informationsblatt Nr. 12  
„Nutzung von Entrauchungs-/Lüftungsanlagen  
zur Reduktion von infektiösen Aerosolen  
in Gebäuden“  
(09/2021)

# Impressum

## **VDMA e. V.**

Allgemeine Lufttechnik  
Arbeitskreis Brandschutz und Entrauchung

Lyoner Straße 18  
60528 Frankfurt am Main

## **Kontakt**

Christine Montigny  
Telefon +49 69 6603-1860  
E-Mail [christine.montigny@vdma.org](mailto:christine.montigny@vdma.org)  
Internet [vdma.org/luftreinhaltung](http://vdma.org/luftreinhaltung)  
[vdma.org/brandschutz-entrauchung](http://vdma.org/brandschutz-entrauchung)

## **Redaktion**

Michael Buschmann  
TROX GmbH

Christine Montigny  
VDMA e. V.

Ulrich Tente  
Etex Building Performance GmbH

Jürgen Walter  
Branddirektion Frankfurt am Main

## **Produktion und Verlagsleistung**

VDMA Services GmbH

## **Layout und Satz**

VDMA Services GmbH

## **Druck**

druckriegel GmbH, Frankfurt am Main

## **Bildquellen**

Umschlagbild shutterstock\_1849870306  
Bild 1 TROX GmbH  
Bild 2 Aktionsgemeinschaft  
Entrauchung (AGE)  
Vortrag „Rette sich wer kann“  
Bild 3 AdobeStock #49517358  
Bilder 4 – 7 TROX X-FANS GmbH  
Bild 8 Dynamo

## **Stand**

Mai 2023

© Copyright by Allgemeine Lufttechnik

## **VDMA**

Allgemeine Lufttechnik  
Arbeitskreis Brandschutz und Entrauchung

Lyoner Straße 18  
60528 Frankfurt am Main

## **Kontakt**

Christine Montigny

Telefon +49 69 6603-1860

E-Mail [christine.montigny@vdma.org](mailto:christine.montigny@vdma.org)

Internet [vdma.org/luftreinhaltung](http://vdma.org/luftreinhaltung)  
[vdma.org/brandschutz-entrauchung](http://vdma.org/brandschutz-entrauchung)



[vdma.org/luftreinhaltung](http://vdma.org/luftreinhaltung)  
[vdma.org/brandschutz-entrauchung](http://vdma.org/brandschutz-entrauchung)