

ZVEI | MERKBLATT

33013:2016-05

Adaptive Fluchtweglenkung

Weiterentwicklung der technischen
Gebäudeevakuierung:
Von der Dynamischen zur Adaptiven Fluchtweglenkung

Autoren

Bernd Ammelung	Ing.-Büro Ammelung, Security Consulting
Markus Brüne	Ruhr-Universität Bochum
Dr. Sebastian Festag	Hekatron Vertriebs GmbH
Prof. Dr. Roland Goertz	Bergische Universität Wuppertal
Reiner Hitzemann	ABB Kaufel GmbH
Ulrich Höfer	Inotec Sicherheitstechnik GmbH
Karl-Olaf Kaiser	BPK GmbH und Kaiser-Brandschutzseminare
Peter Krapp	ZVEI - FV Sicherheit
Norbert Küster	Rechtsanwalt
Hans Kupfer	Siemens AG
Friedrich Münz	Siemens AG
Bastian Nagel	Hekatron Vertriebs GmbH
Marco Plaß	Universität Paderborn
Lance Rütimann	Siemens Schweiz AG
Dr. Henning Salié	rhs technik kommunizieren
Michael Sigesmund	International Security Academy e.V.
René Tepaß	Novar GmbH
Norbert Vogel	Bosch Sicherheitssysteme GmbH
Günter Wagner-Gittel	CEAG Notlichtsysteme GmbH



Impressum

Merkblatt

Adaptive Fluchtweglenkung

Herausgeber:

ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.

Fachverband Sicherheit

Lyoner Straße 9

60528 Frankfurt am Main

Telefon: +49 69 6302-272

Fax: +49 69 6302-322

E-Mail: krapp@zvei.org

www.sicherheit.org

Verantwortlich:

Peter Krapp

Fachverband Sicherheit

Mai 2016

Trotz größtmöglicher Sorgfalt übernimmt der ZVEI keine Haftung für den Inhalt. Alle Rechte, insbesondere die zur Speicherung, Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung sind vorbehalten.

Bildnachweis	Seite
Hekatron	11
Alona_S/Fotolia	12 links
Freepik.com	12 mitte
Virtua73/Fotolia	12 rechts
Hekatron	14
Hekatron	16 oben
Hekatron	16 unten
Hekatron	19
Hekatron	20
Inotec	30
Inotec	30
Inotec	31
Inotec	31
Inotec	32
Inotec	33
Inotec	33
Inotec	35
Inotec	36
Inotec	37
Kempen Krause Hartmann Ingenieure GmbH	38
Kempen Krause Hartmann Ingenieure GmbH	39
Inotec	40
Inotec	41
Smuay/Fotolia	42
Universität Paderborn/C.I.K.	43

Inhalt

Vorwort	5
1. Einleitung	6
2. Zielsetzung und Anwendungsbereich	8
3. Rechtliche Rahmenbedingungen	9
4. Adaptive Fluchtweglenkung	11
4.1 Allgemeine Unterscheidung der Bestandteile	11
4.2 Optische Kennzeichnung und Signalisierung	12
4.3 Akustische Signalisierung	13
4.4 Konzepte zur Fluchtweglenkung	13
4.5 Einordnung und begriffliche Festlegung	15
5. Gefahrenszenarien	19
6. Nutzen der Adaptiven Fluchtweglenkung	23
6.1 Sicherheitsgewinn	23
6.2 Zeitgewinn	23
6.3 Situationsangepasste Auslastung von Fluchtwegen	24
6.4 Vermeiden von panikartigem Verhalten	25
6.5 Fremdrettung	26
6.6 Berücksichtigung besonderer Personengruppen durch das 2-Sinne-Prinzip	27
6.7 Ausfallwahrscheinlichkeit und Flexibilität	28
6.8 Kompensationen	28
6.9 Wirtschaftlichkeit	29
7. Das Konzept der Adaptiven Fluchtweglenkung	30
8. Anwendungsbeispiele einer Fluchtweglenkung	35
9. Künftige Entwicklungen und Handlungsbedarf	44

Vorwort



Der ZVEI-Fachverband Sicherheit befasst sich seit einigen Jahren mit dem Beitrag, den Anlagentechnik zur Unterstützung der Gebäudeevakuierung leisten kann. Aus diesen Arbeiten sind bisher eine Broschüre mit dem Titel Effektive Gebäudeevakuierung (EffGebEvMSyst, 1/2012) und eine Anlage mit technischen Details (AnEffGebEvMSyst, 8/2011) hervorgegangen. Das hier vorliegende Merkblatt ergänzt diese Dokumente.

Es zeigt, wie durch eine intelligente Verknüpfung von Gefahrenerkennung, Alarmierung und Evakuierung verschiedene technische Systeme zu einer adaptiven Anlagentechnik weiterentwickelt werden, die eine Anpassung der „Fluchtweglenkung“ an sich verändernde Entwicklungen der Gefahrenlage, vor allem der Brandentwicklung, erlaubt.

Nicht nur der technische Fortschritt treibt die Auseinandersetzung mit diesem Thema an. Auch besonders schutzbedürftige Personen wie die wachsende Zahl älterer Menschen, die oft in ihrer Mobilität eingeschränkt sind, dazu Schwangere, Kinder und Behinderte sowie immer größere und komplexere Gebäudestrukturen erzeugen Anforderungen an zeitgemäße und im Anforderungsfall sichere Lösungen. Die Entwicklung und die Marktverfügbarkeit neuartiger Systeme, die die Abdeckung zuvor nicht oder nur schwer beherrschbarer Risiken zu vertretbaren Kosten erlauben, führen zu zusätzlichem Handlungsdruck.

Der Trend zur Adaptiven Fluchtweglenkung mit intelligenter Nachführung der Sicherheitstechnik an die Entwicklung einer Gefahrensituation ist zu erkennen. Das vorliegende Merkblatt beschreibt das Konzept der Adaptiven Fluchtweglenkung und will damit einen zukunftsorientierten Beitrag für die Optimierung der Evakuierung von Gebäuden leisten. Wir stecken mitten in einer Entwicklung, die das Sicherheitsniveau erhöhen kann – gleichzeitig müssen mögliche neu auftretende Gefahren analysiert und in die Weiterentwicklung einbezogen werden. Das primäre Ziel ist die Erhöhung der Sicherheit. Dieses Merkblatt soll dazu über grundsätzliche technische Möglichkeiten informieren und Handlungsbedarfe in Technologie, Forschung, Normung und Anwendung aufzeigen.

Frankfurt am Main, 22. April 2016

Dr. Sebastian Festag
Vorsitzender des Arbeitskreises
Fluchtweglenkung

1. Einleitung

Technische Maßnahmen zur Unterstützung der Evakuierung aus Gebäuden werden heutzutage vor allem zur Kompensation eingesetzt, wenn Sicherheitsvorgaben aufgrund der gebäudespezifischen Bedingungen auf dem gewohnten Weg nicht erreicht werden können. Dabei ermöglichen technische Maßnahmen eine flexible Gestaltung und helfen Zwangslagen (vor allem bei Bestandsbauten) zu umgehen. Das zu erreichende Sicherheitsniveau ist das Maß der Dinge. Technik erzielt aber nur dann eine hohe Akzeptanz, wenn sie wirtschaftlich ist. Das gelingt durch fallspezifische Strategien, in die technische Maßnahmen integriert sind.

Das Gefahrenspektrum, aus dem Anforderungen an die Gestaltung von Gebäuden hervorgehen, ist groß. Von daher gibt es eine Reihe von Faktoren, die eine Gebäudeevakuierung beeinflussen. Alle Personen, die sich im Gefahrenfall im Gebäude aufhalten, müssen dieses unverletzt verlassen und sich ohne fremdes Zutun selbst ins Freie oder einen sicheren Bereich retten können. Deshalb sind die Anforderungen an Planer und Betreiber von Gebäuden hinsichtlich der Evakuierung im Gefahrenfall hoch.

Im Brandschutz hat sich für technische Maßnahmen die Bezeichnung Anlagentechnik eingebürgert; es wird von anlagentechnischen Maßnahmen gesprochen. Technische Maßnahmen sind nicht allein auf den Brandschutz beschränkt. Sie bieten ein Optimierungspotential, um ein angestrebtes Sicherheitsniveau zu erreichen oder helfen dabei, dieses Niveau zu erhöhen.

*Zwei-Sinne-Prinzip:
Alle Informationen aus der Umwelt werden vom
Menschen über die Sinne aufgenommen.
Fällt ein Sinn aus, ist die entsprechende Informationsaufnahme durch einen anderen Sinn notwendig.
Informationen müssen deshalb nach dem Zwei-Sinne-Prinzip mindestens für zwei der drei Sinne
„Hören, Sehen, Tasten“ zugänglich sein
(z. B. gleichzeitige optische und akustische
Alarmierung)
(vgl. ASR V3a.2, 2012, DIN 18040-1, 2010
und DIN 18040-2, 2011).*

Beispielhaft dafür ist die Einbeziehung des Zwei-Sinne-Prinzips, bei dem zur Warnung und Unterstützung der Evakuierung im Gefahrenfall mindestens zwei Sinne angesprochen werden. Denn Personen, die hinsichtlich der Wahrnehmung von Umgebungsreizen beeinträchtigt sind, werden zum Teil vernachlässigt, obwohl das über das Behindertengleichstellungsgesetz (BGG v. 27.4.2002, zuletzt geändert durch Art. 12 G v. 19.12.2007, BGBl. 2007 I 3024) unterbunden werden soll. Diese Gleichstellung gilt auch und insbesondere für die Gebäudeevakuierung, bei der eine eingeschränkte Wahrnehmungsfähigkeit und eine dadurch verzögerte Selbstrettung im Gefahrenfall gravierende Folgen hat. Auch auf die Bedürfnisse von Menschen mit einer Mehrfachbehinderung ist bei der Planung der Gebäudeevakuierung einzugehen.

Nur eine fallspezifische Kombination aus baulichen, organisatorischen und (anlagen-) technischen Maßnahmen kommt hier in Betracht – die von den betrieblichen und räumlichen Bedingungen vor Ort abhängen. Beispielsweise kann speziell ausgebildetes oder eingewiesenes Personal zur Unterstützung der Selbstrettung anderer Personen eingesetzt werden. Insbesondere in komplexen Gebäuden oder Gebäuden mit vielen ortsunkundigen Besuchern stoßen diese Maßnahmen schnell an ihre Grenzen.

In Arbeitsstätten (vgl. ASR 2.3, 2014) sind für jeden besonders schutzbedürftigen Mitarbeiter die notwendigen Maßnahmen individuell festzulegen, um dessen Selbstrettung im Gefahrenfall zu gewährleisten.

Anlagentechnische Maßnahmen können den Kreis der Personen, die organisatorischer Unterstützung im Falle der Evakuierung bedürfen, reduzieren und damit den Personalbedarf und die Kosten dafür senken. Die vorhandenen Hilfskräfte können sich auf die Personen konzentrieren, die nicht selbstrettungsfähig sind wie Verletzte.

Besonders schutzbedürftig sind Personengruppen, die unter Umständen nur eingeschränkt selbstrettungsfähig sind, wie Kinder, Senioren, Behinderte und Schwangere. Die demografische Entwicklung erhöht einerseits den Anteil der älteren Personen in unserer Gesellschaft, zusätzlich steigt die Lebenserwartung, wodurch tendenziell die Mobilität sinkt. Zusätzlich nimmt die Zahl übergewichtiger Personen zu (Spitzer, 2015, S. 32 ff.). Die weitere Urbanisierung (Bildung von Ballungsgebieten) führt ihrerseits zu immer größeren und komplexeren Gebäudestrukturen.

Andererseits sind die Möglichkeiten der Hilfeleistung und Fremdrettung aufgrund äußerer Rahmenbedingungen schon immer begrenzt und werden es immer bleiben. Aus Gründen der Branddynamik ist aber nicht hinnehmbar, mit der Personenrettung bis zum Eintreffen der Rettungskräfte zu warten. Die Sicherstellung von Möglichkeiten für eine ausreichende Selbstrettung bleibt daher in allen Fällen unabdingbar und hat oberste Priorität. Für eine erfolgreiche Unterstützung der Selbstrettung der Gebäudenutzer ist die frühzeitige Gefahrenerkennung eine zwingende Voraussetzung. Der Mehrwert des Konzepts der Adaptiven Fluchtweglenkung ergibt sich aus der Verbindung zwischen verschiedenen technischen Systemen, die auf die Entwicklung der Gefahrenlage flexibel reagieren.

Die Sicherheit und die Erreichung des Schutzzieles wird verbessert, indem vor allem die Lenkung von Personen über begehbare Fluchtwege unterstützt und die Gefahr von Orientierungslosigkeit und unerwünschtem (z. B. panikartigem) Verhalten vermindert werden.

2. Zielsetzung und Anwendungsbereich

Dieses Merkblatt richtet sich primär an Architekten, Fachplaner, Behörden und Feuerwehren, die an der Planung, Erstellung, Genehmigung und Abnahme von Evakuierungskonzepten beteiligt sind, sowie an Betreiber baulicher Anlagen, die die Verantwortung für die Sicherheit ihrer Gebäudenutzer tragen.

Das Merkblatt gibt den derzeitigen Diskussionsstand der Fluchtweglenkung wieder und skizziert die Weiterentwicklung von der aktiven und dynamischen zur adaptiven Fluchtweglenkung, einem Konzept, das auf einem „dynamischen Regelkreis mit Feedbackschleife“ basiert. Es verbindet Maßnahmen aus unterschiedlichen Bereichen, wobei bauliche, technische, organisatorische und abwehrende Maßnahmen ineinandergreifen. Dieses Konzept stellt eine Weiterentwicklung der Dynamischen Fluchtweglenkung dar.

Das Ziel des Konzeptes ist die Optimierung einer sicheren Selbstrettung. Die Flüchtenden sollen unter Berücksichtigung der räumlichen und zeitlichen Bedingungen und der Entwicklung der Gefahrenlage mittels technischer Maßnahmen aus dem Gebäude oder in sichere Bereiche innerhalb des Gebäudes gelenkt werden.

*Der kürzeste Fluchtweg
ist nicht immer der sicherste.*

Dabei ist eine sichere Evakuierung nicht zwingend an eine kurze Fluchtzeit gebunden. Entscheidend ist, dass Gefahren so umgangen werden können, dass keine Gefahren für Leben und Gesundheit bestehen. Das Konzept der Adaptiven Fluchtweglenkung geht unter der Berücksichtigung des Zwei-Sinne-Prinzips und neuer technologischen Bestandteile über die bisher gängige Praxis hinaus.

3. Rechtliche Rahmenbedingungen

Dem Schutz von Leben und Gesundheit aller Menschen stets Vorrang einzuräumen, trifft nicht nur staatliche Institutionen, sondern auch jede Privatperson. Sie gilt bei allen Gelegenheiten, also auch bei Planung, Realisierung und Betrieb von Bauwerken jeder Art und im Hinblick auf jede Gefahrenart und -quelle.

Die Sicherstellung der Selbstrettung von Gebäudenutzern im Gefahrenfall (z. B. im Brandfall, bei Amok- oder Terroranschlägen oder sonstigen Gefahrensituationen) ist für Bauherren, Gebäudebetreiber und Planer das oberste Schutzziel. Das ergibt sich – unabhängig von den Brandschutzzielen der Landesbauordnungen – bereits aus dem Grundgesetz, das den Schutz von Leben und Gesundheit der Menschen nach der Sicherung der Menschenwürde als höchstes Rechtsgut festlegt (Art. 2 Abs. 1 GG). Dem nachgeordnet sind das Recht auf Eigentum (Art. 14 GG) und der Schutz des eingerichteten und ausgeübten Gewerbebetriebs (Art. 12 GG).

Das führt zur rechtlichen Verpflichtung für Bauherren bzw. Gebäudebetreiber, ihre Bauwerke so zu planen, zu errichten und zu betreiben, dass im – jederzeit denkbaren – Gefahrenfall alle im Gebäude befindlichen Personen unverletzt bleiben. Die Personen müssen aus eigener Kraft möglichst rasch das Gebäude verlassen oder in einen sicheren Gebäudebereich flüchten können. Die Schutzkonzepte, insbesondere das Brandschutzkonzept, sind so auszubilden, dass das Gebäude entfluchtet ist, ohne dass im Brandfall die Feuerwehr dafür unterstützend eingreifen muss. Auf eine Unterstützung seitens der Feuerwehr oder anderer externer Hilfskräfte bei der Rettung seiner Gebäudenutzer darf der Bauherr/Betreiber seine Planung nicht stützen.

Aus diesem Grund haben die Obersten Bauaufsichtsbehörden der Länder im „Grundsatzpapier Entrauchung“ (Famers & Messerer, 2008) darauf hingewiesen, dass die Brandschutzplanung eines Gebäudes sicherstellen muss, dass die Selbstrettung abgeschlossen ist, wenn die Feuerwehr eintrifft, da die Feuerwehr in Sonderbauten mit vielen Menschen die Personenrettung nicht sicherstellen kann. Sie ist darauf angewiesen, dass die Personen beim Eintreffen der Feuerwehr das Gebäude bereits weitgehend verlassen haben oder sich in sicheren Bereichen befinden.“ Die Gebäudeplanung muss dabei die Rahmenbedingungen der örtlichen Feuerwehr wie Einsatzreaktionszeiten und Fremdrettungskapazitäten berücksichtigen.

Zusätzlich zu den mindestens einzuhaltenden öffentlich-rechtlichen Verpflichtungen aus der jeweils anwendbaren Landesbauordnung trifft den Bauherrn die Verkehrssicherungspflicht aus dem allgemeinen Haftungsrecht (§ 823 Abs.1 BGB). Danach sind alle Gefahren, die von dem zu planenden Bauwerk auf alle Personen, die mit ihm (künftig) in Berührung kommen, vom Bauherrn bzw. Gebäudebetreiber zu beseitigen, mindestens zu beherrschen. Dessen Verkehrssicherungspflichten mit einzuplanen, ist für alle Architekten und Planer ein zentraler Bestandteil des jeweiligen Vertrages mit dem Bauherrn, wie der Bundesgerichtshof in ständiger Rechtsprechung urteilt (vgl. z. B. BGH Urteil v. 11.10.1990, Az.: VII ZR 120/89 in: NJW 1991, 562/563 m. weiteren Rspr.-Bsp.; Palandt-Sprau aaO Rn. 46, 188, 198).

Um dieser Haftung vorzubeugen und sich in einem Schadensfall entlasten zu können, hat der Bundesgerichtshof in Anlehnung an das ingenieurmäßige Vorgehen den Grundsatz entwickelt, dass der Bauherr bzw. Gebäudebetreiber alle objektiv erkennbaren Risiken mit sachlich geeigneten, am Markt verfügbaren und wirtschaftlich vernünftigen Maßnahmen berücksichtigen und unter deren Einsatz möglichst beseitigen, mindestens aber beherrschen (können) muss (vgl. Sprau, 2015). Das verlangt eine gefahrenorientierte Vorgehensweise bei der Planung und Realisierung eines Gebäudes. „Objektiv erkennbar“ ist das, was ein gerichtlich bestellter Sachverständiger im Schadensersatzprozess dem Gericht später als „erkennbar“ zum relevanten – oft Jahre zurückliegenden – Zeitpunkt darstellt; auf die von den Baubeteiligten subjektiv angestellten Überlegungen kommt es nicht an.

Technische Innovation führt zu neuen rechtlichen Verpflichtungen, deren Nichterfüllung zur Haftung führt.

Die Vorgabe, wonach es für die Haftung auch auf die am Markt verfügbaren Lösungen ankommt, führt ein dynamisches Element ein. Was gestern technisch unmöglich war oder nicht zu vertretbaren Kosten umgesetzt und deshalb auch rechtlich nicht verlangt werden konnte, ist heute aufgrund technologischer Entwicklungen wirtschaftlich machbar. Daraus ergibt sich eine rechtliche Verpflichtung, die erkennbaren Risiken erneut im Hinblick auf eine technisch mögliche und wirtschaftlich zumutbare Lösung zu durchdenken und zu realisieren.

Es gibt viele technische Regeln, die im Zusammenhang mit den Bestandteilen einer Fluchtweglenkung stehen. Eine exemplarische Auflistung zeigt Anhang A2. Jeder Gebäudebetreiber muss seine objektbezogene Risikolage regelmäßig überprüfen. Der „Bestandsschutz“ befreit aus haftungsrechtlichen Gründen nicht davon. Zudem ist die „wirtschaftliche Angemessenheit“ wiederum eine relative Größe, die an der Bedeutung des zu schützenden Rechtsguts zu messen ist. Wenn allerdings der Schutz von Leben und Gesundheit von Menschen in Rede steht, mutet die Rechtsprechung seit jeher dem Verpflichteten auch hohe Aufwendungen als „noch angemessen“ zu (vgl. allgemein MK/Wagner aaO Rn. 338 mwN).

Für die Brandschutzplanung eines Gebäudes folgt daraus rechtlich eine konkrete Aufgabe und Verpflichtung – die bauaufsichtlich vorgegeben und zur Haftungsvermeidung empfohlen ist. Der Bauherr und die für ihn tätigen Architekten und Fachplaner haben eine Kombination von Maßnahmen des baulichen, anlagentechnischen und organisatorischen Brandschutzes so zu planen, dass das Schutzziel erreicht wird: Alle fluchtfähigen Personen, die sich bei Brandausbruch im Gebäude aufhalten, müssen dieses unverletzt verlassen und sich ohne fremdes Zutun selbst ins Freie oder einen sicheren Gebäudebereich retten können.

4. Adaptive Fluchtweglenkung

Bei der Fluchtweglenkung ist zunächst zwischen den einzelnen Bestandteilen bzw. technischen Produkten und Systemen, die zur Fluchtweglenkung verwendet werden, und deren Verknüpfung untereinander zu einem Konzept bzw. Lösung zu unterscheiden. Nachstehend werden einzelne Bestandteile der Fluchtweglenkung vorgestellt, der Übergang von einer aktiven über eine dynamische zu einer adaptiven Fluchtweglenkung beschrieben und begriffliche Festlegungen getroffen. Das Konzept der Adaptiven Fluchtweglenkung wird in Kapitel 6 beschrieben.

4.1 Allgemeine Unterscheidung der Bestandteile

Bevor die Evakuierung bzw. Selbstrettung erfolgt, bedarf es einer Gefahrenerkennung und Alarmierung der Betroffenen über die Gefahr (z. B. über eine automatische Brandmeldeanlage). Maßnahmen, die Personen bei einer sicheren Evakuierung unterstützen und aus den gefährdeten Bereichen leiten, stellen nur einen Teil der Evakuierungsmaßnahmen dar.

Zur Fluchtweglenkung werden derzeit akustische Signalgeber, Sprachalarmanlagen (SAA), optische Signalgeber (optische Signalgeber bzw. Feueralarmeinrichtungen nach DIN EN 54-23 dienen nicht der Fluchtweglenkung, sondern der Alarmierung im Brandfall), Rettungswegkennzeichen, Sicherheitsbeleuchtung und Sicherheitsleitsysteme verwendet. Eine Übersicht darüber gibt Bild 1.

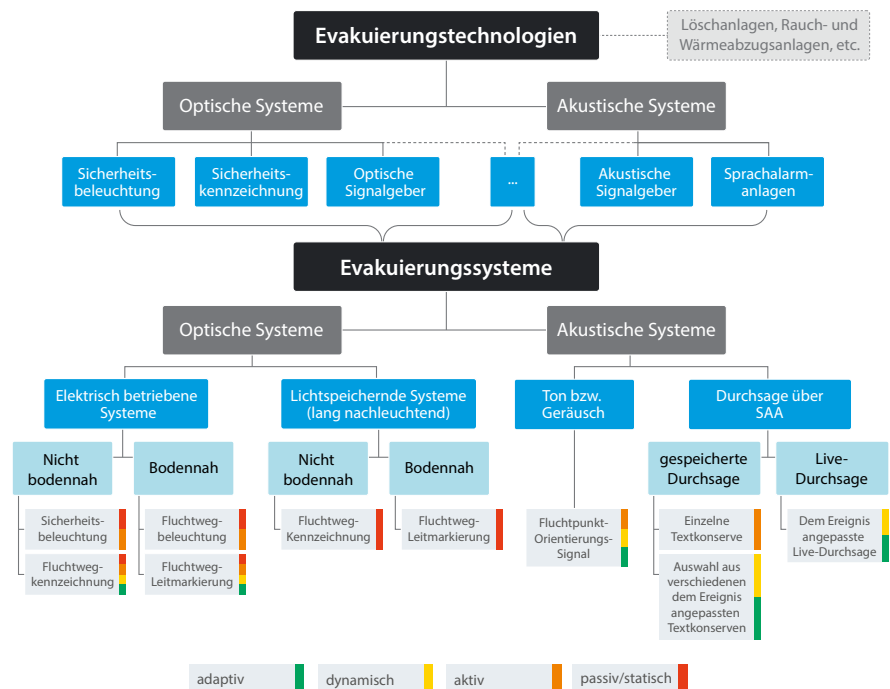


Bild 1: Übersicht über Produkte und Systeme zur Fluchtweglenkung

4.2 Optische Kennzeichnung und Signalisierung

Rettungswegkennzeichen weisen in ihrer ursprünglichen Form als Schilder auf Rettungswege hin. Sie werden auf diese Weise auch heute verwendet. Sie kennzeichnen die Flucht- und Rettungswege, wobei sie nicht auf die Umgebung oder einen Gefahrenfall reagieren. Sie ändern ihre Kennzeichnung nicht und werden als passive bzw. statische Produkte in die Evakuierungskonzepte eingebunden. Neben den Schildern gibt es beleuchtete bzw. hinterleuchtete Rettungswegkennzeichen im Dauer- oder Bereitschaftsbetrieb. Sie werden durch eine selbsttätig einsetzende Spannungsquelle für Sicherheitszwecke gespeist, damit sie auch bei einem Spannungsausfall weiterhin funktionieren bzw. eingeschaltet werden können.

Die optische Signalisierung zur Fluchtweglenkung wird seit einigen Jahren für eine sichere Evakuierung im Brandfall realisiert. Dabei kommen meistens bodennah angeordnete Leuchten sowie Rettungszeichenleuchten zum Einsatz, die verschiedene Fluchtwegrichtungen anzeigen können. Die Rettungswegkennzeichen können dabei z. B. durch rote Kreuze auch auf gesperrte Rettungswege hinweisen. Im Ereignisfall werden die Signalgeber aktiviert, z.B. durch eine Brandmeldeanlage. Dabei werden die über die Gefahr eingehenden Informationen ausgewertet und auf dieser Grundlage Fluchtweg vorgegeben und über die Signalgeber die Fluchtrichtungen angegeben.

Wie Bild 2 zeigt, gibt es neben der optischen auch eine akustische Signalisierung.

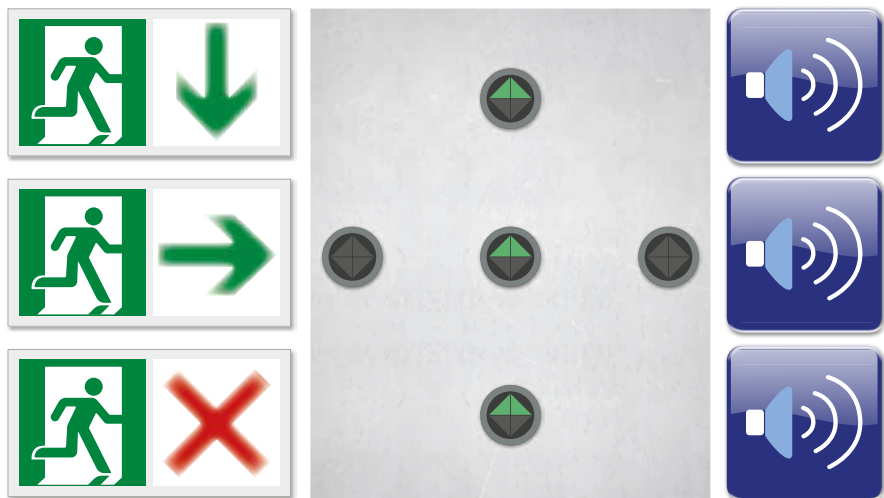


Bild 2: Rettungszeichenleuchten mit variabler Richtungsanzeige und Sperrfunktion (links), Bodenleuchten mit Richtungsanzeige und Laufflichtfunktion (mitte) und Ergänzung Akustik

4.3 Akustische Signalisierung

Akustische Signale werden in Gefahrensituationen zur Alarmierung genutzt. Zunehmend werden gesprochene Durchsagen über eine Sprachalarmanlage (SAA) eingesetzt. Sie haben Vorteile gegenüber akustischen Signalgebern wie Hupen oder Klingeln, z. B. verkürzen sie insbesondere in Gebäuden mit ortsunkundigen Besuchern die Reaktionszeit und damit die notwendige Evakuierungszeit (vgl. EffGebEvMSyst, 1/2012).

Sprachdurchsagen einer Sprachalarmanlage können neben der internen Alarmierung auch für die Fluchtweglenkung verwendet werden, wenn der Sprechtext (z. B. eine Ebenenrichtung „nach oben“ oder „nach unten“) vorgibt. Gleiches gilt für die Aufforderung zu einem „Einschluss“. Bei komplexeren, variablen Durchsagen stößt die Verständlichkeit je nach Raumanordnung derzeit jedoch an ihre Grenzen.

Zur akustischen Signalisierung der Fluchtwegrichtung sind auch Fluchtpunkt-Orientierungs-Signale mit unterschiedlichen Impulsfolgen und Modulationen verfügbar. Dabei wird ein einzeln adressierbares Lautsprechersystem mit Leitungs- und Lautsprecher-Einzelüberwachung verwendet. Für eine zeitveränderliche Nutzung der Signalgeber werden einzeln ansteuerbare Lautsprecher benötigt.

Durch den Einsatz von Sprachalarmierung können Personen im Gebäude situationsbezogene Instruktionen erhalten, um beispielsweise die Fenster zu schließen oder gewisse Bereiche im Gebäude zu meiden.

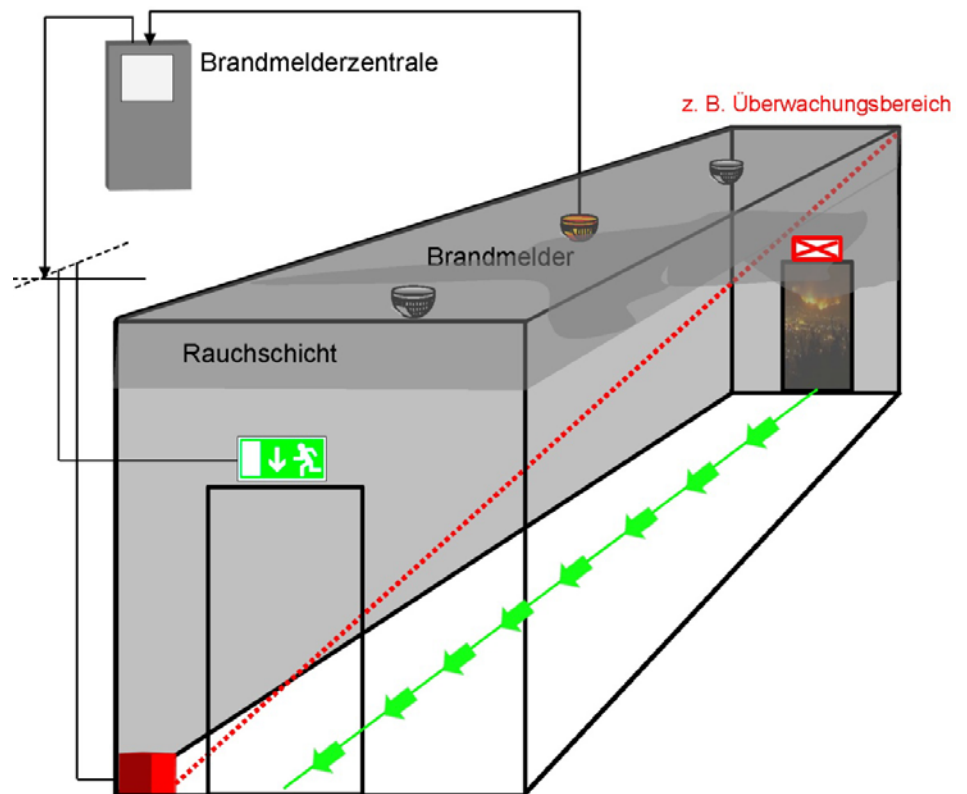
4.4 Konzepte zur Fluchtweglenkung

Es gibt verschiedene Arten der Fluchtweglenkung, die von den Konzepten und den verwendeten Bestandteilen abhängen. Zunächst gibt es statische/passive Signalisierungen bzw. Beschilderungen, die im Gebäude angebracht werden und auf die Flucht- und Rettungswege hinweisen.

Zur Unterstützung der Evakuierung werden auch optische und akustische Produkte verwendet, die über eine statische Signalisierung bzw. Beschilderungen hinausgehen. Sie werden so eingesetzt, dass sie erst im Anforderungsfall aktiv bzw. eingeschaltet werden, wie z. B. Sicherheitsbeleuchtung, (beleuchtete oder hinterleuchtete) elektrisch betriebene Sicherheitsleitsysteme oder die Wiedergabe einer gespeicherten Durchsage über eine Sprachalarmanlage. Solche Produkte ermöglichen es, auf eine Gefahrensituation zu reagieren, wobei sie von der ersten Alarmierung bis zum Wiedereintritt des sicheren Ausgangszustandes keine Änderungen hinsichtlich ihrer Zustandsanzeige zulassen. Die Dynamische Fluchtweglenkung baut darauf auf, geht aber darüber hinaus. Sie ermöglicht einmalig zum Beginn der Evakuierung eine variable Richtungsanzeige (z. B. zeigen Signale nach oben/unten, nach rechts/links oder es werden Wege freigegeben/gesperrt).

Bild 3 zeigt das Funktionsprinzip der Adaptiven Fluchtweglenkung am Beispiel eines Brandfalls. Anhand des Bildes wird deutlich, dass die zur raschen Gefahrenerkennung vorhandenen Brandmelder nicht zur Überwachung der Fluchtwege geeignet sind. Brandmelder sind i. d. R. an der Decke montiert, da sie den Brandrauch und die Brandgase dort schnell erkennen können. Die Überwachung der Fluchtwege hinsichtlich ihrer Begehbarkeit muss allerdings unterhalb von etwa 2,20 m erfolgen, also dort, wo sich die Flüchtenden aufhalten.

Die Begehbarkeit von Fluchtwegen kann durch die Gefahr selbst eingeschränkt sein, z. B. bei einem Brand durch Rauch oder giftige Gase. Darüber hinaus ist die Begehbarkeit auch von der momentanen Auslastung der Fluchtwege abhängig. So können sich Staus infolge einer Überbeanspruchung durch zu viele Flüchtende, lokale Baustellen oder unzulässig abgestellte Gegenstände sowie durch verletzte oder in Panik geratene Personen bilden.



Überwachung der Begehbarkeit von Flucht- und Rettungswegen

Bild 3: Mögliches Funktionsprinzip der Adaptiven Fluchtweglenkung

Beispiele zur technischen Beurteilung der Begehbarkeit im Brandfall sind die optische Rauchdichte, die Temperatur und die Stoffkonzentration von typischen Brandgasen. Im Amokfall wird der Aufenthaltsort oder Bewegungsmuster des Täters durch Videobilder oder Informationen von Zutrittskontrollsystemen überwacht.

Zur Beurteilung der Begehbarkeit von Fluchtwegen können unterschiedliche Technologien und Produkte in ein Gesamtkonzept eingebunden werden (z. B. Brandmelder, Fluchtwegmelder, Videokameras, (optische, akustische, taktile) Signalgeber, Aufzüge, Telefone und Mobilfunktelefone, Messenger, und Systeme der Gebäudeleittechnik. Mit den ermittelten Informationen über die Begehbarkeit von Fluchtwegen können richtungsweisende Signale angesteuert und der sicherste Fluchtweg angezeigt werden. Auch die Sperrung von Fluchtwegen ist dabei möglich.

Moderne technologische Entwicklungen wie Positionierungssysteme für Innenräume, Simulationen zur Fluchtweglenkung sowie die Einbindung geeigneter Aufzüge, Rolltreppen, Laufbänder oder Zutrittskontrollen können die Adaptive Fluchtweglenkung unterstützen. Darüber hinaus können Umgebungsinformationen als Eingangsgrößen für die Fluchtweglenkung verwendet werden. So liefern Klimadaten Informationen, die bei der Evakuierung von Tunneln hilfreich sind. Dabei unterscheiden sich halboffene Tunnelsysteme hinsichtlich ihrer klimatischen Ausprägung von geschlossenen Gebäuden. Es hat sich gezeigt (Brüne et al, 2012; Pflitsch & Küsel 2003; Pflitsch et al, 2010; Pflitsch, 2011 und Pflitsch et al, 2013), dass sich sowohl die meteorologischen Bedingungen der Außenatmosphäre wie auch die Wechselbeziehungen zwischen Außen- und Tunnelluft stark auf die Ausbreitungsbedingungen von Rauch und Gasen auswirken, wie sie z. B. bei Bränden oder Terroranschlägen entstehen können. Aus diesem Grund sind statische Angaben zur Evakuierung meist unzureichend oder sogar gefährlich. Um die Sicherheitslage bei Tunnelsystemen sachgerecht zu beschreiben, bedarf es der Berücksichtigung von aktuellen meteorologischen Messdaten der Außenatmosphäre sowie der Temperatur- und Strömungsbedingungen innerhalb des Tunnelsystems (z. B. U-Bahnstation). Solche Parameter können in Evakuierungssimulationen berücksichtigt werden.

4.5 Einordnung und begriffliche Festlegung

Tritt ein gefährliches Ereignis ein, steht nur wenig Zeit für eine erfolgreiche Evakuierung der Betroffenen zur Verfügung. Innerhalb dieser Zeitspanne muss die Erkennung bzw. Detektion des Ereignisses und die Alarmierung der betroffenen Personen (zur Selbstrettung) sowie der Hilfs- und Rettungskräfte (zur Fremdrettung) erfolgen. Auf der Basis der Gefahrenidentifikation und Alarmierung werden die betroffenen Personen auf die Gefährdung hingewiesen, sodass sie die Flucht einleiten können. Der Zeitraum von der Alarmierung bis zum Fluchtende wird hier als Evakuierung definiert (siehe Bild 4).

Wie aus dem Bild hervor geht, muss die benötigte Zeit für die Flucht (Δt_{RSET}) kleiner sein, als die – sich aus der Gefahrenlage ergebende – verfügbare Zeit (Δt_{ASET}).

Die Adaptive Fluchtweglenkung setzt primär bei der Unterstützung der betroffenen Personen an (Selbstrettung) und soll die Zeit zur Verarbeitung der Gefahrenlage bzw. Wahrnehmung der Alarmierung und insbesondere die Bewegungszeit gering halten.

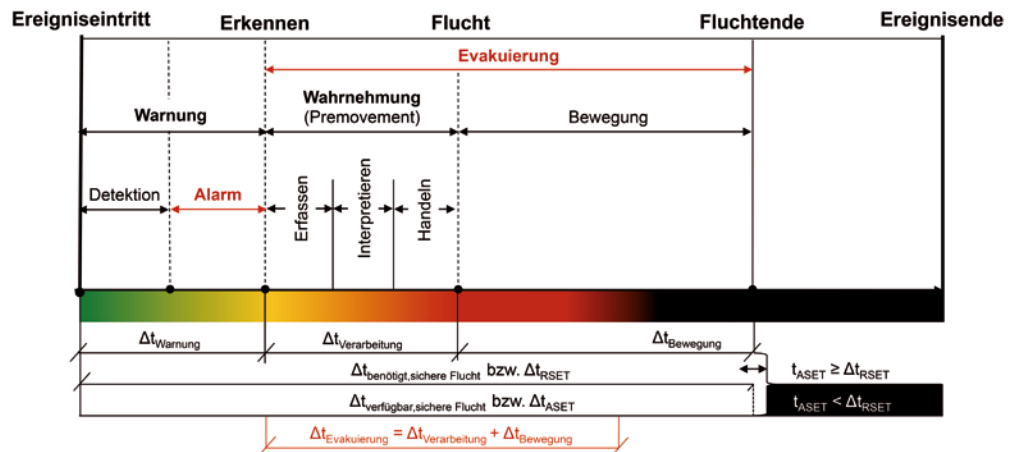


Bild 4: Zeitspannen bei der Evakuierung (Flucht) (vgl. Albrecht, 2011, S. 86)

Aus der zeitlichen Entwicklung der Gefahrenlage und dem technischen Fortschritt heraus, ergibt sich die Notwendigkeit zwischen der heute bereits verwendeten Aktiven und der Dynamischen Fluchtweglenkung und der hier beschriebenen Adaptiven Fluchtweglenkung zu unterscheiden.

Die Begriffe *aktiv* und *dynamisch* werden oftmals synonym verwendet. Die Konzepte basieren zum Teil auch auf den gleichen Bestandteilen. **Aktive Konzepte** bzw. Systeme werden im Gebäude angebracht und im Bedarfsfall eingeschaltet. Sie werden aktiv. **Dynamische Konzepte** bzw. Systeme stellen eine Weiterentwicklung der aktiven dar. Sie werden im Bedarfsfall nicht nur aktiv bzw. eingeschaltet, sondern sie können auch in unterschiedliche Fluchtrichtungen weisen, wobei die Richtung im Ereignisfall einmalig bis zum Ende der Evakuierung festgelegt ist. **Adaptive Konzepte** bzw. Systeme stellen eine weitere Entwicklungsstufe dar. Sie werden im Bedarfsfall aktiv, können in unterschiedliche Fluchtrichtungen zeigen und sich im Gegensatz zu den aktiven und dynamischen Systemen auf die Entwicklung der Gefahrenlage einstellen und somit innerhalb der Evakuierung flexibel die Fluchtrichtung anpassen. Hierfür bedarf es der Überwachung von Fluchtwegen hinsichtlich ihrer Begehbarkeit. Bild 5 zeigt die Unterschiede zwischen den verschiedenen Fluchtwegkonzepten.

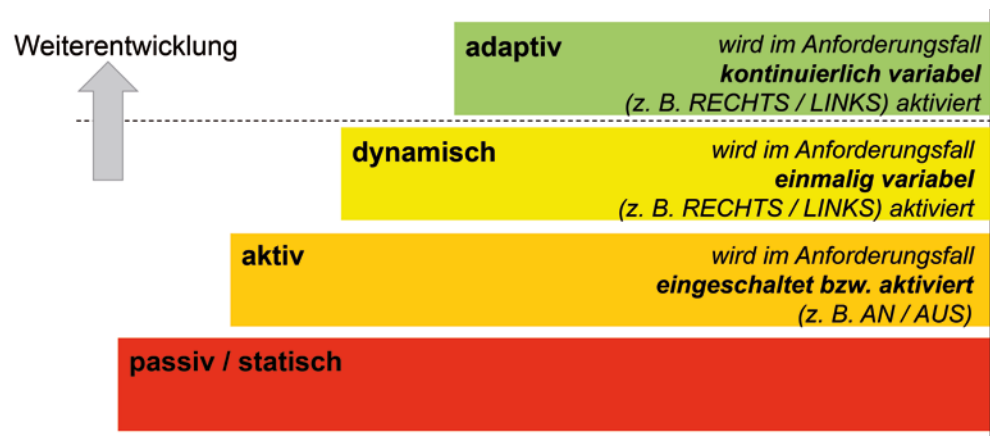


Bild 5: Unterscheidung zwischen den Konzepten zur Fluchtweglenkung (von passiven/statischen über aktive und dynamische zu adaptiven Systemen)

Definition 1: Aktive Fluchtweglenkung

Bei der Aktiven Fluchtweglenkung handelt es sich um eine (teilautomatische) Unterstützung von Flüchtenden über technische Maßnahmen mit dem Ziel einer sicheren Evakuierung, bei der die Signalisierung der Fluchtwege im Anforderungsfall eingeschaltet bzw. aktiviert (z. B. AN/AUS) werden.

- Die Gefahrenlage wird räumlich und zeitlich vordefiniert.
- Die (anlagen-) technischen Maßnahmen sind zeitveränderlich einstellbar.
- Die Signalisierung der Fluchtwege wird vom Beginn bis zum Ende der Evakuierung eingeschaltet.

Definition 2: Dynamische Fluchtweglenkung

Bei der Dynamischen Fluchtweglenkung handelt es sich um eine (teilautomatische) Unterstützung von Flüchtenden über technische Maßnahmen mit dem Ziel einer sicheren Evakuierung, bei der die Signalisierung der Fluchtwege im Anforderungsfall einmalig variabel (z. B. RECHTS/LINKS) aktiviert (z. B. AN/AUS) wird.

- Die Gefahrenlage wird räumlich und zeitlich vordefiniert.
- Die (anlagen-) technischen Maßnahmen sind zeitveränderlich einstellbar.
- Die Signalisierung der Fluchtwege wird am Beginn der Evakuierung einmalig variabel (richtungsweisend) an die Gefahrenlage angepasst.

Definition 3: Adaptive Fluchtweglenkung

Bei der Adaptiven Fluchtweglenkung handelt es sich um eine (vollautomatische) Unterstützung von Flüchtenden über technische Maßnahmen mit dem Ziel einer sicheren Evakuierung, bei der die Signalisierung der Fluchtwege im Anforderungsfall aktiviert (z. B. AN/AUS) und kontinuierlich variabel (z. B. RECHTS/LINKS) angepasst wird.

- Die Gefahrenlage wird räumlich und zeitlich vordefiniert.
- Die (anlagen-) technischen Maßnahmen sind zeit- und richtungsveränderlich einstellbar.
- Die Signalisierung der Fluchtwege wird vom Beginn bis zum Ende der Evakuierung kontinuierlich variabel (richtungsweisend) an die Entwicklung der Gefahrenlage angepasst.
- Eine Überwachung der Flucht- und Rettungswege hinsichtlich ihrer gefahrenfreien Begehbarkeit wird vorausgesetzt.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Parameter und Konzepte der Fluchtweglenkung und verdeutlicht den Unterschied zwischen der aktiven, dynamischen und adaptiven Fluchtweglenkung.

Art der Fluchtweglenkung	Zeitlich veränderbar	Variabel in der Richtungsanzeige	Kontinuierlich auf die Gefahrenlage einstellend	Beschreibung/ Beispiel
Passiv/ Statisch	Nein	Nein	Nein	Rettungswegkennzeichen (Schilder, nachleuchtend oder in Dauerschaltung)
Aktiv	Ja	Nein	Nein	Sicherheitsbeleuchtung, Rettungszeichen in Bereitschaftsschaltung
Dynamisch	Ja	Ja	Nein	Rettungswegkennzeichen, das ereignis- bzw. situationsabhängig gesteuert werden kann
Adaptiv	Ja	Ja	Ja	Dynamischer Regelkreis mit Feedbackschleife

Tabelle 1: Übersicht über die unterschiedlichen technischen Produkte und Konzepte der Fluchtweglenkung

Die Rettungszeichenleuchten einer klassischen Sicherheitsbeleuchtungsanlage können z. B. in einer Arbeitsstätte in Bereitschaftsschaltung betrieben werden. Im Normalfall sind diese Rettungszeichenleuchten also ausgeschaltet. Kommt es nun im Gebäude zu einem Brandfall, können die Leuchten automatisch eingeschaltet und hiermit aktiv werden. Zeigen die Rettungszeichenleuchten eine unveränderbare Richtung an, wird unabhängig von der Lage der Gefahr im Allgemeinen der erste Fluchtweg ausgemalzt. Es handelt sich um eine Aktive Fluchtweglenkung. Sind die Leuchten in ihrer Richtungsangabe variabel, kann abhängig von der anfänglichen Lage des Ereignisses auch ein alternativer Fluchtweg (zweiter Fluchtweg) angezeigt und der betroffene Bereich (z. B. ein Brandabschnitt) durch Sperrsymbole optisch gesperrt werden. Es handelt sich um eine Dynamische Fluchtweglenkung. Die Adaptive Fluchtweglenkung reagiert hingegen auch auf weitere Meldungen z. B. der Brandmelderzentrale und der Fluchtwegüberwachung und passt dann die Fluchtrichtung abhängig von der Entwicklung der Gefahr – beispielsweise der Rauchausbreitung – permanent an (siehe Tabelle A1 im Anhang).

5. Gefahrenszenarien

Mit der Entstehung eines Brandes muss praktisch jederzeit gerechnet werden. Der Umstand, dass in vielen Gebäuden jahrzehntelang kein Brand ausbricht, beweist nicht, dass keine Gefahr besteht, sondern stellt für die Betroffenen einen Glücksfall dar, mit dessen Ende jederzeit gerechnet werden muss.“ (OVG Münster Urteil vom 11.12.1987 AZ: 10A363/86; seither ständige Rechtsprechung

Neben der Gefahr durch Brände existieren zahlreiche andere Gefahren wie beispielsweise Bombendrohungen, Unfälle mit dem Austritt gefährlicher Stoffe, Naturgefahren (z. B. Erdbeben, Hochwasser, Sturm) oder der Terror- bzw. Amokfall. Diese lassen sich vom Gesichtspunkt der Gebäudeevakuierung grob in zwei mögliche Reaktionsszenarien überführen: die sofortige Flucht aus dem Gebäude bzw. in sichere Gebäudebereiche (siehe Bild 6, links; z. B. im Brandfall) oder der Einschluss (siehe Bild 6, rechts; z. B. Amokfall). Für das weitere Verständnis zum Konzept der Adaptiven Fluchtweglenkung reicht die Betrachtung dieser beiden – gegenläufige Reaktionen auslösende – Fälle aus.

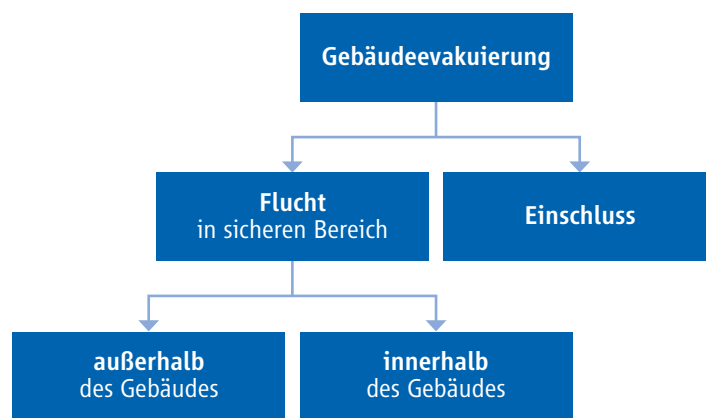


Bild 6: Hauptszenarien der Gebäudeevakuierung

Mögliche Kombinationen aus Gefahrensituationen, wie z. B. ein Amokläufer, der einen oder mehrere Brände verursacht, erfordern gegenläufige Maßnahmen zum Personenschutz (Flucht versus Einschluss), wodurch ein automatisches System an seine Grenzen stoßen kann. Eine Priorisierung ist an fallspezifische Gegebenheiten gebunden und kann nicht auf automatischem Wege erfolgen. Detailregelungen sind im Rahmen der internen und externen Gefahrenplanung vorzunehmen.

Beispiel: Brand

Bei einem Brand stehen für die Gebäudeevakuierung nur extrem kurze Zeitspannen zur Verfügung. In der Regel verbleiben nach der Branderkennung weniger als zehn Minuten, um gefährdete Personen zu alarmieren und die Selbstrettung abzuschließen (vgl. EffGebEvMSyst, 2012). In den unmittelbar brandbeaufschlagten Bereichen eines Gebäudes sind es von der Alarmierung an gerechnet oft nur zwei bis drei Minuten, in denen die betroffenen Gebäudenutzer diesen unmittelbaren Gefahrenbereich noch unverletzt verlassen können, wie Bild 7 zeigt.

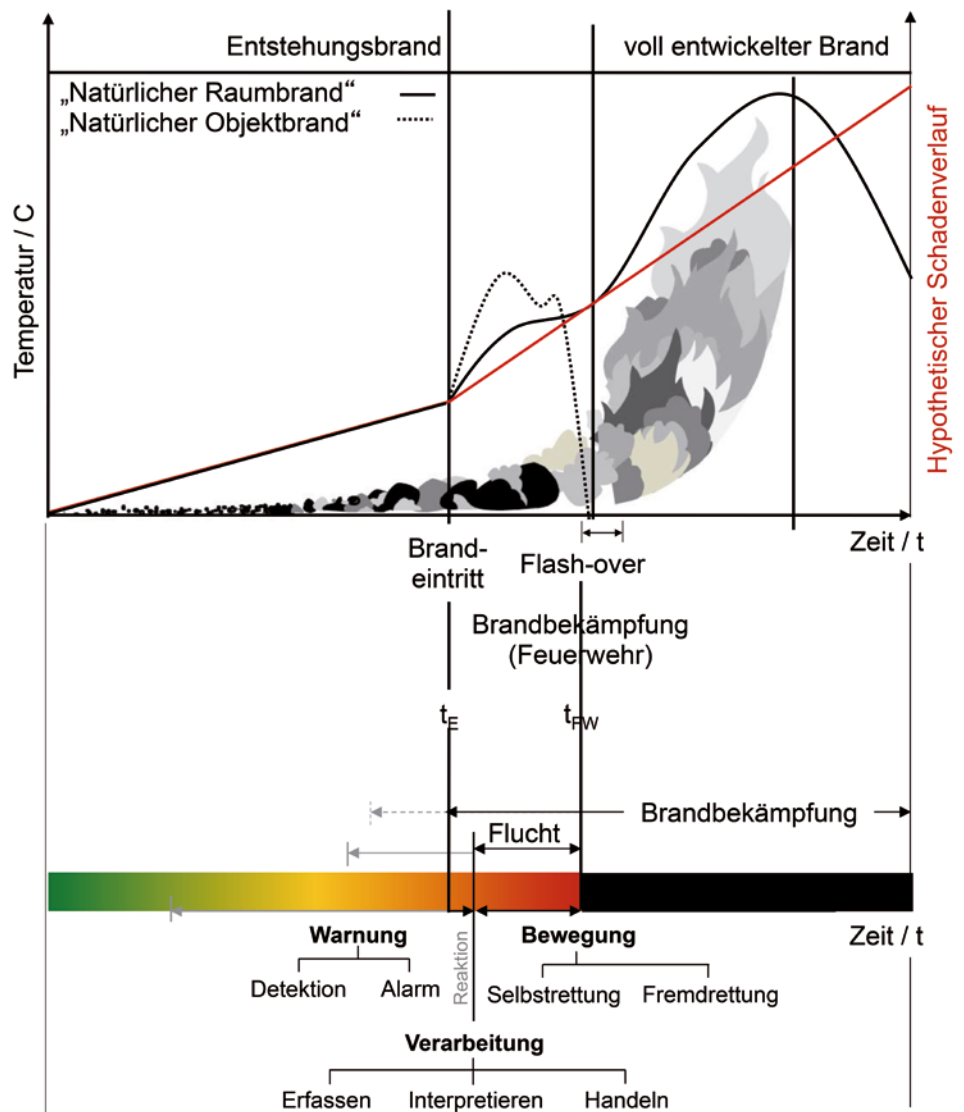


Bild 7: Zeitlicher Verlauf bei Bränden (vgl. Festag, Staimer & Münz, 09/2012, S. 6)

Rauch und Brandgase sammeln sich aufgrund der Thermik zunächst unterhalb von Raumdecken an und breiten sich von dort aus. Der Rauch schränkt die Sicht ein. Die Brandgase enthalten toxische (z. B. CO, Blausäure) und schleimhautreizende (z. B. CO₂) Stoffe, die schädlich auf den Menschen wirken und die Wahrnehmung beeinträchtigen. Dadurch wird die Orientierung der Flüchtenden behindert. Neben der schädlichen Wirkung auf den Menschen kann der Brand die vorhandenen Schutzmaßnahmen beeinträchtigen. Beispielsweise kann die Erkennbarkeit von hochmontierten Hinweisen und Rettungszeichen, aber auch der Beleuchtung darunter leiden. Zudem kann die Auslegung von Fluchtwegen in ungünstigen Fällen überbeansprucht werden. Auf der anderen Seite können einige charakteristische Eigenschaften von Bränden, wie z. B. Sichtweite, Temperatur und Stoffkonzentration, zur Detektion, Ansteuerung von Brandschutz- und Brandbekämpfungsmaßnahmen sowie zur Überwachung der Begehrbarkeit von Fluchtwegen genutzt werden.

Beispiel: Andere Gefahrenlagen

Eine andere Gefahrensituation, die eine sofortige Gebäudeevakuierung notwendig macht, kann eine Bombendrohung sein. Obwohl auch hier die Zeit ein kritischer Faktor ist, beeinträchtigt diese Gefahrenlage im Gegensatz zum Brandfall die Selbstrettung nicht, sofern die angedrohte Handlung nicht eingetreten ist. In der Regel stehen alle Rettungswege zur Verfügung, und eine adaptive Lenkung ist nur bei Überbeanspruchung einzelner Fluchtwege erforderlich.

Wie bei den bisherigen Szenarien beschrieben, erfordern bestimmte Gefahrensituationen zwar die Flucht aus dem unmittelbaren Gefahrenbereich, aber nicht aus dem Gebäude. Und es gibt Gefahrenarten, die einen Einschluss erfordern, sofern sich Personen nicht im unmittelbaren Gefahrenbereich befinden.

Typisch für eine Gefahrenlage, die einen Einschluss erfordert, ist zum Beispiel ein Amokfall. Bei einem Amoklauf gilt es, den Täter, der seine Tat in der Regel geplant hat und meist über Ortskenntnisse verfügt, von den im Gebäude anwesenden Personen fernzuhalten, ihn in seiner Fortbewegung zu hindern und im Idealfall in einem leeren Gebäudeteil zu isolieren. Die Gefahrenerkennung und richtige Lageeinschätzung stellen aufgrund der hohen Dynamik und Brutalität in solchen Situationen hohe Anforderungen (vgl. Görtz, 27.01.2016). Es stehen nur sehr kurze Zeitspannen zur Verfügung, um die im Gebäude befindlichen Personen zu warnen und zum Einschluss bzw. in sichere Bereiche zu bewegen sowie die Rettungskräfte zu alarmieren (die Alarmierung sollte dem Täter verborgen bleiben). Die Einsatzkräfte benötigen Informationen zur Lagebeurteilung. An verschiedenen Stellen können technische Maßnahmen hier eine Unterstützung zur Schadensbegrenzung leisten.

Vorhandene Systeme können für eine übergreifende Gefahrenabwehr und den Amokfall miteinander verknüpft und genutzt werden (siehe ZVEI 82010, 06/2011, S. 32). Zu beachten ist bei einem übergreifenden System, dass Alarmierung und Signalisierung der Fluchtwege bei unterschiedlichen Gefahrenlagen unterschiedlich gekennzeichnet sein sollten, damit zwischen einem Brandfall und einem Amokfall unterschieden werden kann. Zudem wird derzeit diskutiert, ob während eines Amokfalls die automatische Branderkennung ausgesetzt werden sollte (und umgekehrt), um sich gegenseitig widersprechende Informationen zu vermeiden. Dieses Priorisieren ist allerdings nicht unproblematisch.

Gegenwärtig sind unter VDE V 0827-1 „Notfall- und Gefahren-Reaktions-Systeme (NGRS) – Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Aktivitäten“ und VDE V 0827-2 „Notfall- und Gefahren-Reaktions-Systeme (NGRS) – Teil 2: Ergänzende Anforderungen für Notfall- und Gefahren-Sprechanlagen (NGS)“ zwei Normen in der Entstehung, die sich Planung, Errichtung, Inbetriebnahme, Übergabe, Betrieb und Instandhaltung eines Systems sowie technischen Prozessen und Verantwortlichkeiten zur Unterstützung aller Abläufe von der Erfassung eines Notfalls oder einer Gefahr bis zur abschließenden Bearbeitung beschäftigen.

Eine weitere Gefahrenlage, die zunächst den Einschluss der anwesenden Personen im Gebäude notwendig macht, ist der Umweltalarm. Hierbei handelt es sich um Gefahren durch gefährliche Stoffe, die von außerhalb ins Gebäude eindringen können. Obwohl auch hier sofortiges Handeln erforderlich ist (Schließen aller Türen und Fenster), ist eine solche Situation nicht zwingend mit einer unmittelbaren Flucht verbunden.

Kommt es gleichzeitig zu mehreren gefährlichen Ereignissen, können auch ausgefeilte Schutzkonzepte ggf. an ihre Grenzen stoßen.

6. Nutzen der Adaptiven Fluchtweglenkung

An Fluchtwege werden diverse Anforderungen gestellt, die sich bei der Gebäudeplanung nach der Gebäudeart und -nutzung unterscheiden. Aus brandschutztechnischen Vorgaben ist zum Beispiel bei Fluchtwegen i. d. R. nach spätestens 35 Metern ein gesicherter Bereich zu erreichen. Dabei wird (bauaufsichtlich) zugrunde gelegt, dass:

- der kürzeste Fluchtweg der maßgebliche ist,
- dieser Fluchtweg im Bedarfsfall begehbar ist,
- sich die Situation im Anforderungsfall nicht ändert,
- sich die Gebäudenutzer auch unter Stress im Gefahrenfall plangemäß verhalten.

Das ist in der Praxis nicht immer der Fall. Darüber hinaus gibt es Risiken, insbesondere haftungsrechtliche aus der Verkehrssicherungspflicht, die zusätzlich zu betrachten sind (siehe Kapitel 3). Die Adaptive Fluchtweglenkung kann dabei helfen, nicht berücksichtigte Restrisiken abzudecken.

6.1 Sicherheitsgewinn

Eine Adaptive Fluchtweglenkung kann zu einem Sicherheitsgewinn führen, obwohl die Dauer der Entfluchtung über einen längeren – aber sicheren – Fluchtweg erhöht wird.

Im Gegensatz zur Statischen, Aktiven und Dynamischen Fluchtweglenkung bietet die Adaptive Fluchtweglenkung den Vorteil, dass die Lenkung betroffener Personen im Gefahrenfall entsprechend der Entwicklung der Gefahrensituation verändert werden kann. Durch die Brandentwicklung können Fluchtwege und Treppenhäuser, die eben noch sicher waren, nach kurzer Zeit unpassierbar werden. In diesem Fall müssen die Flüchtenden auf alternative Fluchtwege oder Treppenhäuser umgeleitet und um die neu aufgetretenen Gefahrenstellen herumgeleitet werden [*Herumleitung*].

Durch die leichtere Orientierung, die die Adaptive Fluchtweglenkung den Gebäudenutzern geben soll, wird eine sichere und zuverlässige Selbstrettung aus dem Gefahrenbereich heraus [*Hinausleitung*] angestrebt.

6.2 Zeitgewinn

Durch die Unterstützung der Selbstrettung kann die Evakuierung insgesamt schneller abgeschlossen werden.

Die Adaptive Fluchtweglenkung erfolgt automatisch. Dadurch können Personen schnell aus dem Gefahrenbereich geleitet werden. Durch eine eindeutige optische und/oder akustische Unterstützung bei der Orientierung während der Flucht entsteht ein Zeitgewinn für die Selbstrettung der betroffenen Personen.

Hinweis: Eine manuelle Steuerung der Adaptiven Fluchtweglenkung durch die Rettungskräfte sollte bei Bedarf jederzeit möglich sein.

Eine Adaptive Fluchtweglenkung kann die Dauer der Entfluchtung reduzieren, wenn Personengruppen über sichere Fluchtwege geleitet und Stauungen sowie Irrwege vermieden werden.

Beim Hinausleiten aus einem Gebäude kann eine höhere Gehgeschwindigkeit dadurch erreicht werden, dass mittels Maßnahmen zur Adaptiven Fluchtweglenkung Stockungen und Verzögerungen an plötzlich auftretenden Gefahrenstellen vermieden werden.

6.3 Situationsangepasste Auslastung von Fluchtwegen

Einerseits können Fluchtwege durch die Gefahrenquelle versperrt und andererseits durch Personen überlastet werden. Mit einer Adaptiven Fluchtweglenkung kann eine situationsangepasste Auslastung der Fluchtwege erreicht werden, in dem die Begehbarkeit von Fluchtwegen bei der Signalisierung berücksichtigt werden.

Beispiel: Einkaufszentrum

In einem Einkaufszentrum kommt es auf Grund eines technischen Defektes im Supermarktbereich zum Austritt von gesundheitsgefährlichen Gasen. Mit Hilfe einer gezielten und auf die Situation abgestimmten Fluchtweglenkung können Personen aus dem Gefahrenbereich geleitet werden, ohne dass sich auf den Wegen Engpässe bilden und Sammelpunkte überlastet werden. Oft werden die bekannten Wege und die Hauptwege zur Flucht benutzt, was zur Überlastung führen kann. Engpässe wie Ausgänge, Treppenträume oder Türen sind staugefährdete Bereiche, wo panikartiges Verhalten auftreten kann. Zusätzlich werden Sammelpunkte bei Überlastung auf Straßen ausgeweitet, und es kann durch den Straßenverkehr zu einer weiteren Personengefährdung kommen. Darüber hinaus können Personen, die innerhalb der Einkaufspassage auf dem Weg zum Supermarkt sind, rechtzeitig in sichere Bereiche umgelenkt werden.

6.4 Vermeiden von panikartigem Verhalten

Es gibt verschiedene Formen von Panik – die selten sind – und es gibt panikartiges Verhalten – das öfters stattfindet (vgl. Ungerer & Morgenroth, 1999, S. 79).

Bei Panik läuft das Verhalten der Betroffenen ohne Selbst- und Fremdsteuerung ab. Sie tritt auf, „wenn eine Gefahr vorliegt, deren Vermeidung vom Individuum oder Kollektiv nicht mehr garantiert werden kann“ (Ungerer & Morgenroth, 2001, S. 51). Die „psychovegetativen, emotionalen und informationellen Regelkreise“ gehorchen „nicht mehr den überlebensstrategischen Normierungen“ (Ungerer & Morgenroth, 2001, S. 50). Diese Abläufe sind bei panikartigem Verhalten noch nicht so stark eskaliert, wie dies bei Panik der Fall ist. Durch eine Adaptive Fluchtweglenkung wird ein Teil der Fremdsteuerung übernommen. Dadurch soll panikartiges Verhalten reduziert werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Persönlichkeit sowie das soziale und kulturelle Umfeld das Verhalten von Menschen beeinflussen. Schneider & Kirchberger (2007) beziehen sich auf Studien und folgen der vereinfachten Einteilung von menschlichen Verhaltensweisen im Brandfall entsprechend der folgenden drei Gruppen (vgl. auch Leach, 2004):

Gruppe 1: Menschen reagieren sehr rational auf Ereignisse. Es gibt keine Anzeichen von aufkommender Hektik, und die Übersicht wird behalten. Durch ihr klares Agieren übernehmen diese Personen meist wichtige Führungsrollen während einer Evakuierung oder Räumung.

Gruppe 2: Menschen (der überwiegende Anteil) sind von der auftretenden Situation betäubt, aber eher ruhig. Nach der ersten Phase des Schreckens reagieren sie mit aktivem Handeln, meist mit Hilfeleistung. Diese Gruppe kann durch klare Anordnungen, z. B. durch eine Adaptive Fluchtweglenkung mit ihren optischen und akustischen Hinweisen, positiv beeinflusst werden. Die Reaktionszeiten werden verkürzt und die Evakuierung beschleunigt.

Gruppe 3: Menschen reagieren in kritischen Situationen unberechenbar, meist mit Erstarrung, Kopflösigkeit und Flucht. Die Kopflösigkeit äußert sich oft in Form von sinnlosen Handlungen, Desorientiertheit und Realitätsverlust.

6.5 Fremdrettung

Wird beispielsweise eine Reduzierung der Gehgeschwindigkeit auf einem Fluchtweg erkannt, aber auch noch anwesende Personen wahrgenommen, so weist dies auf ein Geschehnis hin, das eventuell weiterer Unterstützung bedarf. So könnten Personen zu Fall gekommen oder auf Grund akuter gesundheitlicher Probleme nicht weiter selbstrettungsfähig sein und zusätzlicher Hilfe bedürfen.

Gemäß den allgemeinen Anforderungen an ein Gebäude und dessen Nutzung sollte bis zum Eintreffen der Feuerwehr der durch den Brand gefährdete Bereich immer geräumt sein und sich unmittelbar gefährdete Personen in einen gesicherten Bereich bewegt haben. Einzelne Landesbauordnungen fordern für bauliche Anlagen und Räume besonderer Art oder Nutzung zusätzliche Brandschutzvorkehrungen, die in der Regel zum Inhalt des jeweiligen Brandschutzkonzeptes werden. Solche Brandschutzkonzepte sollten regelmäßig auch ein Kapitel „Organisatorischer Brandschutz“ enthalten mit Aussagen zur Evakuierung. Im betrieblichen Bereich sieht die zur Umsetzung des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG) und der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) erlassene Arbeitsstättenrichtlinie ASR 2.2 die Benennung von Brandschutz Helfern vor. Neben der Erstbekämpfung eines Entstehungsbrandes ist es die Aufgabe des Brandschutz Helfers, im Gefahrenfall die schnelle Evakuierung seines Zuständigkeitsbereiches zu veranlassen und ortsunkundigen oder mobilitätseingeschränkten Personen zu helfen. Die Adaptive Fluchtweglenkung kann den Kreis der Personen, die organisatorischer Unterstützung bei der Evakuierung bedürfen, reduzieren. Die vorhandenen Hilfskräfte können sich auf die Personen konzentrieren, die nicht selbstrettungsfähig sind wie etwa Verletzte.

6.6 Berücksichtigung besonderer Personengruppen durch das 2-Sinne-Prinzip

Bestimmten Personengruppen ist im Alarmierungs- und Evakuierungskonzept besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Dazu zählen ältere Menschen und Kinder sowie insbesondere Personengruppen mit motorischen oder sensorischen Einschränkungen.

Das Zwei-Sinne-Prinzip (auch Zwei-Kanal-Prinzip genannt) ist Basis der barrierefreien Gestaltung von öffentlichen Gebäuden oder Versammlungsstätten/Beherbergungsstätten. In diesen Gebäuden kann nicht von einer gebäudespezifischen Kenntnis der im Gebäude befindlichen Personen ausgegangen werden. Für Gebäudenutzer mit sensorischen Einschränkungen soll durch die Beachtung des Zwei-Sinne-Prinzips die Möglichkeit zur Selbstrettung verbessert werden.

Die DIN 18040 Teil 1 („Barrierefreies Bauen: Öffentlich zugängliche Gebäude“) und Teil 2 („Barrierefreies Bauen: Wohnungen“) sind in allen Ländern als „Technische Baubestimmung“ bauaufsichtlich eingeführt, jedoch in vielen Ländern mit besonderen Vorgaben oder Abweichungen (eine Übersicht über die Fundstellen der jeweils in den Ländern geltenden aktuellen Bekanntmachung der eingeführten Technischen Baubestimmungen gibt das DIBt regelmäßig heraus).

Nach diesem Zwei-Sinne-Prinzip werden Informationen gleichzeitig für zwei der drei menschlichen Sinne – Sehen, Hören, Tasten – zugänglich gemacht:

- statt sehen: hören und tasten/fühlen
- statt hören: sehen und tasten/fühlen

Nach dem Zwei-Sinne-Prinzip erfolgen die Auslösung des Alarms und die Fluchtweglenkung auf mindestens zwei Wegen. Welche Sinne angesprochen werden, hängt von der spezifischen Situation ab, wobei optische und akustische Lösungen derzeit dominieren. So spricht die Muster-Beherbergungsstätten-Verordnung (MBeVO, 2014) in §9 (1) davon, dass [...] „die Auslösung des Alarms optisch und akustisch erkennbar sein“ muss.

85 Prozent der Informationen werden üblicherweise über das „Sehen“ aufgenommen, ca. 10 Prozent über das „Hören“ der Rest über „Tasten/Fühlen“ (vgl. Rau, 2011, S. 37 ff. in Harder, 2012, S. 26). Auch für Menschen ohne Behinderungen ist das Zwei-Sinne-Prinzip eine Erleichterung und findet bereits heute im Alltag seine Anwendung, z. B. Mobiltelefon (Klingelton und gleichzeitig Vibrationsalarm) oder Fußgängerampel (rot/grün Signal und Signalton).

Unter Einbezug des Zwei-Sinne-Prinzips liefert die Adaptive Fluchtweglenkung die folgenden weiteren Vorteile:

- Sicherheitsgewinn für besondere Personengruppen
- Erleichterung bei der Orientierung auch für Menschen ohne Behinderungen
- barrierefreie Nutzung von Gebäuden, Einrichtungen und Versammlungsstätten
- reduzierter Aufwand für organisatorische Maßnahmen
- zügige Räumung des Gebäudes auch ohne gebäudespezifische Kenntnisse

6.7 Ausfallwahrscheinlichkeit und Flexibilität

Die Erfahrung zeigt, dass das Versagen bzw. die Ausfallwahrscheinlichkeit von baulichen und anlagentechnischen Maßnahmen bei einem normkonformen Aufbau, Betrieb und entsprechender Instandhaltung gering ist. Dies ist bei organisatorischen Maßnahmen schwieriger zu gewährleisten, da sie von der Anwesenheit und der richtigen Reaktion bestimmter Personen zum entscheidenden Zeitpunkt abhängen.

Bauliche Maßnahmen haben den Vorteil, dass sie ständig präsent sind, aber gleichzeitig den Nachteil, dass sie oft starr und unflexibel sind. Die Anpassung auf neue Zuordnungen von Flächen und die Umnutzung von Räumen ist oft nur nach teuren und langwierigen Umbaumaßnahmen möglich. Anlagentechnische Maßnahmen sind ebenfalls ständig präsent und haben aufgrund von zahlreichen Vorgaben und Prüfungen eine hohe Zuverlässigkeit. Allerdings haben sie den Vorteil, dass sie meist relativ leicht, schnell und deswegen kostengünstig veränderbar sind – da selten in die Gebäudesubstanz eingegriffen werden muss.

6.8 Kompensationen

Bauliche Maßnahmen als Standardvorgaben in den bauordnungsrechtlichen Vorschriften lassen sich oft durch anlagentechnische Lösungen kompensieren. Das gilt vor allem bei Umbauten und Sanierungen im Bestand, vor allem in denkmalgeschützten Gebäuden, wo nachträgliche bauliche Lösungen gemäß den Vorgaben heutiger Bauordnungen häufig nicht umsetzbar sind.

Beispiel: Sanierung historischer Gebäude

Bei der Sanierung historischer Gebäude sind bauordnungsrechtliche Brandschutzanforderungen teilweise nur schwer oder gar nicht umsetzbar. Unter Erhaltung der Einzigartigkeit dieser Bauwerke müssen Lösungen gefunden werden, die sowohl mit den heutigen Brandschutzanforderungen als auch mit dem Denkmalschutz vereinbar sind. Häufig können die bauordnungsrechtlichen Vorschriften wegen der besonderen Anforderungen des Denkmalschutzes nicht buchstabengetreu erfüllt werden. In diesen Fällen müssen Kompensationsmaßnahmen gefunden werden, um das Schutzziel einer sicheren Personenselbstrettung zu erreichen. Anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen eignen sich aufgrund ihrer Flexibilität hierfür.

Auch bei Neubauten und Nutzungsänderungen sind Bauherren, Architekten und Fachplaner durch rechtliche Anforderungen oftmals in ihrer Kreativität eingeschränkt. Architektonische Belange des Gebäudes wie Transparenz, Funktionalität und Ästhetik sollen beim Bau berücksichtigt werden, was bei einer strikten Umsetzung der gesetzlichen Vorschriften oftmals nur in beschränktem Maße möglich ist. Durch eine Kompensation mittels anlagentechnischer Maßnahmen ist dann eine Umsetzung des Gebäudeentwurfs erreichbar (vgl. EffGebEvMSyst, 2012).

6.9 Wirtschaftlichkeit

Die „Wirtschaftlichkeit“ von Brandschutzmaßnahmen spielt sowohl aus bauordnungsrechtlicher wie aus haftungsrechtlicher Sicht nur eine untergeordnete Rolle.

Der Schutz von Gesundheit und Leben von Menschen hat Vorrang und ist von Rechtswegen selten zu teuer. Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird der Zielerreichungsgrad von Maßnahmen in Abhängigkeit vom erforderlichen Aufwand gestellt. Rechtlich zwingend vorgegeben ist der Nachweis, dass die gesetzlich festgelegten Schutzziele im Ernstfall erreicht werden. Mit welchen Mitteln und Methoden die Erreichung der Schutzziele sichergestellt wird, ist rechtlich nicht relevant. Dies geschieht häufig durch Schutzkonzepte, ein Gutachten oder eine Fachplanung eines spezialisierten und ggf. auch staatlich anerkannten Ingenieurs.

Zur Erreichung von Schutzzielen stehen bauliche, anlagentechnische und organisatorische Maßnahmen – gleichwertig nebeneinander – zur Verfügung.

Zur Erreichung von Schutzzielen stehen bauliche, anlagentechnische und organisatorische Maßnahmen zur Verfügung und stehen in Wechselwirkung zueinander. Was auf dem einen Weg nicht möglich oder zu teuer ist, kann auf einem anderen Weg realisiert werden. Erst das Zusammenwirken der Maßnahmen aus allen drei Bereichen kann die Einhaltung der Brandschutzziele gewährleisten.

Selbst wenn eine flexible Umrüstung des Gebäudes bei Umnutzungen über die gesamte Betriebsdauer eines Gebäudes für den Bauherrn/Betreiber nicht von besonderem Interesse ist, wird der Einsatz von Anlagentechnik spätestens bei der Betrachtung der Haftungsrisiken wirtschaftlich, wenn nämlich mittels der Anlagentechnik Risiken abgedeckt werden können, die die Vorgaben der Bauordnung nicht berücksichtigen. Haftungsrisiken des Bauherrn/Betreibers können gegenüber Gebäudenutzern, Passanten, Nachbarn usw. aus der möglichen Verletzung von Schutzgesetzen (§ 823 Abs. 2 BGB) einerseits und aus der Verletzung von Verkehrssicherungspflichten (§ 823 Abs. 1 BGB) andererseits herrühren. Der Schutz vor solchen Haftungsrisiken ist niemals Gegenstand bauaufsichtlicher Prüfung, Genehmigung und Vorgaben, weil die Bauordnung nicht den Bauherrn vor Haftung, sondern die Öffentlichkeit vor dem Bauherrn schützen will. Die Bauordnung hindert allerdings auch keinen Bauherrn daran, Maßnahmen zu seinem eigenen Schutz vor Inanspruchnahme aus Haftungslagen zu ergreifen. Sie überlässt dies aber ausschließlich den eigenen Überlegungen und Entscheidungen des Bauherrn bzw. Betreibers des Gebäudes.

7. Das Konzept der Adaptiven Fluchtweglenkung

Statische bzw. Passive Bestandteile der Fluchtweglenkung befinden sich unabhängig vom Vorliegen einer Gefahr stets im selben Zustand. Beispiele dafür sind Schilder oder beleuchtete und hinterleuchtete Rettungswegkennzeichen im Dauerbetrieb. Bei einer Aktiven Fluchtweglenkung werden die Bestandteile zur Fluchtweglenkung im Anforderungsfall eingeschaltet. Die Richtungsanzeige ist nicht variabel. Die Dynamische Fluchtweglenkung geht darüber hinaus und reagiert auf die Gefahrenlage zum Beginn der Evakuierung und stellt die Orientierungssignale dem entsprechend variabel ein. Die Orientierungssignale werden aber nicht kontinuierlich an die Entwicklung der Gefahr angepasst, und es findet keine Überwachung der Rettungswege auf die Begehrbarkeit statt.

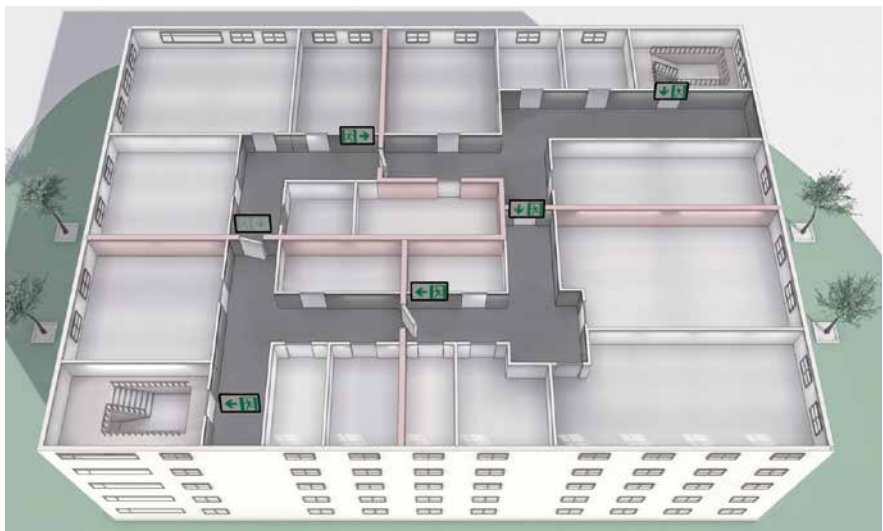


Bild 8: Schematische Gebäudeskizze mit Passiver Fluchtwegkennzeichnung (z. B. unbeleuchtete Piktogramme)

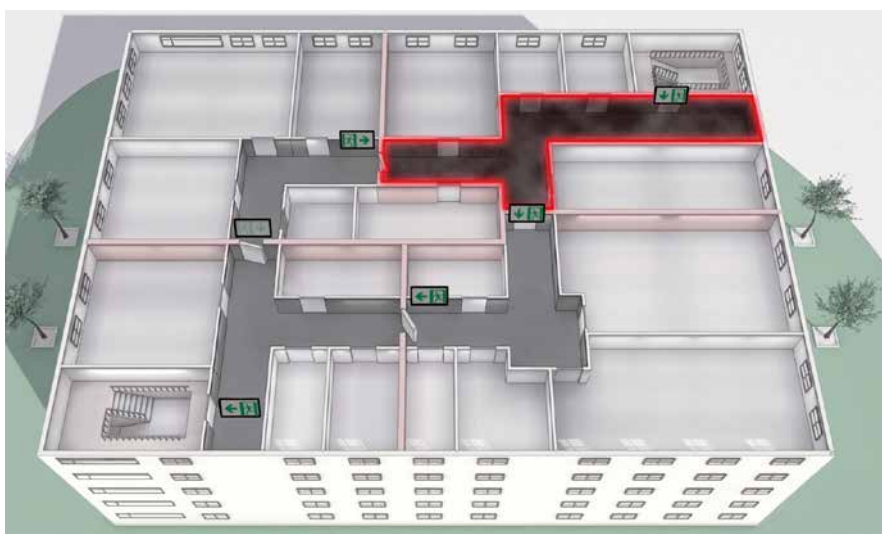


Bild 9: Passive Fluchtwegkennzeichnung reagiert nicht auf eine Gefahr

Bild 8 zeigt eine schematische Gebäudeskizze. Die dargestellte Ebene ist räumlich in vier Segmente unterteilt. Die Kennzeichnung ist durch passive Elemente realisiert. Wie Bild 9 zeigt, reagieren die passiven Elemente nicht auf eine Gefahr. In Bild 10 werden bei der Aktiven Fluchtweglenkung im Gefahrenfall die Signalgeber, die den Fluchtweg aufzeigen, unabhängig von der Gefahrenlage, eingeschaltet. Beispiele sind Rettungswegkennzeichen im Bereitschaftsbetrieb und gespeicherte Durchsagen einer Sprachalarmierungsanlage. Hierzu kann auch ein bodennahes Sicherheitsleitsystem zählen, das in Bild 11 als Bodenmarkierung dargestellt ist.

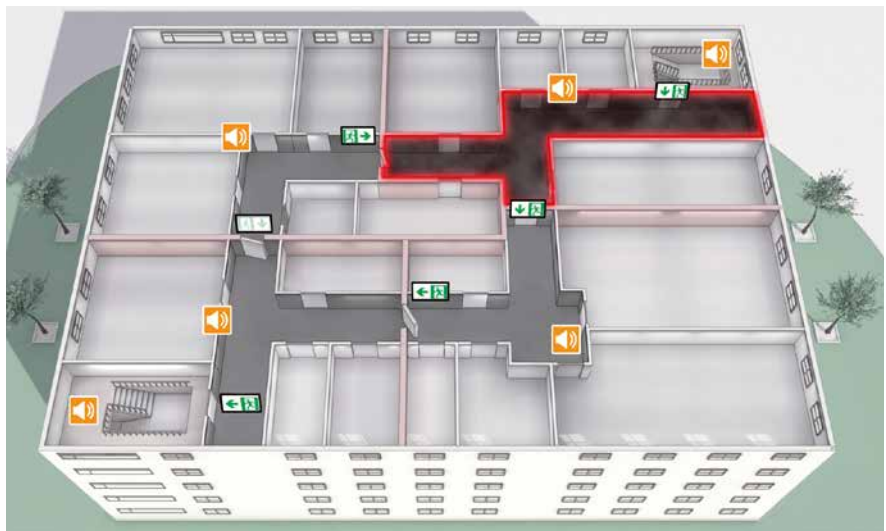


Bild 10: Schematische Gebäudeskizze mit Aktiver Fluchtweglenkung (aktivierte Rettungszeichenleuchten sowie Sprachalarmierung) unabhängig von der Gefahrenlage

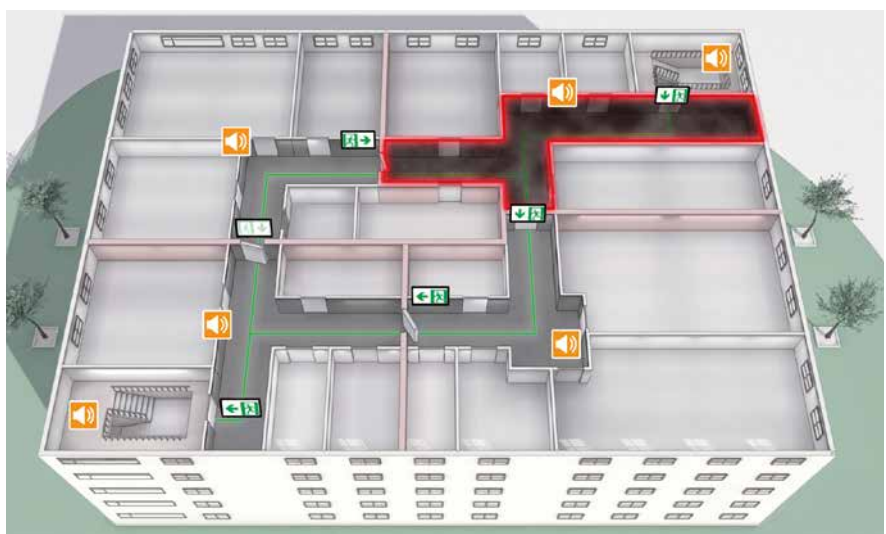


Bild 11: Schematische Gebäudeskizze mit Aktiver Fluchtweglenkung (aktivierte Rettungszeichenleuchten und bodennahe Leitmarkierungen sowie Sprachalarmierung) unabhängig von der Gefahrenlage

Die Dynamische Fluchtweglenkung bietet die Möglichkeit einer einmaligen Richtungsanweisung. Wie in Bild 12 dargestellt, ändert das Fluchtwegleitsystem bei einer gleichen Gefahrenlage wie in den Bildern 10 und 11 seine Richtungsanzeige. Die Dynamische Fluchtweglenkung kann auf eine Gefahr mit Änderung der Fluchtrichtungsanzeige reagieren. Sie kann in Abhängigkeit von der Gefahrenlage auf kürzestem Wege aus dem Gefahrenbereich heraus und über die verbleibenden Fluchtwege z. B. ins Freie leiten. Der Gefahrenbereich wird von außen durch Sperrsymbole optisch gesperrt. Das bodennahe Sicherheitsleitsystem, hier durch Bodenleuchten dargestellt, unterstützt die Evakuierung vor allem innerhalb des Gefahrenbereiches durch eine Richtungsangabe und eine Lauflichtfunktion. Auch die Evakuierungsdurchsage der Sprachalarmierung erfolgt in Abhängigkeit von der Gefahrenlage. Alle Signalgeber, die den Fluchtweg aufzeigen, passen sich jedoch nur einmal der Gefahrenlage zum Beginn der Evakuierung an und behalten ihren Zustand bis zum Gefahrenende bei.

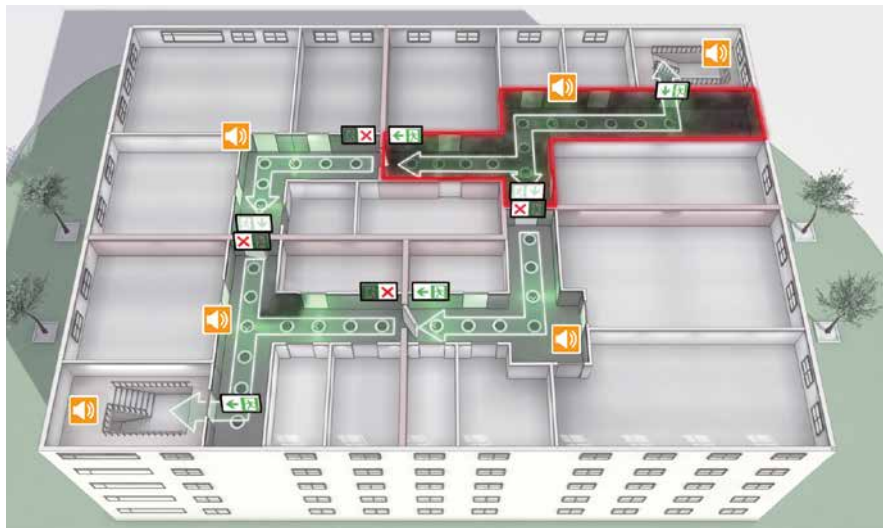


Bild 12: Schematische Gebäudeskizze mit Dynamischer Fluchtweglenkung (dynamische Rettungszeichenleuchten und bodennahe Leitmarkierungen sowie Sprachalarmierung) in einmaliger Abhängigkeit von der Gefahrenlage

Der Einsatz einer Dynamischen Fluchtweglenkung ist sinnvoll, wenn es sich bei dem betrachteten Gebäuderaum um einen abgeschlossenen Bereich handelt, z. B. um einen Brandabschnitt, und eine Ausbreitung der Gefahr über diesen Bereich hinaus zumindest auf eine definierte Zeit, z. B. 90 Minuten, auszuschließen ist.

Die Adaptive Fluchtweglenkung bietet die Möglichkeit der Umlenkung von Flüchtenden auf der Basis einer kontinuierlichen Fluchtwegüberwachung und unter Berücksichtigung einer möglichen Änderung der Gefahrenlage, d. h. sie folgt permanent einer Gefahrenentwicklung. Sowohl die Gefahrenerkennung als auch die Ansteuerung der Fluchtweglenkungssignale in einem solchen System müssen auf die zeitliche Veränderung und in Abhängigkeit von der Gefahrenlage reagieren können. In Bild 13 ist die anfängliche Gefahrenlage dargestellt. Die optische und akustische Signalisierung sperren den betroffenen Bereich. In Bild 14 ist zu sehen, dass sich die Gefahr auf ein weiteres Gebäudesegment (nach unten) ausgebreitet hat. Sowohl die Sprachalarmierung als auch die optischen Elemente der Adaptiven Fluchtweglenkung reagieren auf diese Gefahrensituation.

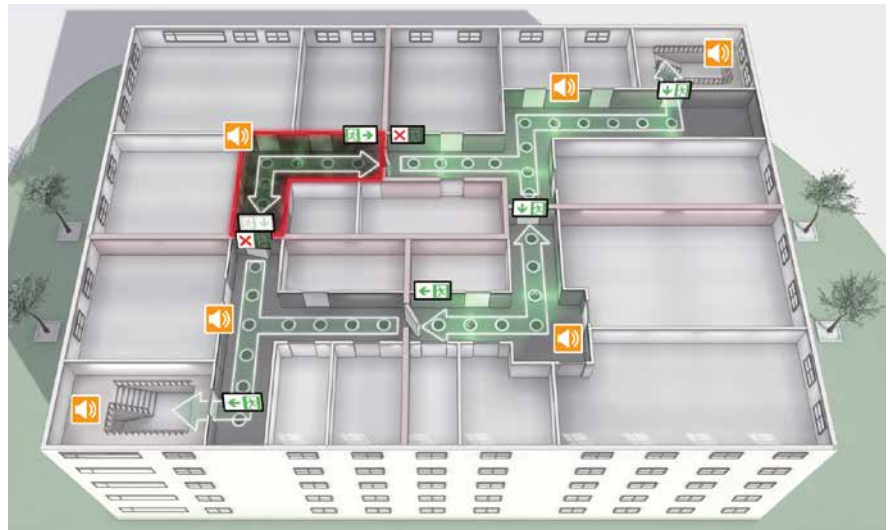


Bild 13: Schematische Gebäudeskizze mit Adaptiver Fluchtweglenkung (adaptive Rettungszeichenleuchten und bodennahe Leitmarkierungen sowie Sprachalarmierung) in Abhängigkeit von der Gefahrenlage (Zeitpunkt t_1)

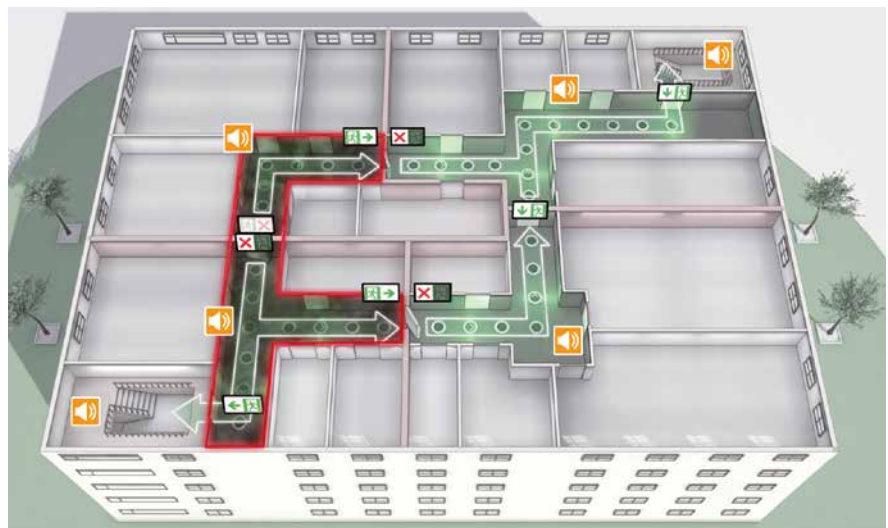


Bild 14: Schematische Gebäudeskizze mit Adaptiver Fluchtweglenkung in Abhängigkeit von der Gefahrenlage (Zeitpunkt t_2 ; die Gefahrenlage hat sich verändert)

Bei der Adaptiven Fluchtweglenkung ist das aus verschiedenen Bestandteilen bestehende System entscheidend, das eine kontinuierliche Anpassung der Signalisierung von Fluchtwegen an die Gefahrenentwicklung ermöglicht.

Ob Systeme adaptiv oder dynamisch sind, hängt im Wesentlichen von der konzeptionellen Einbindung der Bestandteile einschließlich der Überwachung der Begehbarkeit von Fluchtwegen ab und nicht von den eingesetzten Produkten und Systemen selbst. Schilder zur Fluchtwegkennzeichnung sind passiv, während hinterleuchtete Zeichen und allgemeine Evakuierungsdurchsagen einer Sprachalarmierungsanlage, die beim Auftreten einer Gefahr eingeschaltet werden, als aktiv gelten. Bei einer einmaligen Anpassung der Fluchtrichtung auf eine Gefahrenlage (z. B. rechts/links, rauf/runter, Freigabe/Sperrung), gilt sie als dynamisch. Erfolgt die Signalisierung der Fluchtwege entsprechend der Gefahrenentwicklung indem sie permanent ihre Angabe auf die Umgebungsbedingungen anpasst, wird sie als adaptiv bezeichnet. Das gilt für optische Leitsysteme ebenso wie für Lautsprecherdurchsagen einer Sprachalarmierung oder für taktile Systeme.

Bei der Adaptiven Fluchtweglenkung werden Fluchtwege permanent auf ihre Begehbarkeit überwacht. Das adaptive System erkennt, wenn ein Fluchtweg nicht mehr begehbar ist (z. B. Rauch, Gase, Hindernisse) und steuert das Sicherheitsleitsystem zur optischen und akustischen Anzeige eines sicheren Fluchtweges automatisch um.

Zusammenspiel einer optischen und akustischen Signalisierung

Kern einer Adaptiven Fluchtweglenkung ist die Steuerung der Fluchtwegsignalisierung unter permanenter Bewertung der Gefahrenlage. Die eingehenden Informationen über Gefahren (z. B. Brandmelder) werden von einer Brandmelderzentrale kontinuierlich ausgewertet und an Signalgeber und ggf. weitere Maßnahmen weitergegeben. Parallel dazu werden Informationen über die Begehbarkeit von Flucht- und Rettungswegen (z. B. Fluchtwegmelder) ausgewertet und in die Bewertung einbezogen.

8. Anwendungsbeispiele einer Fluchtweglenkung

Systeme zur Fluchtweglenkung kommen heute bereits in zahlreichen Objekten zur Anwendung. Zurzeit findet dabei aber keine permanente Überwachung der Begehbarkeit der Fluchtwege statt. Die nachstehenden Beispiele sollen Impulse geben, wo eine Fluchtweglenkung hilfreich ist. Die hier aufgeführten Beispiele lehnen sich teilweise an die Brandschutzkonzepte zu den jeweiligen Objekten an.

Beispiel: Neubau eines Klinikums

Bei einem Neubau eines Klinikums sollen die architektonischen Belange des Gebäudes ebenso umgesetzt werden wie eine offene Gestaltung. Nicht alle Treppenräume besitzen einen direkten Ausgang ins Freie und werden über maximal 10 m lange Flurabschnitte erschlossen. Die Treppenräume verfügen nicht über eine Rauchschutz-Druck-Anlage.

Kompensation

Es werden zwei Evakuierungsebenen vorgesehen, über die flüchtende Personen mittels eines flächendeckenden Fluchtwegleitsystems (bestehend aus dynamischen Rettungszeichenleuchten und Bodeneinbauleuchten mit Lauflichtfunktion) sicher ins Freie geleitet werden. Sofern eine der beiden Evakuierungsebenen verraucht ist, werden die Personen durch das Dynamische Fluchtwegleitsystem in die jeweils andere rauchfreie Ebene geführt. Die Ansteuerung erfolgt über eine (flächendeckende) Brandmeldeanlage.

Bild 15 zeigt links eine Situation im Klinikum in der der Fluchtweg aus einem Treppenhaus herausführt. Der Eingang zum Treppenhaus ist optisch durch ein rotes Kreuz mit einer Blinkfunktion gesperrt. Rechts im Bild sind die Bodenleuchten mit Richtungsangabe und Lauflichtfunktion sowie dynamische Rettungszeichenleuchten im Flurverlauf zu erkennen.



Bild 15: Eingang Treppenhaus (links) und Flursituation im Klinikum (rechts)

Beispiel: Sanierung eines denkmalgeschützten Rathauses

In diesem Beispiel handelt es sich um die Sanierung eines denkmalgeschützten Rathauses. Es liegt eine offene Verbindung zwischen dem Eingangsbereich im Erdgeschoss und dem 3. Obergeschoss vor. Zwischen dem 1. und 2. Obergeschoss sowie dem 2. und 3. Obergeschoss ist eine Abschottung vorgesehen. Diese bauliche Trennung wird auf den Zwischenpodesten im Verlauf der Treppen angeordnet. Zwischen dem Erdgeschoss und 1. Obergeschoss wird keine bauliche Abtrennung zwischen den Geschossen durchgeführt, da diese Bereiche denkmalgeschützt sind. Des Weiteren beträgt die Flurlänge des „zentralen Bereichs“ im 1. Obergeschoss (siehe Bild 16) ohne Ausbildung von Rauchabschnitten mehr als 30 m.



Bild 16: Zentraler denkmalgeschützter Bereich im 1. OG mit offenem Treppenbereich zum EG

Kompensation

Es müssen kompensatorische Maßnahmen durchgeführt werden, die insbesondere das Schutzziel der Selbstrettung von Personen gewährleisten. Aufgrund der offenen Verbindung zwischen dem Erdgeschoss und dem 1. Obergeschoss besteht die Gefahr einer Verrauchung im 1. OG bei einem Brandereignis, das vom Erdgeschoss ausgeht. Damit sich Personen, die sich in den Sälen des 1. Obergeschosses aufhalten, trotzdem sicher retten können, wird eine Fluchtweglenkung durch hinterleuchtete Kennzeichnungen eingerichtet, die Personen um eine mögliche Gefahrenquelle ins Freie leitet.

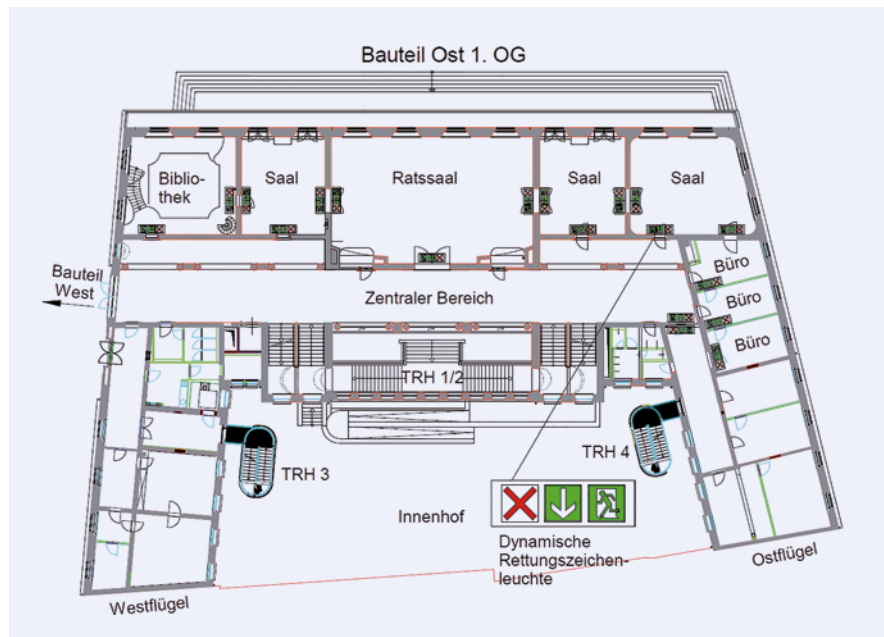


Bild 17:
 Skizze des 1. OG mit zentralem Bereich, Sälen und Büros mit eingezeichneten dynamischen Rettungszeichenleuchten

Bei einer Verrauchung des zentralen Bereiches werden die Nutzer der Säle bzw. der Bibliothek durch die Verbindungstüren der Säle und der angrenzenden Büros in den vom zentralen Bereich brandschutztechnisch abgetrennten Ostflügel und von dort über eine Außentreppe ins Freie geleitet (siehe Bild 17). Die Zugänge aus den Sälen in den zentralen Bereich werden durch ein blinkendes rotes Kreuz optisch gesperrt.

Im Normalbetrieb des Tunnels wird die Fluchtrichtung ins Freie angezeigt, wie Bild 20 links zeigt.

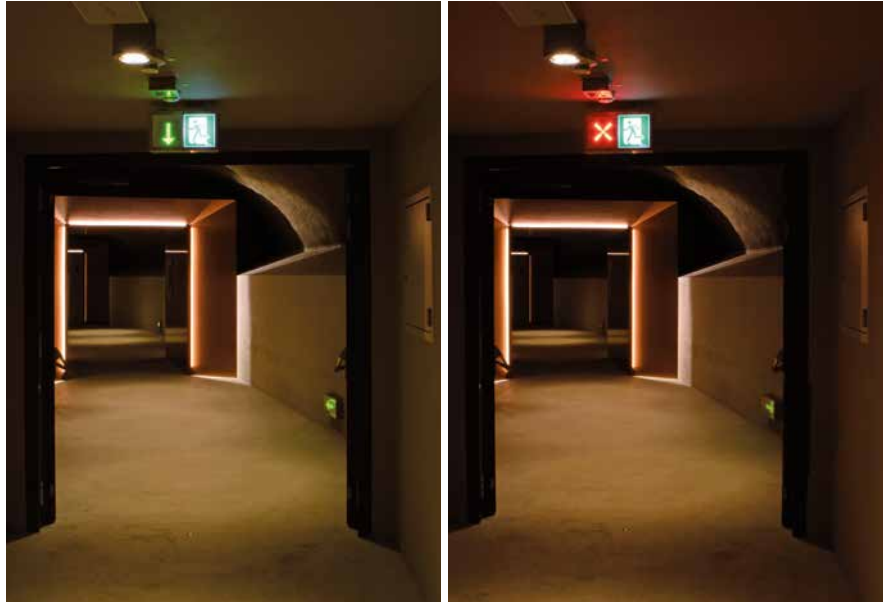


Bild 20: Anzeige zum Eingangsbauwerk im Normalbetrieb (links) und im Ereignisfall (rechts)

Findet zum Beispiel ein Brand statt, wird der Fluchweg zum Eingangsbauwerk gesperrt (siehe Bild 20 rechts). In diesem Fall weist die Rückseite der Rettungszeichenleuchte und die bodennahe Leuchte den Weg in Richtung Aufzugsvorraum, also in einen sicheren Bereich. Für den Fall einer notwendigen Entfluchtung des Tunnels, ohne dass ein Schadensereignis im Eingangsbauwerk vorliegt, werden die Personen durch das Eingangsbauwerk ins Freie geführt. Sollte im Eingangsbauwerk ein Brand entstehen, schließt sich ein am Tunneleingang positioniertes Brandschutzschiebetor, und die Personen werden durch die Notausgangstür des Bypasses ins Freie geleitet.

Kommt es zum Brandfall in einem der drei Brandabschnitte des Tunnels, werden die Personen auf dem kürzesten Weg aus dem betroffenen Bereich sowohl über das Eingangsbauwerk oder den Bypass ins Freie als auch durch die Schleuse in den Aufzugsvorraum geleitet. Der Aufzugsvorraum (siehe Bild 21) stellt durch die brandschutztechnische Trennung vom Tunnel und die Rauchschutz-Druck-Anlage einen sicheren Bereich dar. Die von der Dynamischen Fluchtweglenkung dorthin geleiteten Personen können dort verharren, bis sie von der Feuerwehr über den Aufzug gerettet werden.



Bild 21: Aufzugsvorraum mit einer Schleuse

Der Fluchtweg durch den Tunnel in Richtung des Eingangsbauwerkes wird im Normalbetrieb angezeigt. Bei einem Brand im Tunnel schließen sich die Türen automatisch, und der Fluchtweg durch den Tunnel wird optisch gesperrt.

Beispiel: Umsteigebahnhof von U-Bahnen

In weiträumigen, komplexen Gebäudestrukturen wie unterirdischen Bahnhöfen sind Brandschutzanforderungen hinsichtlich der Rauchfreihaltung von Fluchtwegen während der Selbstrettung oft nur aufwändig zu erreichen. Besondere Herausforderungen an die Erfüllung des Brandschutzes stellen lange und unübersichtliche Fluchtwege und eine große Anzahl an möglichen Betroffenen. In Umsteigebahnhöfen sind bis zu 4000 anwesende Personen anzunehmen (vgl. EBA-Formel nach Eisenbahn-Bundesamt, 2011, S. 10f.). Darüber hinaus sind Fluchtwege vom Bahnsteig ins Freie von üblicherweise 100-200 m Länge zu überwinden. Um auf diese Bedingungen reagieren zu können, bedarf es Informationen, die an die Sachlage angepasst sind.

Im Forschungsprojekt „OrGaMIR“ (vgl. Koch & Plaß, 2009) wurden variable Umweltinformationen von einer U-Bahn-Station in die Evakuierung integriert (Bild 22 zeigt eine verrauchte Fahrtreppe in dem U-Bahnhof). Dazu wurde der Kreuzbahnhof mit Windsensoren und Gefahrstoffdetektoren ausgestattet und die daraus gewonnenen Informationen an ein IT-System zur Auswertung und Visualisierung übermittelt.

Es hat sich gezeigt, dass die Begehbarkeit von Fluchtwegen von den Umgebungsbedingungen abhängig sind. Bei gleichen räumlichen Bedingungen kann sich die Begehbarkeit eines Fluchtweges je nach Windrichtung und Strömungsverhältnissen sehr schnell ändern.

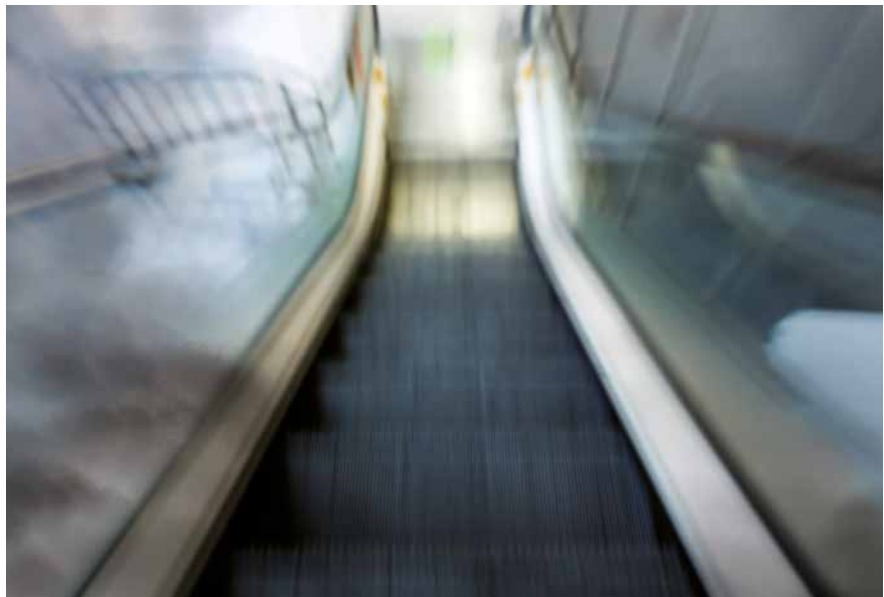


Bild 22: Verrauchte Fahrtreppe in einem U-Bahnhof

Mit Umweltinformationen kann aber nicht nur die Ausbreitung einer Gefahr identifiziert werden, sondern über die gemessenen Gefahrstoffkonzentrationen kann der Ort der Gefahrenentstehung ermittelt werden. Das kann wiederum zur Abschätzung der weiteren Ausbreitung der Gefahr und Ableitung von Maßnahmen genutzt werden. Die Umweltinformationen können in Simulationen einfließen. Bild 23 zeigt einen exemplarischen Ausschnitt, bei dem alle sicheren bzw. schnellen Fluchtwege den Leitstellenmitarbeitern auf einer 2D-Ansicht des U-Bahnhofs angezeigt werden. Zur Anzeige der für einzelne Abschnitte optimalen Fluchtwege wurden Lauflichter in dem Bahnhof eingebracht. Die Aktivierung der dynamischen Fluchtweglenkung erfolgt dabei über eine visuelle Überprüfung der Situation durch Verantwortliche des U-Bahn-Betreibers anhand einer Videoaufschaltung.



Bild 23: Leitstellenansicht der dynamischen Lenkung

Von der Meldung eines Gefahrstoffssensors bis zur Aktivierung von Lauflichtern und der damit erreichten dynamischen Fluchtweglenkung über begehbare Bereiche ins Freie benötigt das IT-System ungefähr 15 Sekunden zur Berechnung und Verarbeitung.

Die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems aus Sensorik, Berechnung und organisatorischer Einbettung wurde in einem Feldtest während des laufenden U-Bahn-Betriebs überprüft. Nach Freisetzung von geruchs- und farblosen Testgasen erkannte das System den Stoff und prognostizierte korrekt die Gefahrenausbreitung sowie die sicheren Fluchtwege und aktivierte die Fluchtweglenkung.

9. Künftige Entwicklungen und Handlungsbedarf

Die Adaptive Fluchtweglenkung ist eine Weiterentwicklung der Aktiven und Dynamischen Fluchtweglenkung. Das Konzept will die Angabe eines sicheren Fluchtweges auch unter Berücksichtigung der Gefahrenentwicklung ermöglichen. Dazu ist die Überwachung der Begehbarkeit von Flucht- und Rettungswegen erforderlich. Die Adaptive Fluchtweglenkung hat sich aus dem Bereich des Brandschutzes heraus entwickelt. Es ist aber möglich, übergreifende Konzepte zu realisieren, die andere Gefahren ebenfalls berücksichtigen.

Damit sich das Konzept der Adaptiven Fluchtweglenkung in der Zukunft weiter durchsetzen kann, sind die folgenden Handlungsfelder zu bearbeiten:

Zunächst bedarf es der (Weiter-)Entwicklung von *Produkten und Systemen*, die eine adaptive Verwendung ermöglichen. Solche Produkte gibt es zum Teil bereits (optische, akustische und taktile Produkte). Handlungsbedarf gibt es hier vor allem bei zertifizierten Produkten und Systemen zur Überwachung der Begehbarkeit von Flucht- und Rettungswegen.

Eine Brandmeldeanlage könnte mit den entsprechenden Produkten als Steuereinrichtung für eine Adaptive Fluchtweglenkung verwendet werden. Eine Vielzahl an möglichen Szenarien stellt auf Grund der Komplexität eine hohe Herausforderung dar.

Bei sicherheitstechnischen Produkten, um die es sich hier handelt, sind Festlegungen und Standards erforderlich, damit eine hohe Zuverlässigkeit der Bestandteile und der gesamten Systeme, gewährleistet wird. Aus diesem Grund bedarf es neben der Entwicklung von technischen Produkten einer parallelen Erarbeitung von *Normen*, die Anforderungen an die Produkte (Produktnormen) regeln, aber auch Anforderungen an die Anwendung (Anwendungsnormen) formulieren.

Des Weiteren sind *Forschungsaktivitäten* erforderlich, die das Zusammenwirken der verschiedenen Bestandteile als ein funktionstüchtiges System zur Adaptiven Fluchtweglenkung sicherstellen. Die erforderlichen Forschungsarbeiten richten sich neben der technischen Funktionsweise auch an die Wirksamkeit dieser Maßnahme. Dazu sind unter anderem empirische Untersuchungen aus der Begleitung von Fallbeispielen hilfreich. Zu analysieren sind auch die verschiedenen Einflussfaktoren auf das Verhalten von Personen im Falle eines gefährlichen Ereignisses und auf welche Weise die Flucht wirksam und adaptiv unterstützt werden kann.

Darüber hinaus ist es notwendig die Architekten, Planer, Betreiber, Behörden und Feuerwehren, die an der Planung, Erstellung und Abnahme von Evakuierungskonzepten beteiligt sind über die Möglichkeiten der Adaptiven Fluchtweglenkung zu informieren, damit sie eine Anwendung und Akzeptanz im Markt finden kann.

Literatur

Albrecht, C. (09/2011). Grundlagen und Sicherheitskonzept für den Nachweis der Entfluchtung im Brandfall. Dietmar Hosser (Hrsg.): 25. Fachtagung Brandschutz – Forschung und Praxis. Braunschweiger Brandschutz-Tage 2011, Braunschweig 27.-28.09.2011, S. 83 - 100.

AnEffGebEvMSyst (8/2011). Anlage zur Broschüre „Effektive Gebäudeevakuierung mit System: Technische Maßnahmen im Brandfall und bei sonstigen Gefahrenlagen“.
ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. Fachverband Sicherheit, Frankfurt am Main.

ArbSchG (1996). Arbeitsschutzgesetz – Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit.

ASR 2.2 (2012). Maßnahmen gegen Brände. Technische Regeln für Arbeitsstätten, Ausschuss für Arbeitsstätten (ASTA). BAuA.

ASR 2.3 (2014). Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan. Technische Regeln für Arbeitsstätten, Ausschuss für Arbeitsstätten (ASTA). BAuA.

ASR V3a.2 (2012). Barrierefreie Gestaltung von Arbeitsstätten. Technische Regeln für Arbeitsstätten, Ausschuss für Arbeitsstätten (ASTA). BAuA.

BGG (2002). Gesetz zur Gleichstellung behinderter Menschen (Behindertengleichstellungsgesetz) vom 27. April 2002 (BGBl. I S. 1467, 1468), das zuletzt durch Artikel 12 des Gesetzes vom 19. Dezember 2007 (BGBl. I S. 3024) geändert worden ist.

BGH, Urteil vom 11.10.1990, VII ZR 120/89, NJW 1991, S. 562 f.

Brüne, M., Pflitsch, A., Agnew, B., Spiegel, J. (2012). Dynamics of natural air flow inside subway tunnels. In: *Proceedings from the fifth International Symposium on Tunnel Safety and Security*, New York. 14 - 16 March 2012.
SP Technical Research Institute of Sweden, Borås, Sweden, 329-337.

Deutsches Wörterbuch (1983). Deutsches Wörterbuch von Jacob Grimm und Wilhelm Grimm. 1. Band, Leipzig: S. Hirzel Verlag.

DIN 18040-1 (2010). Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen. Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude.
Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin: Beuth.

DIN 18040-2 (2011). Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen. Teil 2: Wohnungen.
Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin: Beuth.

Drowdowski, G. et al. (1989). Duden: Etymologie – Herkunftswörterbuch der deutschen Sprache.
Mannheim: Dudenverlag.

EffGebEvMSyst (1/2012). Effektive Gebäudeevakuierung mit System: Technische Maßnahmen im Brandfall und bei sonstigen Gefahrenlagen.
ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. Fachverband Sicherheit, Frankfurt am Main.

Eisenbahn-Bundesamt (2011): Leitfaden für den Brandschutz in Personenverkehrsanlagen der Eisenbahnen des Bundes. Referat 21. Stand: 01.03.2011.

Famers, G. & Messerer, J. (2008). „Rettung von Personen“ und „wirksame Löscharbeiten“ – bauordnungsrechtliche Schutzziele mit Blick auf die Entrauchung. Ein Grundsatzpapier der Fachkommission Bauaufsicht.

Festag, S. & Herbster, H. (2012). Anlagentechnische Beiträge zur Unterstützung der Evakuierung von Gebäuden im Brandfall. Dietmar Hosser (Hrsg.): 26. Fachtagung Brandschutz – Forschung und Praxis. Braunschweiger Brandschutz-Tage 2012, Braunschweig 19.-20.09.2012, S. 41-60.

GG (2014). 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 23. Dezember 2014.

Görtz, R. (27.01.2016). *Räumen oder Verbleiben? Amokschutz und Brandschutz – konkurrierende Schutzziele?* Vortrag beim ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., Fachverband Sicherheit.

Harder, J. (2012). *Mit anderen Augen sehen*. Bachelor-Thesis, Studiengang Stadtplanung, HafenCity Universität Hamburg.

Koch, R. & Plaß, M. (2009): Optimising Rescue Operations in Subways: the OrGaMIR Project (Organisationsübergreifende Gefahrenabwehr zum Schutz von Menschen und kritischen Infrastrukturen durch optimierte Prävention und Reaktion). In: Peter Elsner (Hg.): Future Security. 4th Security Research Conference Karlsruhe. Fraunhofer-Verbund Verteidigungs- und Sicherheitsforschung VVS. Stuttgart: Fraunhofer Verlag, S. 11-16.

Leach, J. (2004): Why People 'Freeze' in an Emergency: Temporal and Cognitive Constraints on Survival Responses, *Aviat Space Environ Med*, 75:539-42.

Mark, R. (1/2001). Das Fluchtverhalten von Menschen in Extremsituationen. *Brandverhütung* 1/2001, S. 7-10.

MBeVO (2014). *Muster-Beherbergungsstättenverordnung*.

OVG Münster Urteil vom 11.12.1987 AZ: 10A363/86; seither ständige Rechtsprechung.

Pfeifer, W. (1993). *Etymologisches Wörterbuch des Deutschen*. Berlin: Akademie Verlag. 2. Auflage.

Pflitsch, A., (2011). Im Rahmen des BMBF-Verbundvorhabens: Organisationsübergreifende Gefahrenabwehr zum Schutz von Menschen und kritischen Infrastrukturen durch optimierte Prävention und Reaktion (ORGAMIR). Teilvorhaben 6. Geographisches Institut, Ruhr-Uni Bochum, Technische Informationsbibliothek u. Universitätsbibliothek.

Pflitsch, A., Brüne, M., Killing-Heinze, M., Ringeis, J., Agnew, B., & Steiling, B. (2013). Natural ventilation as a factor controlling the dispersal of airborne toxins in subway systems in a disaster situation. *Journal of Transportation Safety & Security*, 5 (1), 78-92.

Pflitsch, A., Brüne, M., Ringeis, J., Killing-Heinze, M. (2010). ORGAMIR: Development of a safety system for reaction of an event with emission of hazardous airborne substances - like a terror attack or fire - based on subway climatology. In: *Proceedings from the fourth International Symposium on Tunnel Safety and Security*, Frankfurt am Main. 17-19 March 2010. SP Technical Research Institute of Sweden, Borås, Sweden, 451-462.

Pflitsch, A. & Küsel, H. (2003). Subway-Climatology - New research field for the management of possible catastrophes in subway systems. In: Pyka, J.L., Dubicka, M., Szczepankiewicz-Szmyrka, A., Sobik, M., Blas (Eds.): *Man and Climate in the 20th Century*, vol. 75, 384-394., Studia Geograficzne 75, University of Wrocław, Poland.

Ploog, D. & Clausen, L. (1997). *Katastrophenmedizin. Leitfaden für die ärztliche Versorgung im Katastrophenfall*. Bonn: Bundesamt für Zivildschutz (Hrsg.), 4. überarbeitete Auflage

Rau, U. (2011). *Barrierefrei bauen für die Zukunft*. Berlin: Bauwerk Verlag GmbH. 2. Auflage.

Schneider, U. & Kirchberger, H. (2007). Evakuierungsberechnungen bei Brandereignissen mittels Ingenieurmethoden. *Vorbeugender Brandschutz 2007*, S. 62-75.

Seebold, E. (2011). *Kluge - Etymologisches Wörterbuch der deutschen Sprache*. Berlin: Walter de Gruyter Verlag. 25. Auflage.

Spitzer, M. (2015). *Cyberkrank!: Wie das digitalisierte Leben unsere Gesundheit ruiniert*. Heidelberg: Droemer.

Sprau, H. (2015). *Kommentierung von § 823 BGB*. Palandt, *Bürgerliches Gesetzbuch*. München: C.H. Beck. 74. Auflage.

Staimer, A., Festag, S. & Münz, F. (8/2012). Verfügbarkeit von Brandmeldeanlagen – Wie sicher sind Brandmeldeanlagen?
ZVEI-Merkblatt 33009:2012-08. Frankfurt am Main: ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., Fachverband Sicherheit

Ungerer, D. & Morgenroth, U. (2001). „Analyse des menschlichen Fehlverhaltens in Gefahrensituationen - Empfehlungen für die Ausbildung.“ Bonn: Zivilschutz-Forschung. Schriftenreihe der Schutzkommission beim Bundesministerium des Innern, Herausgegeben vom Bundesverwaltungsamt - Zentralstelle für Zivilschutz. Im Auftrag des Bundesministerium des Innern. Neue Folge Band 43.

VDI 6010-3 (2013). Sicherheitstechnische Einrichtungen für Gebäude. Blatt 3: Sicherheitstechnik - Vollprobetest für Gebäude. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure e.V.

Wagner, G. (2013). Kommentierung zu § 823 BGB in: Münchener Kommentar zum BGB 6. Aufl., Band 5, München: Verlag C.H. Beck.

ZVEI-Merkblatt 82010:2011-06. Amok- und Gefahren-Reaktionssysteme: Sicherheit durch Alarmieren, Informieren, Reagieren am Beispiel Schulen.
Frankfurt am Main: ZVEI – Zentralverband der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., Arge Errichter und Planer.

Anhang

Tabelle A1: Begriffsbedeutung – adaptiv, dynamisch, aktiv, statisch und passiv

Adjektiv	Etymologie
Adaptiv	Aus adaptatio (zu lat. Adaptare = anpassen). Bedeutet Anpassung i) [...] des Organismus an seine wechselnde Umgebung, ii) [...] einzelner Organe an bestimmte Reizeinwirkungen (beim Sehen bezeichnet die Adaption das weiter- und enger werden der Pupille bei wechselnder Intensität des einfallenden Lichtes), iii) [...] wird beim musikalischen Hörvorgang die Eigenschaft des Ohres genannt, an einem Dauerton zu ermüden, so dass bei gleichbleibender Schallstärke der Lautstärkeindruck immer schwächer wird, iv) [...] psychologische Anstrengung des sichumstellens und die Anpassung an neue Lebensumstände, v) [...] auf technische Systeme angewandt ab 1976, die höchste Stufe der Adaptation erreichen die sog. selbstorganisierenden Systeme, die in der Lage sind bei wesentlichen Umweltveränderungen ihre innere Struktur zu verändern, vi) [...] Fähigkeit selbstregulierender Systeme, das innere Milieu unter den Bedingungen der Umwelteinwirkungen aufrechtzuerhalten (vgl. Deutsches Wörterbuch, 1983).
dynamisch	Der Begriff wird bis auf das 18. Jh. zurückverfolgt. Aus dem griechischen Begriff <i>dynasthai</i> (können, vermögen) bildete sich der Begriff <i>dynamikós</i> für <i>vermögend, wirkend, mächtig, stark, kräftig, wirksam</i> (vgl. Seebold, 2011) zu <i>dýnamis</i> (Kraft, Vermögen). Das Adjektiv bedeutet im Deutschen seit der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts <i>schwungvoll, voll innerer Triebkraft</i> sein (vgl. Pfeifer, 1993).
aktiv	Das Adjektiv wurde im 16. Jh. aus <i>activus</i> zu <i>agere</i> (<i>actum</i>) übernommen und bedeutet so viel wie <i>tatkräftig, tätig, in Bewegung setzen, treiben, handeln</i> (vgl. Seebold, 2011, Pfeifer, 1993 oder Drodowksi et al., 1989). Der Begriff ist seit dem 17. Jh. im Lateinischen auch als Gegenwort zu <i>passiv</i> zu verstehen. In jüngerer Sprache entwickelten sich Auffassungen wie <i>rührig, zielstrebig</i> (Pfeifer, 1993). Das Adjektiv findet in verschiedenen Bereichen eine unterschiedliche Bedeutung. So wird in der Chemie von <i>aktiven Körper</i> (im Sinne von stark reaktionsfähig) gesprochen, z. B. <i>radioaktiv</i> für <i>Strahlen aussendend</i> . In der Medizin wird hingegen von einer <i>aktiven</i> (fortschreitenden) <i>Tuberkulose</i> gesprochen oder von <i>biologisch aktivem Insulin</i> , was hier so viel bedeutet wie <i>in besonderer Weise wirksam</i> sein (Pfeifer, 1993).
statisch	Seit etwa Mitte des 19. Jh. wird das Adjektiv verwendet, das im Sinne von <i>das Gleichgewicht der Kräfte, die Statik betreffend, im Gleichgewicht, in Ruhelage befindlich, stillstehend</i> verwendet wird. Das Adjektiv lehnt sich in der 1. Hälfte des 17. Jh. an das Lateinische <i>statica</i> und dem Griechischen <i>statikē</i> (<i>téchnē</i>) für <i>Lehre, Kunst vom Wägen, vom Gleichgewicht</i> und dem substantivisch gebrauchten Begriff <i>statikós</i> für <i>stellend, stehen machend, wägend</i> zu <i>histánai</i> für <i>stellen</i> (vgl. Seebold, 2011 und Pfeifer, 1993).
passiv	Im 17. Jh. entlehnt sich das Eigenschaftswort aus <i>passivum</i> (<i>leidende Handlungsweise</i>) zu Verdeutschungen über <i>pati</i> (<i>dulden, sich zurückhaltend, sich gefallen lassen, hinnehmen, (er)leiden</i>) (Pfeifer, 1993). Das Adjektiv bedeutet seit dem 18. Jh. <i>untätig, hinnehmend, teilnahmslos</i> sein, wohl unter Einfluss vom Französischen <i>passif</i> (Pfeifer, 1993) und seit Ende des 18. Jhs. als Gegenwort zu <i>aktiv</i> zu verstehen.

Tabelle A2: Auflistung von Rechtsvorschrift und technische Regeln

Diese Auflistung soll einen Überblick über Rechtsvorschriften und technische Regeln geben die mit dem Thema „Fluchtweglenkung“ verbunden sind. Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Not- und Sicherheitsbeleuchtung

ASR A2.3:2007-08 + Änd 2011-04 + Änd 2011-11 + Änd 2013-08 + Änd 2014-04.
Technische Regeln für Arbeitsstätten - Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan.

ASR A3.4/3:2009-05 + Änd 2011-04 + Änd 2014-04.
Technische Regeln für Arbeitsstätten – Sicherheitsbeleuchtung, optische Sicherheitsleitsysteme.

DIN ISO 3864-1:2012-06 Graphische Symbole - Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen Teil 1: Gestaltungsgrundlagen für Sicherheitszeichen und Sicherheitsmarkierungen (ISO 3864-1:2011). Berlin: Beuth Verlag.

DIN EN ISO 7010:2012-10 Graphische Symbole - Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen - Registrierte Sicherheitszeichen (ISO 7010:2011); Deutsche Fassung EN ISO 7010:2012. Berlin: Beuth Verlag.

DIN EN 1838:2013-10. *Angewandte Lichttechnik - Notbeleuchtung;*
Deutsche Fassung EN 1838:2013. Berlin: Beuth Verlag.

DIN EN 50171; VDE 0558-508:2001-11. *Zentrale Stromversorgungssysteme;*
Deutsche Fassung EN 50171:2001 + Corrigendum:2001-08. Berlin: Beuth Verlag.

DIN EN 50172; VDE 0108-100:2005-01. *Sicherheitsbeleuchtungsanlagen;*
Deutsche Fassung EN 50172:2004. Berlin: Beuth Verlag.

DIN EN 50272-2:2001-12. *Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen - Teil 2: Stationäre Batterien;*
Deutsche Fassung EN 50272-2:2001. Berlin: Beuth Verlag.

DIN EN 60598-2-22:2015-06. *Leuchten - Teil 2-22: Besondere Anforderungen - Leuchten für Notbeleuchtung (IEC 60598-2-22:2014);* Deutsche Fassung EN 60598-2-22:2014. Berlin: Beuth Verlag.

DIN 4844-1:2012-06. *Graphische Symbole - Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen Teil 1: Erkennungsweiten und farb- und photometrische Anforderungen.* Berlin: Beuth Verlag.

DIN 4844-2: 2012-12. *Graphische Symbole - Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen Teil 2: Registrierte Sicherheitszeichen.* Berlin: Beuth Verlag.

DIN VDE 0100-560; VDE 0100-560:2013-10. *Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 5-56: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Einrichtungen für Sicherheitszwecke (IEC 60364-5-56:2009, modifiziert);* Deutsche Übernahme HD 60364-5-56:2010 + A1:2011. Berlin: Beuth Verlag.

DIN V VDE V 0108-100; VDE V 0108-100:2010-08. *Sicherheitsbeleuchtungsanlagen.*
Berlin: Beuth Verlag.

Optische Alarmierungseinrichtungen

DIN EN 54-23:2010.
Brandmeldeanlagen – Teil 23: Feueralarmeinrichtungen - Optische Signalgeber.
Berlin: Beuth Verlag.

Akustische Alarmierungseinrichtungen

DIN EN 54. *Brandmeldeanlagen –*
- Teil 3:2001 + A1:2002 + A2:2006. *Feueralarmeinrichtungen - Akustische Signalgeber.*
- Teil 16:2008. *Sprachalarmzentralen.*
- Teil 24:2008. *Komponenten für Sprachalarmierungssysteme - Lautsprecher.*
DIN VDE 0833-4; VDE 0833-4:2007-09. *Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall Teil 4 – Festlegungen für Anlagen zur Sprachalarmierung im Brandfall.* Berlin: Beuth Verlag.

Brandmeldeanlagen

DIN EN 54 Brandmeldeanlagen –
- Teil 1:2011. *Einleitung.* Berlin: Beuth Verlag.
- Teil 2:1997 + A1:2006. *Brandmelderzentralen.*
- Teil 4:1997 + A1:2002 + A2:2006. *Energieversorgungseinrichtungen.*
- Teil 5:2000 + A1:2002. *Wärmemelder – Punktförmige Melder.*
- Teil 7:2000 + A1:2002. + A2:2006.
Rauchmelder – Punktförmige Melder nach dem Streulicht-, Durchlicht- oder Ionisationsprinzip.
- Teil 10:2002 + A1:2005. *Flammenmelder – Punktförmige Melder.*
- Teil 11:2001 + A1:2005. *Handfeuermelder.*
- Teil 12:2002. *Rauchmelder – Linienförmiger Melder nach dem Durchlichtprinzip.*
- Teil 13:2005. *Bewertung der Kompatibilität von Systembestandteilen.*
- Teil 17:2005. *Kurzschlussisolatoren.*
- Teil 18:2005/AC:2007. *Eingangs-/Ausgangsgeräte.*
- Teil 20:2006/AC:2008. *Ansaugrauchmelder.*
- Teil 21:2006. *Übertragungseinrichtungen für Brand- und Störungsmeldungen.*
- Teil 22:2015. *Rücksetzbare linienförmige Wärmemelder.*
- Teil 25:2008/AC:2012. *Bestandteile, die Hochfrequenz-Verbindungen nutzen.*
- Teil 26:2015. *Kohlenmonoxidmelder - Punktförmige Melder.*
- Teil 27:2015. *Rauchmelder für die Überwachung von Lüftungsleitungen.*
- Teil 29:2015. *Mehrfachsensor-Brandmelder - Punktförmige Melder mit kombinierten Rauch- und Wärmesensoren.*
- Teil 30:2015. *Mehrfachsensor-Brandmelder - Punktförmige Melder mit kombinierten CO- und Wärmesensoren.*
- Teil 31:2014. *Mehrfachsensor-Brandmelder - Punktförmige Melder mit kombinierten Rauch-, CO- und optionalen Wärmesensoren.*

DIN 14674:2010-09. *Brandmeldeanlagen - Anlagenübergreifende Vernetzung.*
Berlin: Beuth Verlag.

DIN 14675:2012-04. *Brandmeldeanlagen - Aufbau und Betrieb.* Berlin: Beuth Verlag.

DIN VDE 0833-1; VDE 0833-1:2009-09. *Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall Teil 1: Allgemeine Festlegungen.* Berlin: Beuth Verlag.

DIN VDE 0833-2; VDE 0833-2:2009-06 + Berichtigung 1:2010-05 *Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall –Teil 2: Festlegungen für Brandmeldeanlagen.* Berlin: Beuth Verlag.

VdS 2878:2004-06. *VdS Schadenverhütung – Merkblatt zur Vernetzung (Zusammenschaltung) von Brandmelde-Alt- und Neuanlagen.* Köln: VdS-Verlag.

VdS 3531:2008-02. *VdS-Richtlinien für automatische Brandmeldeanlagen – Anlagenübergreifende Vernetzung.* Köln: VdS-Verlag.

VdS 2095:2010-05 *Automatische Brandmeldeanlagen, Planung und Einbau.* Köln: VdS-Verlag.

Weitere relevante Rechtsvorschriften und technische Regeln

BauO Bauordnungen der Bundesländer

Sonderbauverordnungen der Bundesländer

ArbStättV:2004-08-12. *Verordnung über Arbeitsstätten* (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV).

ASR A1.3:2013-02 Technische Regeln für Arbeitsstätten - Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung.

ASR 2.2 (2012). Maßnahmen gegen Brände. Technische Regeln für Arbeitsstätten, Ausschuss für Arbeitsstätten (ASTA). BAuA.

DIN VDE 0100-710:2012-10. *Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 7-710: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art - Medizinisch genutzte Bereiche* (IEC 60364-7-710:2002, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-7-710:2012. Berlin: Beuth Verlag.

VDI 4062:2014-08 VDI-Richtlinie – Evakuierung. Berlin: Beuth Verlag.

VDI 6010-1: 2005-09 Sicherheitstechnische Einrichtungen; Systemübergreifende Funktionen. Berlin: Beuth Verlag.

VDI 6010-2: 2011-05. *Sicherheitstechnische Einrichtungen – Ansteuerung von automatischen Brandschutzeinrichtungen*. Berlin: Beuth Verlag.

VDI 6010-3: 2015-01. Sicherheitstechnische Einrichtungen – Vollprobetest und Wirkprinzipprüfung. Berlin: Beuth Verlag.

VDI 3819-1:2015-11 Brandschutz in der Gebäudetechnik - Grundlagen - Begriffe, Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln. Berlin: Beuth Verlag.

VDI 3819-2:2013-07 Brandschutz in der Gebäudetechnik - Funktionen und Wechselwirkungen. Berlin: Beuth Verlag.

VDI 3819-3:2009-01. *Brandschutz in der Gebäudetechnik - Brandschutzplanung und -einweisung - Pflichten, Inhalt und Dokumentation*. Berlin: Beuth Verlag.

vfdb-Richtlinie 01/01:2008-04 (02): *Brandschutzkonzept*. Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V., Köln: VdS Schadenverhütung GmbH.

vfdb-Richtlinie 01/01-s1:2012-11: Ergänzung S 1 zur vfdb-Richtlinie 01/01: *Brandschutzkonzept*. Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V., Köln: VdS Schadenverhütung GmbH.

vfdb-Richtlinie 01/02:2004-04 (01): *Beschreibung der baurechtlichen Bestimmungen zu Rettungswegen*. Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V., Köln: VdS Schadenverhütung GmbH.

vfdb-Richtlinie 12/09-01:2014-11: *Bestellung, Aufgaben, Qualifikation und Ausbildung von Brandschutzbeauftragten*. Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V., Köln: VdS Schadenverhütung GmbH.

Weitere relevante Normen und Richtlinien

BS 8456:2005 – Code of practice for design and installation of directional sounder evacuation systems. BSI.

Loss Prevention Code of Practice CoP 0001 Issue 1.0 – *Code of Practice for visual alarm devices used for fire warning*. BRE Global Ltd 2012 with Fire Industry Association.



ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik-
und Elektronikindustrie e. V.
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt am Main

Telefon: +49 69 6302-0
Fax: +49 69 6302-317
E-Mail: zvei@zvei.org
www.zvei.org