

## Effektive Gebäudeevakuierung mit System

Technische Maßnahmen im Brandfall  
und bei sonstigen Gefahrenanlagen





*Prof. Dr.-Ing. Wolfram Klingsch ist Inhaber des Lehrstuhls für Baustofftechnologie und Brandschutz an der Bergischen Universität Wuppertal. Er ist staatlich anerkannter Sachverständiger für die Prüfung des Brandschutzes, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Baustoffe und Brandschutz, Sachverständiger für Brandschutz des Eisenbahn Bundesamtes (EBA), Mitglied des Normenausschusses Bauwesen (NABau) im Deutschen Institut für Normung (DIN), sowie Mitglied in zahlreichen nationalen und internationalen Normungsausschüssen und Fachorganisationen.*

## Geleitwort

*Die Evakuierung von Gebäuden ist eine der wichtigsten Maßnahmen für die Rettung der Gebäudenutzer im Gefahrenfall. Dies gilt nicht nur im Falle eines Brandes, sondern auch für viele andere Risikosituationen wie z.B. Explosion, Überfall oder Einsturz.*

*Die Gewährleistung einer schnellen, geordneten und sicheren Evakuierung stellt hohe Anforderungen an Planer und Betreiber dieser Objekte. Die Nutzer eines Gebäudes verlassen sich darauf, dass im Gefahrenfalle alle Sicherheitsmaßnahmen nicht nur einwandfrei funktionieren, sondern sie erwarten auch, unverletzt und ungefährdet aus dem Gebäude geleitet zu werden. Dieser auch rechtlich geschützte Anspruch verlangt eine hohe Qualität des Sicherheitskonzeptes. Selbst bei relativ klar strukturierten und leicht überschaubaren Gebäuden erfordert dies eine besondere Qualität der Planung. Diese Anforderungen potenzieren sich bei komplexen und ausgedehnten Gebäudestrukturen, die zudem in der Regel für große Besucherzahlen ausgelegt sind, von denen die Mehrzahl sich im Gebäude nur selten aufhält und daher im Gefahrenfall nicht ausreichend ortskundig ist.*

*Für den Personenschutz können sich hieraus Risiken ergeben, die häufig nur durch den Einsatz hochwertiger technischer Systeme kompensiert werden können, eingebunden in eine qualifizierte gebäudetechnische Gesamtplanung. Ausgereifte technische Systeme dieser Qualität stehen heute in verschiedener Form zur Verfügung. Deren optimaler Einsatz bedingt allerdings eine hohe fachliche Qualifikation der Planer. Nur dann können die vielfältigen Möglichkeiten dieser anlagentechnischen Komponenten optimal genutzt und interaktiv mit anderen gebäudetechnischen Sicherheitseinrichtungen und auch den baulichen Brandschutzmaßnahmen vorteilhaft eingesetzt werden. Mit dem Potential der heute verfügbaren Sicherheitstechnik wird nicht selten erst eine sichere und damit genehmigungsfähige Realisierung innovativer Gebäudeplanungen mit zeitgemäßen Nutzeranforderungen ermöglicht.*

*Umfassendes Wissen über die verfügbaren technischen Möglichkeiten muss ebenso von jedem Gebäudeplaner erwartet werden wie sichere Kenntnisse der grundlegenden Sicherheitsanforderungen. Nur dann können richtige Entscheidungen sowohl über den optimalen Einsatz verfügbarer Techniken als auch über die Wirtschaftlichkeit entsprechender Planungen getroffen werden.*

*Die hier vorliegende, vom Fachverband Sicherheit des ZVEI zusammengestellte Broschüre dient dem Ziel, einen Überblick über einsatzreife und am Markt angebotene technische Systeme zu geben, die im Brand- oder anderem Gefahrenfall die Evakuierung eines Gebäudes unterstützen und sichern. Zielgruppe dieser Broschüre sind in erster Linie Architekten und technische Fachplaner, welche die baulichen und technischen Rahmenbedingungen für den Einsatz dieser Systeme erarbeiten und festlegen. Im Sinne einer Verbesserung der Qualität der Vorplanung und der Grundlagenermittlung ist es sehr wünschenswert, dass die vorliegende Broschüre in diesen Fachkreisen eine möglichst weite Verbreitung und Beachtung findet.*

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wolfram Klingsch**



*Heinrich Herbster  
Geschäftsbereichsleiter Marktentwicklung  
bei der Hekatron Vertriebs GmbH.*

*Vorsitzender des Fachkreis Brandmelde-  
systeme und des AK Normen und Richtlinien  
im Fachverband Sicherheit des ZVEI.*

*Vorsitzender und Mitarbeiter in diversen  
Normungsarbeitskreisen bei DIN/FNFW,  
CEN/TC 72 und ISO/TC21/SC3.*

## Vorwort

*Der vorliegende Leitfaden beschreibt alle anlagentechnischen Maßnahmen, die bei einem Evakuierungsprozess genutzt werden können. Er skizziert Möglichkeiten zur zeitlich optimierten Gebäuderäumung durch organisatorische und technische Systemvernetzung von Maßnahmen des anlagentechnischen Brandschutzes. Das Zusammenwirken der einzelnen Maßnahmen ermöglicht eine rechtzeitige, schnelle und sichere Gebäuderäumung.*

*Der Schutz von Leben und Gesundheit der Gebäudenutzer steht an erster Stelle. Für den Personenschutz ist der Faktor Zeit von zentraler Bedeutung zur Selbstrettung. Wenn es gelingt, die benötigte Evakuierungszeit wesentlich kürzer als die verfügbare Evakuierungszeit zu halten, ist das Risiko für Personenschäden minimiert. Dieses Ziel lässt sich einerseits durch die zeitliche Ausweitung der verfügbaren Evakuierungszeit und andererseits durch die Verringerung der benötigten Evakuierungszeit mit geeigneten Maßnahmen erreichen.*

*Der vorliegende Leitfaden beschreibt anlagentechnische Maßnahmen, mit denen sich die Räumungszeit beeinflussen lässt. Er wurde von den ZVEI-Fachkreisen Brandmeldesysteme, Leistungsgemeinschaft Beschallungstechnik, Intercom-Systeme sowie Rauchabzug und natürliche Lüftung erstellt.*

### **Heinrich Herbster**

Leiter ad-hoc Arbeitskreis Evakuierung  
ZVEI – Fachverband Sicherheit

## Inhalt

<b>1. Einleitung</b> .....	4
<b>2. Rechtliche Rahmenbedingungen</b> .....	5
<b>3. Derzeitige Situation</b> .....	6
<b>4. Alarmorganisation</b> .....	7
4.1 Berücksichtigung des „Behindertengleichstellungsgesetzes“ (BGG) .....	8
<b>5. Innovative Lösungsansätze mit bewährter Technik</b> .....	8
5.1 Die automatische Brandentdeckung .....	8
5.1.1 Verifizierung der Alarmmeldung .....	11
5.2 Vorteile der Sprachalarmierung im Brandfall .....	13
5.2.1 Reaktionszeiten .....	14
5.3 Optische und akustische Fluchtweglenkung .....	14
5.3.1 Optische Fluchtweglenkung .....	14
5.3.1.1 Statische – optische Fluchtweglenkung .....	15
5.3.1.2 Bodennahe optische Fluchtweglenkung .....	17
5.3.1.3 Dynamische, bodennahe optische Sicherheitsleitsysteme .....	18
5.3.2 Akustische Fluchtweglenkung .....	19
5.3.2.1 Akustische Fluchtweglenkung mit Fluchtpunkt-Orientierungs-Signal .....	19
5.4 Aufzug-Evakuierungssteuerung im Brandfall .....	20
5.5 Rauchfreihaltung von Fluchtwegen .....	21
5.5.1 Allgemeines .....	21
5.5.2 Technische Lösungen.....	23
5.5.2.1 Natürliche Entrauchung.....	23
5.5.2.2 Maschinelle Entrauchung.....	24
5.5.2.3 Bildung von Rauchabschnitten.....	25
5.5.3 Anforderungen an Bauteile .....	25
5.5.4 Zusatznutzen solcher Anlagen für den Bauherren .....	26
5.6 Fluchttürsteuerung .....	26
<b>6. Verfügbarkeit anlagentechnischer Brandschutzmaßnahmen</b> .....	27



## 1. Einleitung

Moderne Gebäude mit progressiver Architektur und Infrastruktur entsprechen häufig zunächst nicht den Schutzzielanforderungen, die durch das öffentliche Baurecht oder technische Richtlinien und Normen vorgegeben werden. Aber auch Bestandsbauten, insbesondere solche, die unter Denkmalschutz stehen, sind bei einer Modernisierung oft nur schwierig und mit erheblichem finanziellem Aufwand den Brandschutzanforderungen des jeweils aktuellen Bauaufsichtsrechts anzupassen. Dabei treten zusätzlich teilweise erhebliche Kollisionen mit den Anforderungen des Denkmalschutzes auf.

Durch den Einsatz anlagentechnischer Brandschutzmaßnahmen, als Kompensation für Abweichungen gegenüber den von der Landesbauordnung geforderten baulichen Maßnahmen zur Schutzzielerreichung, eröffnen sich heute für Architekten und Fachplaner in der projektspezifischen Anwendung der Ingenieurmethoden des Brandschutzes immense Möglichkeiten für innovative, wirksame und wirtschaftliche Brandschutzkonzepte in Neu- und Altbauten. Dies ist erforderlich, um den Anforderungen des Bauaufsichtsrechts zur Sicherstellung der dortigen Schutzzielanforderungen und darüber hinaus auch den Anforderungen zur Vermeidung einer Haftung wegen Verletzung der Verkehrssicherungspflicht gegenüber den Gebäudenutzern gerecht zu werden.

Insbesondere die Selbstrettung von Personen im Brandfall kann durch einen Verbund diverser anlagentechnischer Brandschutzmaßnahmen wirksam unterstützt werden. Wichtig für die Schutzzielerreichung ist hierbei eine wirksame Kombination der passiven baulichen Brandschutzmaßnahmen mit den dynamischen aktiven anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen.

In der Regel stehen für die Räumung eines Gebäudebereichs ohne fremde Hilfe nach einem Brandausbruch weniger als 10 Minuten zur Verfügung. Innerhalb dieser Zeit müssen der Brand entdeckt, die gefährdeten Personen alarmiert und zum Verlassen des Bereiches aktiviert werden. In den unmittelbar brandbeaufschlagten Bereichen eines Gebäudes verbleiben von der Alarmierung an gerechnet oft nur 2 – 3 Minuten, binnen denen die betroffenen Gebäudenutzer diesen unmittelbaren Gefahrenbereich noch unverletzt durch toxische Brandgase verlassen können.

Nachstehende Formeln zeigen den Einfluss der einzelnen Zeiten auf die erforderliche Räumungszeit auf:

$$t_{\text{Räumung}} \leq t_{\text{verfügbar}}$$

$$t_{\text{Räumung}} = t_{\text{Detektion}} + t_{\text{Alarmierung}} + t_{\text{Reaktion}} + t_{\text{Flucht}}$$

Dies bedeutet, dass je schneller ein Brand entdeckt, gefährdete Personen alarmiert und zum Verlassen des Gebäudes aktiviert werden, die Selbstrettung erfolgreich durchgeführt werden kann. Eine weitere Unterstützung, um diesen Prozess zu beschleunigen ist der Einsatz einer aktiven optisch/akustischen Fluchtweglenkung.

Die Selbstrettung von Personen ist ein wesentliches Brandschutzziel aller Landesbauordnungen.

## 2. Rechtliche Rahmenbedingungen

Die Evakuierung eines Gebäudes im Brandfall ist jedenfalls bei Gebäuden besonderer Art oder Nutzung in aller Regel diejenige Maßnahme, auf die die Brandschutzplanung in erster Linie auszurichten ist. Von Verfassung wegen stellt der Personenschutz stets, auch bei der Brandschutzplanung für ein Gebäude, das höchste und mit Abstand wichtigste Schutzziel dar. Die Landesbauordnungen führen die allgemeinen Brandschutzziele in der zeitlichen Abfolge des Brandverlaufs – vor, während und nach dem Brand – an. Eine Reihung dieser Ziele nach ihrer korrekten rechtlichen Gewichtung ergibt jedoch eine gänzlich andere Abfolge.

Mit Rücksicht auf das aus Artikel 2 Grundgesetz folgende Gebot, bei allem Handeln stets die körperliche Unversehrtheit des Menschen zu achten, folgt zwingend zunächst der Vorrang der Personenrettung vor der Rettung von Tieren und erst recht vor dem Sachschutz. Insoweit gilt von Verfassung wegen auch ein Gebot der Effektivität: Jede Planung muss daher erkennbar dieses Ziel nicht nur verfolgen, sondern nachweisbar sicherstellen. Insofern bedeutet es nur eine Verdeutlichung der ohnehin geltenden Rechtslage, wenn die Landesbauordnungen im Rahmen der allgemeinen Brandschutzziele auch die Personenrettung nennen. Selbst wenn es die Landesbauordnung nicht gäbe, würde sich in Bezug auf die Bedeutung und den Vorrang der Personenrettung die Rechtslage nicht im Mindesten ändern.

Für die Brandschutzplanung eines Gebäudes folgt daraus rechtlich als konkretes Planungsziel, dass der Bauherr und die für ihn tätigen Architekten und Fachplaner eine Kombination von Maßnahmen des baulichen, anlagentechnischen und betrieblich-organisatorischen Brandschutzes so zu planen, dass das Schutzziel erreicht wird: Alle Personen, die sich bei Brandausbruch im Gebäude aufhalten, müssen dieses unverletzt verlassen und sich ohne fremdes Zutun selbst ins Freie oder einen sicheren Gebäudeteil retten können.

Insofern stellt die Sicherstellung der Selbstrettungsmöglichkeit der Gebäudenutzer im Ernstfall das wichtigste konkrete Planungsziel dar.

„Unverletzt“ bedeutet dabei „ohne nachhaltige körperliche Schäden“. Ist z.B. die Atemluft derart mit toxischen Brandprodukten angereichert, dass ihr Einatmen nachhaltige, nicht notwendig bleibende Schädigungen der Lunge oder anderer Teile des Körpers nach sich zieht, ist die rote Linie bereits überschritten und das rechtlich zwingend vorgegebene Planungsziel bereits verletzt. Die sicherzustellende Mindestqualität der Atemluft in den Fluchtwegen dann technisch-physikalisch korrekt als „rauchfrei“ oder „raucharm“ zu bezeichnen, ist eine rechtlich unerhebliche Wortklauberei. Rechtlich relevant ist allein die physiologische Wirkung des Luft-/Gasgemisches auf die Gebäudenutzer. Von dahin gehenden Grenzwertrechnungen im Rahmen von Ingenieurmethoden des Brandschutzes sollte jeder Planer im Blick auf sein versicherbares Risiko tunlichst Abstand nehmen. Stattdessen sollte er vielmehr Sorge tragen, dass die Evakuierung im Brandfall so früh und so sicher wie möglich und so konsequent wie nötig eingeleitet und durchgeführt wird.

Wie dies unter Nutzung des zusammenwirkenden Einsatzes moderner Brandschutztechnik erreichbar ist, zeigt dieser Leitfaden.

### 3. Derzeitige Situation

Von den Vorgaben der Bauordnung kann abgewichen werden, wenn durch ingenieurgemäße Verfahren die Einhaltung der geforderten Schutzziele nachgewiesen wird. In diesen ingenieurgemäßen Verfahren können die anlagentechnischen Brandschutzeinrichtungen und deren Wirkungsweise mit einbezogen werden. Der Nachweis der Schutzzielerrreichung erfolgt überwiegend durch die Anwendung von mathematischen Nachweisverfahren. Diese reichen von einfachen Näherungsgleichungen bis hin zu komplexen Simulationsmodellen.

Bei den Simulationsmodellen kommen überwiegend – abhängig von der Raum- und Gebäudegeometrie – computerbasierte Zonen- oder Feldmodelle (CFD oder FDS) zur Anwendung. Mit diesen Programmen können Brandszenarien und Geometrien unter Einbeziehung baulich materieller und anlagentechnischer Brandschutzmaßnahmen frei gewählt und simuliert werden.

Da diese Simulationen gebäudespezifisch zugeschnitten werden, können die Brandschutzmaßnahmen auch wirtschaftlich optimiert ausgelegt werden. In der Simulation kann zugleich die Wirksamkeit der anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen als Kompensationsmaßnahme nachgewiesen werden. Diesen Simulationen sind jedoch dadurch Grenzen gesetzt, dass zu viele variable Faktoren, die das Brandgeschehen und insbesondere die Rauchausbreitung beeinflussen, nicht erfasst werden können. Insbesondere das menschliche Verhalten ist nicht mit Sicherheit vorhersehbar und birgt viele nicht kalkulierbare Risiken. So zum Beispiel, wenn selbstschließende Feuerschutzabschlüsse durch Keile statt einer Feststelanlage offen gehalten werden und somit nicht wie vorgesehen im Brandfall automatisch schließen. Auch das Verhalten der Gebäudenutzer ist nicht vorhersehbar und kann somit in den Simulationsformeln nur schwer oder gar nicht abgebildet werden.

Prinzipiell ist die Simulation von Evakuierungsszenarien zur Bemessung von Flucht- und Rettungswegen möglich. Der größte Unsicherheitsfaktor bei der Evakuierung und der Evakuierungssimulation ist das Auftreten einer Panik unter den flüchtenden Personen. Durch den Einsatz von Sprachalarmierung (Klartextdurchsagen) sowie Systemen zur optischen und akustischen Fluchtweglenkung kann das Auftreten einer Panik mit einer hohen Wahrscheinlichkeit vermieden werden.

Eine wesentliche Voraussetzung zur Selbstrettung der gefährdeten Personen ist die Verfügbarkeit rauchfreier oder zumindest raucharmer Schichten über dem Boden der Fluchtwege. Um diesen Zustand möglichst lange aufrecht zu erhalten, ist eine Ableitung von Rauch und Brandgasen aus dem oberen Raumbereich erforderlich. Parallel zur Ableitung des Rauches aus den oberen Raumbereichen muss frische Luft nachströmen können, damit eine Schichtung entsteht. Die Schichtung besteht aus einer Rauchsicht unter der Decke und einer rauchfreien bzw. raucharmen Schicht über dem Boden, in der sich die Flüchtenden orientieren und bewegen können.



#### 4. Alarmorganisation

Die Alarmorganisation im Brandfall umfasst alle Maßnahmen zur Alarmierung, Rettung, Verhinderung der Brandausbreitung, Brandbekämpfung und der Orientierung der Betroffenen. Die Festlegung der Alarmorganisation mit den erforderlichen Maßnahmen erfolgt in einem Brandschutzkonzept durch den Betreiber, gemeinsam mit den für Brandschutz zuständigen Stellen, den Planern sowie gegebenenfalls den Errichtern. Darin wird unter anderem festgelegt, welche Brandschutzeinrichtungen von der Brandmeldeanlage im Brandfall angesteuert und welche manuell bedient werden.

Es muss sichergestellt werden, dass gefährdete Personen unverzüglich gewarnt werden und eine Evakuierung dieser Personen mit einer Fluchtweglenkung aus dem Gefahrenbereich erfolgt. In der Alarmorganisation wird festgelegt, wie die gefährdeten Personen über den Brandfall informiert werden. Für den Einsatz einer Sprachalarmierung werden die Räumungsanweisungen festgelegt.

Die Art der Weiterleitung des Alarms an eine hilfeleistende Stelle muss festgelegt werden. Der Feuerwehr ist der gewaltfreie Zugang zum Objekt zu ermöglichen.

Zur Verhinderung einer Brandausbreitung muss die Ansteuerung entsprechender Brandschutzeinrichtungen wie Feststellanlagen für Rauch- und Feuerschutzabschlüsse und technischer Gebäudeeinrichtungen festgelegt werden. Flucht- und Rettungswege sind mittels Rauch- und Wärmeabzugsanlagen raucharm (rauchfrei) zu halten. Die Art und Weise der Auslösung stationärer Feuerlöschanlagen muss ebenfalls festgelegt werden.

Sind Aufzüge vorhanden, ist eine Aufzugsevakuierungssteuerung für den Brandfall vorzusehen.

Die organisatorischen Brandschutzmaßnahmen, wie Pflichten und Verantwortlichkeiten der Mitarbeiter, einschließlich der Vorkehrungen für eigenständige Brandbekämpfung, müssen geregelt werden. Es muss festgehalten werden, wer in welchem Meldebereich im Brandfall was zu tun hat.

Die anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen und die Alarmorganisation sind periodisch zu überprüfen sowie an veränderte Nutzungen und bauliche Veränderungen anzupassen.



#### 4.1 Berücksichtigung des „Behindertengleichstellungsgesetzes“ (BGG)

Nach dem Gleichstellungsgesetz sind geeignete Alarmierungseinrichtungen und Maßnahmen in einer Art gefordert, die Personenkreise mit Behinderungen gegenüber Nichtbehinderten bei der Selbstrettung nicht benachteiligen.

Die hauptsächlich zu berücksichtigenden Personenkreise sind:

- Menschen mit Hörbehinderung:  
Allein in Deutschland gibt es etwa 80.000 Gehörlose und 2,5 Millionen Menschen, die sich nur mit einem Hörgerät verständigen können. Hier ist davon auszugehen, dass eine normale akustische Alarmierung nicht wahrgenommen werden kann. Für diese Personen müssen optische oder andere geeignete Alarmierungseinrichtungen vorgesehen werden.
- Menschen mit Sehbehinderung:  
Nach WHO-Zahlen gibt es in Deutschland 1,2 Millionen blinde und sehbehinderte Menschen mit einer so großen Sehschwäche, dass eine ausreichende Orientierung durch visuelle Fluchtwegbeschilderung nicht gegeben ist. Hier sind Fluchtleitsysteme mit akustischen Fluchtpunktmarkierungen besonders hilfreich.
- Menschen mit Bewegungsbehinderungen:  
Hier eignen sich am besten Spezialtransportmittel, die von Mitmenschen geführt, auch Treppen schnell überwinden helfen.
- Menschen mit Mehrfachbehinderungen:  
Hier kommen verschiedene Kombinationen technischer Hilfsmittel in Verbindung mit organisatorischen Vorkehrungen in Betracht, die sehr vom Einzelfall abhängig sind.

## 5. Innovative Lösungsansätze mit bewährter Technik

### 5.1 Die automatische Brandentdeckung

Brandmeldeanlagen haben die primäre Aufgabe, Entstehungsbrände frühzeitig zu entdecken, potentiell gefährdete Personen zu warnen und einen Alarm an die Feuerwehr weiterzuleiten. Neben der automatischen Entdeckung von Entstehungsbränden besteht auch die Möglichkeit, mit Hilfe von Handfeuermeldern einen Alarm manuell über die Brandmeldeanlage an die Feuerwehr oder eine andere hilfeleistende Stelle weiterzuleiten.

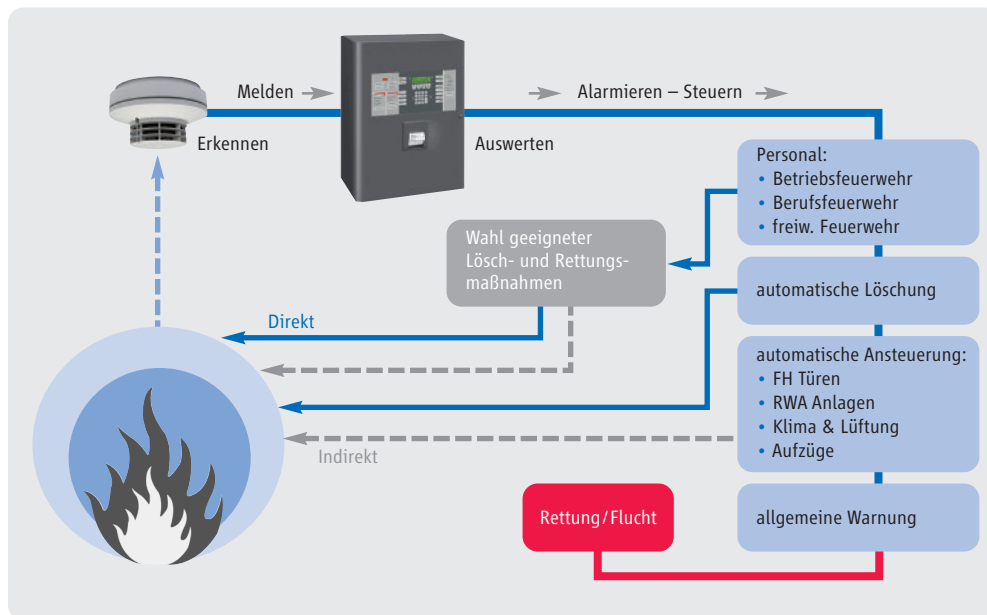


Abbildung 5.1.1: Die Brandmeldeanlage als zentrale Steuereinrichtung

Durch die Weiterentwicklung der Sensorik in den Brandmeldern sind aus den ehemals „einfachen“ Brandmeldern „Hochtechnologie“-Brandmelder entstanden, die jeden Entstehungsbrand sicher und fehlerfrei detektieren und neben einer Alarmmeldung eine ganze Reihe von Zusatzinformationen an die Brandmelderzentrale übermitteln können.

Brandmeldeanlagen neuester Technologie verfügen heute über Informationen, mit denen ein umfangreiches Aktionsprogramm im Brandfall gesteuert werden kann.

Wurde in der Vergangenheit eine recht umfangreiche Brandmelderpalette benötigt, um ein Gebäude möglichst optimal auf die Entstehung eines Brandes zu überwachen, so ist heute eine relativ kleine Palette von intelligenten Brandmeldern, insbesondere Mehrkriterien- oder kombinierten Brandmeldern, dafür ausreichend, bei gleichzeitig höherem Informationsgehalt. Diese Mehrkriterien- oder kombinierten Brandmelder verfügen in der Regel über mehrere Sensoren, heute überwiegend für die Erfassung von Rauch und Wärme sowie in der Kombination Rauch, Wärme und Brandgase (wie CO, NO<sub>2</sub>, usw.). Aber auch Flammenmelder, die auf die von einem offenen Feuer ausgehende Strahlung reagieren, werden für die Überwachung spezieller Bereiche eingesetzt.

Die Brandmelder werden unter Berücksichtigung der möglichen Brandentwicklung, Raum- und Deckenkonstruktion, Umgebungsbedingungen und Störfaktoren, die zu Täuschungsalarmen führen können, ausgewählt und parametrisiert.

Brandmeldeanlagen mit diesen parametrisierten Brandmeldern können optimal an die Gegebenheiten eines Gebäudes angepasst werden und ermöglichen somit schon im Entstehungsstadium eine schnelle und sichere Detektion von Bränden.

Neben punktförmigen Brandmeldern werden für Sonderanwendungen spezielle Brandmelder wie Ansaugrauchmelder in Bereichen eingesetzt, in denen der Brandmelder nicht sichtbar sein soll, für Räume mit Stuckdecken in historischen Gebäuden oder für Hochregallager.

Linienförmige Rauchmelder werden für Atriumgebäude oder Gebäude mit sehr hohen Räumen wie Abfertigungshallen in Flughäfen, industriell genutzten Hallen oder Gebäuden mit ähnlichen Geometrien eingesetzt.

Linienförmige Wärmemelder werden ebenfalls für die Überwachung spezieller Objekte wie Eisenbahn- und Straßentunnel, Industrie- und Prozessanlagen oder überdachten Laderampen eingesetzt.

Die Bestandteile für Brandmeldesysteme sind im Mandat M 109 der Europäischen Kommission als Bauprodukte ausgewiesen und fallen somit in Deutschland unter das Bauproduktengesetz (BauPG). Die Bestandteile von Brandmeldesystemen müssen nach dem Bauproduktengesetz auf der Basis der harmonisierten Europäischen Normen – der Normenreihe EN 54 – geprüft und zertifiziert sein. Dies wird durch ein EG Konformitätszertifikat bestätigt und mittels eines CE-Zeichens mit der Notifizierungsnummer der Prüfstelle auf dem Produkt kenntlich gemacht.

Die Planung, Errichtung, Betrieb und Instandhaltung von Brandmeldeanlagen sind in den Normen DIN 14675, DIN 14675/A1, VDE 0833-1 und VDE 0833-2 geregelt.



Abbildung 5.1.2: Einsatzgebiete von diversen Brandmeldern

Über die in der Brandmelderzentrale verfügbaren Informationen können umfangreiche anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen gesteuert werden.

Diese Informationen sind: Alarme durch automatische Brandmelder oder Handfeuermelder, Ort der Alarmgabe, Alarmursache, Brandausbreitung und Angabe der Bereiche, die mit Rauch beaufschlagt sind.

Die heute verfügbaren anlagentechnischen Maßnahmen können durch eine sichere Branderkennung in der frühen Phase eines Entstehungsbrandes gefährdete Personen so früh wie möglich warnen und beispielsweise durch ein Aufmerksamkeitssignal mit nachfolgenden sprachlichen Anweisungen für eine schnelle Wahrnehmung und Reaktion der betroffenen Personen sorgen.

Dynamische optisch/akustische Fluchtwegleitsysteme können die betroffenen Personen ohne Ortskenntnisse schnell und sicher durch komplexe bauliche Anlagen in sichere Bereiche oder aus dem Gebäude in das Freie führen. Hierdurch kann die für die Räumung erforderliche Zeit in Abhängigkeit vom jeweiligen Gebäudetyp erheblich verkürzt werden.

Natürliche und maschinelle Rauch- und Wärmeabzugsanlagen sorgen für raucharme und somit länger begehbare Fluchtwege zur Selbstrettung.

Aufzüge können automatisch in den Evakuierungsmodus geschaltet werden, so dass im Brandfall noch in Fahrt befindliche Aufzugskabinen nicht in einem mit Brandrauch beaufschlagten Geschoss anhalten.

Klima- und Lüftungsanlagen werden so gesteuert, dass eine Rauchverschleppung in nicht vom Brand betroffene Gebäudebereiche vermieden wird.

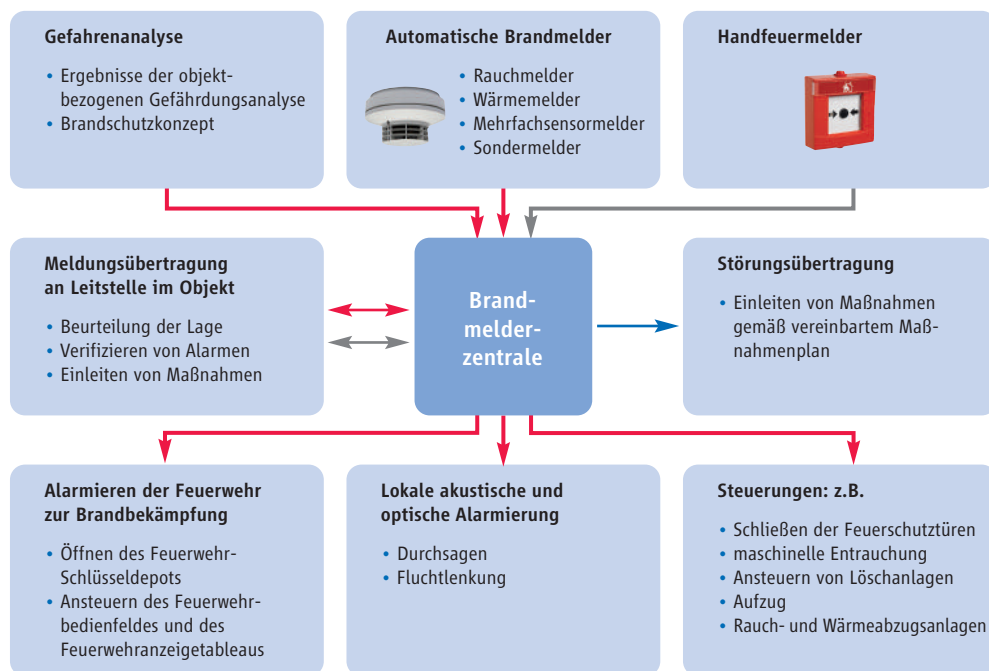


Abbildung 5.1.3: Übersicht der zu aktivierenden Brandschutzmaßnahmen

### 5.1.1 Verifizierung der Alarmmeldung

In besonderen Anwendungsfällen wie bei der Überwachung von Bereichen mit extremen Umgebungseinflüssen kann zur Vermeidung von Falschalarmen durch technische und personelle Maßnahmen eine Verifizierung der Alarmmeldung vorgenommen werden.

Diese Maßnahmen können sein:

#### Alarmzwischenspeicherung

Bei der Alarmzwischenspeicherung wird der erste Alarm, den ein Brandmelder generiert, in der Brandmelderzentrale nur intern ausgewertet und nicht angezeigt. Der Brandmelder, der den Alarm generiert, wird nach max. 10 s automatisch zurückgesetzt.

Wird danach vom selben Brandmelder innerhalb einer festgelegten Zeit nochmals ein Alarm generiert, wird dieser von der Brandmelderzentrale verarbeitet und weitergeleitet.

**Zweimelder- und Zweigruppenabhängigkeit**

Bei der Zweimelderabhängigkeit sind Brandmelder einer Meldergruppe in Abhängigkeit geschaltet, bei der Zweigruppenabhängigkeit die Brandmelder zweier in Abhängigkeit befindlicher Meldergruppen.

Bei diesen Maßnahmen wird erst nachdem zwei automatische Brandmelder in den Alarmzustand gegangen sind eine Alarmweiterleitung vorgenommen.

Bei diesen Maßnahmen ist die Überwachungsfläche je Brandmelder zu reduzieren.

**Verzögerung und Erkundung**

Bei dieser Maßnahme wird nach Alarmgabe eines automatischen Brandmelders zunächst eine Verzögerungszeit von maximal 30 s aktiviert. Innerhalb dieser Verzögerungszeit kann manuell durch Betätigen einer Taste an der Brandmelderzentrale eine Erkundungszeit von maximal 3 min aktiviert werden. Wird diese Aktivierung nicht vorgenommen, wird nach Ablauf der Verzögerungszeit der Alarm automatisch weitergeleitet. Wird die Erkundungszeit aktiviert, so hat der Betätigte die Möglichkeit, innerhalb der Erkundungszeit eine Überprüfung des Alarmzustandes vor Ort vorzunehmen. Liegt kein Alarmfall vor, kann der Alarmzustand innerhalb der Erkundungszeit zurückgesetzt werden, so dass keine Alarmweiterleitung erfolgt. Bei Eingang einer weiteren Alarmmeldung während der Erkundungszeit erfolgt eine sofortige Alarmweiterleitung.

Ziel ist es, eine Verifikation mit einer hohen Qualität und innerhalb eines sehr kurzen Zeitfensters durchführen zu können. Hierbei können speziell für diesen Zweck entwickelte Kommunikationssysteme entscheidend helfen. Ist ein Gebäude mit solch einem Kommunikationssystem ausgerüstet, kann bei Alarmgabe durch die Brandmeldeanlage ein sofortiger Live-Sprachdialog zwischen der zuständigen Stelle und dem Ort der Alarmauslösung bzw. dem Vor-Ort-Beauftragten hergestellt werden. Hierdurch ist es in der Regel innerhalb von 20 s möglich, eine fundierte Evakuierungsentscheidung zu treffen.

Steht vor Ort keine Person für einen akuten Lagebericht zur Verfügung, kann bei der Sicherheitsleitstelle mit einem Tastendruck eine Eilanfrage an alle Räume der gleichen Etage, aus der die Alarmmeldung kam, per Sammelruf mit vollautomatischer Ansage und Antwortautomatik durchgeführt werden. Wenn sich dennoch keine Person findet, die nach einer Vor-Ort-Inaugenscheinnahme Bericht erstatten könnte, wird nach Ablauf einer voreingestellten Zeit die Internalarmierung automatisch gestartet. Diese Funktion der Fernerkundung durch Sprachkommunikation kann sowohl von der Sicherheitsleitstelle im eigenen Haus als auch funktionell von einem externen Dienstleister durchgeführt werden.

Diese Alarmverifikation ist nur innerhalb der Dauer der an der Brandmelderzentrale eingestellten Erkundungszeit (maximal 3 min) möglich. Wird in dieser Zeit die Alarmmeldung an der Brandmelderzentrale nicht zurückgesetzt, erfolgt eine automatische Alarmweiterleitung.

Anmerkung: Durch den Einsatz modernster Mehrfachsensorbrandmelder in Brandmeldeanlagen kann heute, bis auf wenige Ausnahmen, auf Alarmverifikationsmaßnahmen verzichtet werden.



## 5.2 Vorteile der Sprachalarmierung im Brandfall

Primäres Ziel jedes Brandschutzkonzeptes ist die Alarmierung und Information der von Bränden betroffenen Menschen und ihrer Helfer sowie die Selbstrettung. Hierbei ist die interne Alarmierung das wichtigste Bindeglied zwischen der Brandmeldeanlage und den in Gefahr befindlichen Personen.

Eines der größten Probleme in Brandfällen ist die schnelle und sichere Evakuierung dieser Personen. Konventionelle akustische Signalgeber, wie Sirenen oder Hupen, sind eine Möglichkeit der Alarmierung, die jedoch von der breiten Öffentlichkeit in zunehmendem Maße ignoriert wird. Die hauptsächlichste Ursache dafür ist die fehlende Kommunikation! Verzögerungen, Verwirrungen oder Personenschäden in Brandfallsituationen können jedoch durch Sprachdurchsagen erheblich reduziert werden. In vielen Fällen wissen die gefährdeten Personen nicht, was sie tun oder wohin sie gehen sollen, so dass Panik entstehen kann. Seitdem die Vorteile der Sprachalarmierung im Brandfall erkannt wurden, gewinnt die Sprachalarmierung als Bestandteil von Brandmeldeanlagen zunehmend an Bedeutung.

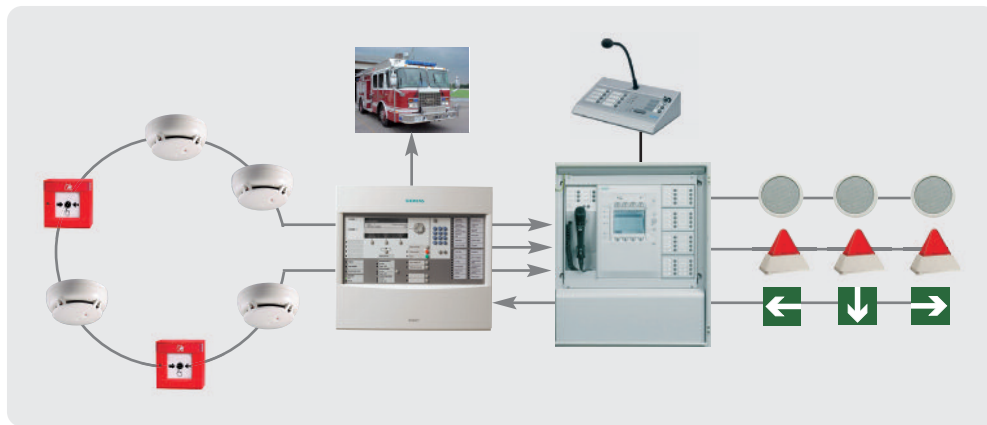


Abbildung 5.2.1: Komponenten einer Brandmeldeanlage mit Sprachalarmierung

Durch die Übertragung situationsgerechter Sprachdurchsagen über Lautsprecher werden die Betroffenen informiert und aufgefordert, den gefährdeten Gebäudebereich zu verlassen oder in einem sicheren Bereich zu verbleiben. Sprachdurchsagen zeigen Fluchtwege auf, die im Brandfall benutzt oder auch nicht benutzt werden können. Sprachdurchsagen können ebenso in jeder beliebigen Sprache oder in Kombination verschiedener Sprachen übertragen werden. Durch eine stufenweise Räumung einzelner Gebäudeteile oder Etagen wird die Selbstrettung auch in großen und komplexen Gebäuden durch eine schnelle und geordnete Evakuierung sichergestellt.

Des Weiteren zeichnen sich Sprachalarmanlagen durch ihre hohe Wirtschaftlichkeit aus. Eine Sprachalarmanlage kann im Brandfallbetrieb und im Nicht-Brandfallbetrieb arbeiten. Im Nicht-Brandfallbetrieb kann die Anlage zusätzlich für tägliche Routineanwendungen wie Hintergrundmusik oder Rufdurchsagen genutzt werden.

Werden Sprachalarmanlagen durch Brandmelderzentralen angesteuert, sind deren Bestandteile im Mandat M 109 der Europäischen Kommission als Bauprodukte ausgewiesen und fallen somit unter das Bauproduktengesetz (BauPG). Die Bestandteile von Sprachalarmanlagen müssen nach dem Bauproduktengesetz auf der Basis der Normenreihe EN 54 geprüft und zertifiziert sein. Dies wird durch ein EG-Konformitätszertifikat bestätigt und mittels eines CE Zeichens mit der Notifizierungsnummer der Prüfstelle auf dem Produkt kenntlich gemacht.

Das Planen, Errichten, Erweitern, Ändern und Betreiben von Sprachalarmanlagen ist in den Normen DIN VDE 0833-4 und DIN 14675:2011 geregelt.

### 5.2.1 Reaktionszeiten

Sprachdurchsagen im Brandfall können vorher aufgezeichnet oder Live übertragen werden. In zahlreichen Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass Menschen auf das gesprochene Wort bis zu viermal schneller reagieren als auf jede andere Art der Instruktion. In der Studie DD 240-1 des British Standard Institut (BSI) wurden im Jahre 1997 Reaktionszeiten in Abhängigkeit von Gebäudenutzung, Personencharakteristik und Alarmierungsart untersucht.

Die Tabelle verdeutlicht die Reduzierung der Reaktionszeiten von im Brandfall Betroffenen durch den Einsatz von Sprachalarmanlagen statt herkömmlichen akustischen Signalgebern zur Sicherstellung der Selbstrettung.

Art der Gebäudenutzung und Personencharakteristik	Tonsignal durch Signalgeber	Gespeicherte Durchsage über SAA	Live-Durchsage über SAA
Büros, öffentliche Gebäude, Schulen, Industrie (Personen sind überwiegend vertraut *)	> 4 min	3 min	< 1 min
Shops, Ausstellungen, Museen, Versammlungsstätten (Personen sind nicht vertraut *)	> 6 min	3 min	< 2 min
Herbergen, Internate (Personen schlafen, sind aber überwiegend vertraut *)	> 5 min	4 min	< 2 min
Hotels, Beherbergungsstätten (Personen schlafen und sind nicht vertraut *)	> 6 min	4 min	< 2 min
Hospitäler, Alten- und Pflegeheime (eine erhebliche Anzahl von Personen benötigt ggf. Hilfe)	> 8 min	5 min	< 3 min

\* vertraut/nicht vertraut mit dem Gebäude, Alarmsystem und Evakuierungsablauf

Tabelle 5.2.1: Veranschlagte Reaktionszeiten nach BSI-Studie DD 240-1

## 5.3 Optische und akustische Fluchtweglenkung

### 5.3.1 Optische Fluchtweglenkung

Eine Voraussetzung für eine gefahrlose und schnelle Gebäudeevakuierung ist die Markierung und ausreichende Beleuchtung der Rettungswege, Erste-Hilfe-, Brandbekämpfungs- und Meldeeinrichtungen. Um dieses sicherzustellen, wird unter anderem im nationalen Baurecht (Landesbauordnungen), ArbStättV (Arbeitsstättenverordnung), ASR (Arbeitsstättenrichtlinien) sowie in verschiedenen Normen wie E DIN VDE 0108-100 (Sicherheitsbeleuchtungsanlagen) oder DIN EN 12193 (Licht und Beleuchtung Sportstättenbeleuchtung) eine „nicht bodennahe“ Sicherheitsbeleuchtung zur optischen Fluchtweglenkung gefordert. Die Sicherheitsbeleuchtung soll gemäß DIN EN 1838 mindestens 2 m über dem Boden montiert werden. Eine gleichmäßige Ausleuchtung der Rettungswege kleiner 40:1 vermeidet Blendungen.

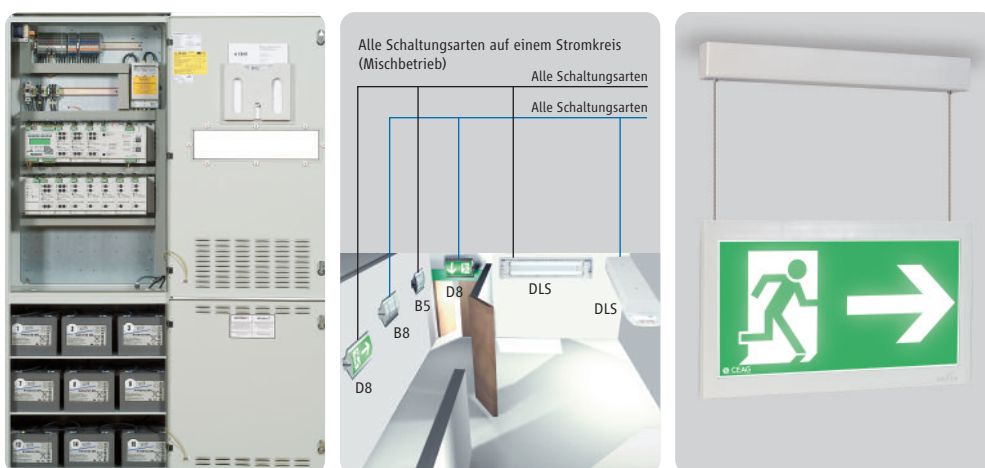


**Abbildung 5.3.1:** Beleuchtung von Flucht- und Rettungswegen. Beherbergungsstätten, Garagen, Versammlungsstätten, Verkaufsstätten, Hochhäuser, Schulen und Arbeitsstätten sind typische Anwendungsfälle.

Im Brandfall kann jedoch durch Rauchentwicklung ein optisches Evakuierungssystem im Deckenbereich beeinträchtigt werden. Sollten Präventivmaßnahmen zur Vermeidung von Rauchbildung nicht umgesetzt werden können, empfiehlt sich der Einsatz eines zusätzlichen, bodennahen optischen oder akustischen Sicherheitsleitsystems, welches jedoch nicht die geforderte „nicht bodennahe“ Sicherheitsbeleuchtung ersetzen kann.

### 5.3.1.1 Statische – optische Fluchtweglenkung

Eine Grundsäule der Gebäudeevakuierung bildet die Sicherheitsbeleuchtung. Die Sicherheitsbeleuchtung ist eine Notbeleuchtung, die der Verhütung von Unfällen sowie der Evakuierung und Rettung von Personen dienen soll. Die Funktion muss sowohl im normalen Netzbetrieb als auch bei gestörter Stromversorgung wie dem Ausfall der Allgemeinbeleuchtung gewährleistet sein. Die Energieversorgung erfolgt bei einem Stromausfall über eine Stromquelle für Sicherheitszwecke, zum Beispiel über eine Batterie.

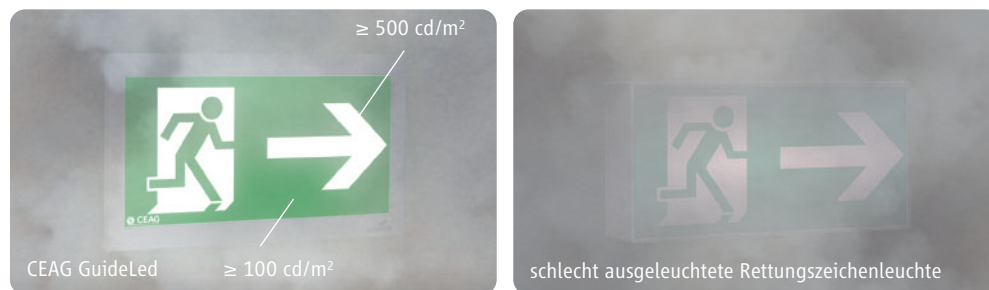


**Abbildung 5.3.1.1-1:** Notstromversorgte Fluchtwegbeleuchtung

Das Ziel der Sicherheitsbeleuchtung für Rettungswege ist gemäß DIN EN 1838, Personen ein gefahrloses Verlassen eines Ortes zu ermöglichen, indem für ausreichende Sehbedingungen und Orientierung auf Rettungswegen und in speziellen Flächen oder Gebieten gesorgt wird. Außerdem soll sichergestellt werden, dass Brandbekämpfungs- und Sicherheitseinrichtungen leicht aufgefunden und benutzt werden können.

Um diesen Aufgaben gerecht zu werden, sind im Verlaufe der Rettungswege beleuchtete oder hinterleuchtete Sicherheitszeichen für Rettungswege so anzuordnen, dass diese von jeder Stelle des Rettungsweges eindeutig zu erkennen sind und einen sicheren Rettungsweg aufzeigen. Die Auffälligkeit eines Rettungszeichens und das Erkennen der Zeichenaussage werden maßgeblich bestimmt durch Farbe und Helligkeit des Zeichens und durch Größe und Form des graphischen Symbols.

Damit sich die Rettungszeichen auch bei hellen Umgebungsbedingungen ausreichend von Werbeträgern oder anderen Hinweisschildern absetzen und die Erkennbarkeit der Sicherheitsaussage bei Verrauchung länger erhalten bleibt, müssen Rettungszeichen mit einer gemäß DIN 4844 geforderten mittleren Leuchtdichte größer gleich  $500 \text{ cd/m}^2$  in der weißen Fläche des Piktogramms ausgeleuchtet sein. Der Leuchtdichtekontrast sollte zwischen 1:5 und 1:15 liegen.



**Abbildung 5.3.1.1-2:** Schlecht ausgeleuchtete Rettungszeichenleuchten sind im Gefahrenfall kaum zu erkennen.

Neben der Markierung der Rettungswege wird durch deren Ausleuchtung mit einer Beleuchtungsstärke von mindestens 1 Lux in der Mittelachse des Rettungsweges ein gefahrloses Verlassen der Gebäude ermöglicht und das Panikrisiko minimiert. Um Gefahrenpunkte wie Treppenstufen, Niveauänderungen und Kreuzungspunkte hervorzuheben sowie Erste-Hilfe-Stellen, Brandbekämpfungs- und Meldeeinrichtungen auch bei einem Stromausfall bedienen zu können, ist in unmittelbarer Nähe (maximal 2m horizontal entfernt), eine Sicherheitsbeleuchtung zu montieren.

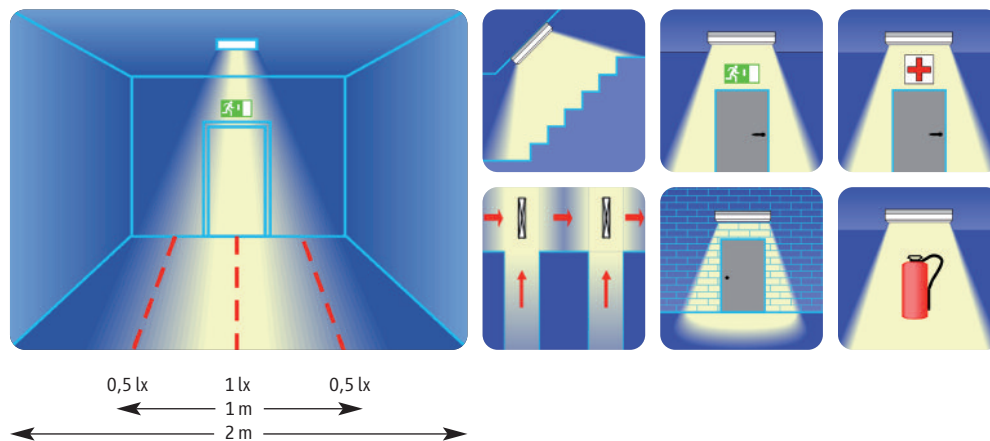


Abbildung 5.3.1.1-3: Lichttechnische Anforderungen

Bei Arbeitsplätzen, an denen bei Ausfall der Allgemeinbeleuchtung Unfallgefahren entstehen können, ist die Beleuchtungsstärke der Sicherheitsbeleuchtung auf der Grundlage einer Gefährdungsbeurteilung festzulegen. Die Beleuchtungsstärke der Sicherheitsbeleuchtung darf 15 Lux nicht unterschreiten. Im Einzelfall können höhere Beleuchtungsstärken auf Grundlage der Gefährdungsbeurteilung erforderlich sein. Bewährt hat sich ein Wert von 10 % der Beleuchtungsstärke der Allgemeinbeleuchtung.

Die Montagehöhe der Sicherheits- und Rettungszeichenleuchten von mindestens 2 m unterstützt eine breite Lichtverteilung und minimiert die abschattende Wirkung von Hindernissen und Personen im Verlauf der Rettungswege.

Eine vorschriftenkonform geplante und installierte Sicherheitsbeleuchtung kann ihre Aufgabe als Evakuierungs- und Unfallverhütungssystem sowohl bei normalem Netzbetrieb als auch bei einem Stromausfall hervorragend erfüllen. Um die Funktion der Sicherheitsbeleuchtung auch in einem Brandfall möglichst lange aufrecht zu erhalten, stellt die Leitungsanlagen-Richtlinie (LAR) an die Leitungsverlegung und die Aufstellung von Sicherheitsbeleuchtungszentralen oder Unterstationen erhöhte brandschutztechnische Anforderungen.

Es empfiehlt sich, die Rettungszeichenleuchten von der Decke auf eine Montagehöhe von 2 m bis 2,5 m abzuhängen, um die Leuchten aus einer eventuellen Verrauchungszone direkt unter der Decke fern zu halten und die Erkennbarkeit bei Rauchentwicklung zu verlängern.

### 5.3.1.2 Bodennahe optische Fluchtweglenkung

Die Arbeitsstätten-Richtlinie ASR A2.3 „Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan“ regelt unter Punkt 7, in welchen Fällen ein optisches Sicherheitsleitsystem für Fluchtwege einzurichten ist. Dies ist erforderlich, wenn eine erhöhte Gefährdung aufgrund der örtlichen oder betrieblichen Bedingungen vorliegt. Dabei kann ein Sicherheitsleitsystem notwendig sein, das auf eine Gefährdung reagiert und die günstigste Fluchtrichtung anzeigt (also dynamisch). Eine erhöhte Gefährdung kann in großen zusammenhängenden oder mehrgeschossigen Gebäudekomplexen, bei einem hohen Anteil ortsunkundiger Personen oder einem hohen Anteil an Personen mit eingeschränkter Mobilität vorliegen.

Zusätzlich wird in der ASR 3.4/3 „Sicherheitsbeleuchtung, optische Sicherheitsleitsysteme“ unter Punkt 5 die Gefährdung durch Verrauchung genannt. Wenn eine Gefährdung durch Verrauchung nicht sicher ausgeschlossen werden kann und die Fluchtwegbreite größer als 3,60 m ist, dann ist der Einsatz eines optischen Sicherheitsleitsystems erforderlich, und zwar mit einer beidseitigen Kennzeichnung (Markierung) der Fluchtwege.



Es können lang nachleuchtende, elektrisch betriebene oder eine Kombination beider Systeme eingesetzt werden. Sie bestehen aus Sicherheitszeichen und Leitmarkierungen, deren Oberkante nicht höher als 40 cm über dem Fußboden liegt, oder die auf dem bzw. im Fußboden platziert werden. Bei Verwendung von Sicherheitszeichen müssen diese der ASR A1.3 entsprechen.

Optische Sicherheitsleitsysteme sind kein Ersatz für die Sicherheitsbeleuchtung und gegebenenfalls erforderliche hoch montierte Rettungszeichen. Sie werden vielmehr zusätzlich zur Sicherheitsbeleuchtung eingesetzt.

Bei lang nachleuchtenden Systemen ist sicherzustellen, dass diese ausreichend angeregt sind. Die Leuchtdichte der lang nachleuchtenden Materialien, gemessen am Einsatzort, darf nach 10 min nicht weniger als 80 mcd/m<sup>2</sup> und nach 60 min nicht weniger als 15 mcd/m<sup>2</sup> betragen. Der Abstand der Sicherheitszeichen ist abhängig von der Erkennungsweite. Die Leitmarkierungen müssen mindestens einen Durchmesser oder eine Kantenlänge von 5 cm haben und sind durchgehend anzubringen. Sie werden als durchgehend angesehen, wenn mindestens drei Markierungen pro Meter in regelmäßigen Abständen angebracht sind.

Hinterleuchtete Sicherheitszeichen von elektrisch betriebenen Sicherheitsleitsystemen sind in einem Abstand von max. 10 m und an Stellen mit Richtungsänderungen zu befestigen. Um die Leitfunktion zwischen bodennahen hinterleuchteten Sicherheitszeichen sicherzustellen, sind kontinuierliche elektrisch betriebene Leitmarkierungen oder niedrig montierte Sicherheitsleuchten einzusetzen. Dabei muss eine Beleuchtungsstärke von mindestens 1 lx mit einer Gleichmäßigkeit kleiner 40:1, gemessen in einer Höhe von 20 cm über dem Fußboden und einem Abstand von 50 cm von der Wand, auf der die Leuchten montiert sind, erreicht werden.

Elektrisch betriebene Sicherheitsleitsysteme sind mit einer selbsttätig einsetzenden Ersatzstromquelle für Sicherheitszwecke auszurüsten. Die Ersatzstromquelle muss für einen 60-Minuten-Betrieb ausgelegt sein.

### **5.3.1.3 Dynamische, bodennahe optische Sicherheitsleitsysteme**

Ein dynamisches Sicherheitsleitsystem ist ein optisches Sicherheitsleitsystem, das seine Richtungsangaben ändern kann. Im Bedarfsfall reagiert es automatisch auf eine konkrete Brandmeldung (ASR A3.4/3) oder auf eine Gefährdung (ASR A2.3) mit der Änderung der Fluchtrichtungsanzeige. Hierbei sind die Wechselwirkungen der Sicherheitsbeleuchtung mit den bodennahen Sicherheitsleitsystemen zu berücksichtigen. Werden dynamische Sicherheitsleitsysteme eingesetzt, müssen alle damit verbundenen sicherheitsrelevanten Komponenten so gestaltet sein, dass auch bei Ausfall einzelner Komponenten die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems erhalten bleibt.

Bei Verwendung von Sicherheitszeichen müssen diese der ASR A1.3 entsprechen. Für die Errichtung eines dynamischen Sicherheitsleitsystems sind ebenfalls Teile der vorher unter Punkt. 5.3.1.2 aufgeführten Vorschriften auszulegen zu verwenden, die auf dieses System zutreffen.

Losgelöst von bestehender Vorschriftenlage haben sich in der Praxis weitere Anwendungsfälle für dynamische Sicherheitsleitsysteme ergeben, weil sich die in der ASR A2.3 genannten erhöhten Gefährdungen nicht nur auf reine Arbeitsstätten beschränken lassen. So kann z.B. der Einsatz in Versammlungsstätten, Kliniken, Pflegeheimen, Tunnelanlagen, Bahnhöfen etc. und/oder zur Kompensation einiger baulicher Brandschutzmaßnahmen sinnvoll sein. Diese Anwendungsfälle sind dann im Vorfeld mit dem vorbeugenden Brandschutz bzw. mit dem Ersteller des Gebäudebrandschutzkonzeptes abzustimmen.

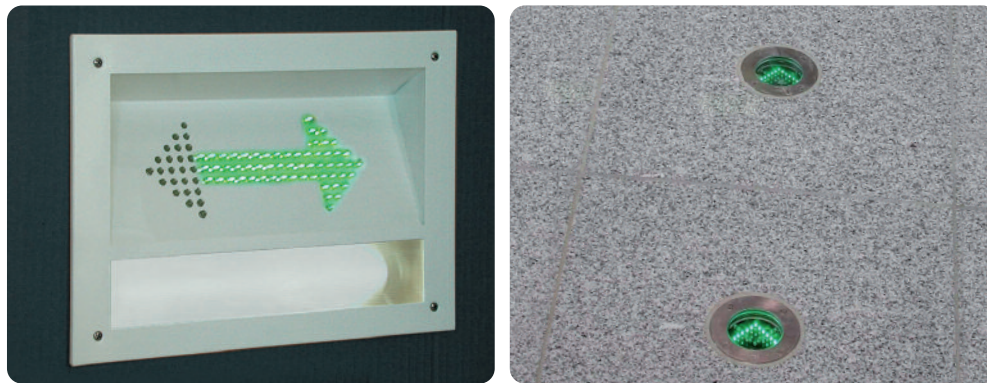


Abbildung 5.3.1.3: Umschaltbare bodennahe dynamische optische Fluchtweglenkung für Seitenwände und Böden.

### 5.3.2 Akustische Fluchtweglenkung

#### 5.3.2.1 Akustische Fluchtweglenkung mit Fluchtpunkt-Orientierungs-Signal

Ein Fluchtpunkt-Orientierungs-Signal ist Bestandteil eines akustischen Systems, das mit Hilfe eines speziellen Geräusches den Flüchtenden lenkt. Das Konzept und die Geräusche sind an den englischen Universitäten Strathclyde und Leeds entwickelt worden und erlauben eine besonders gute Richtungsorientierung.

Das menschliche Ohr ist hervorragend für die Richtungsbestimmung von Schallereignissen geeignet. Es funktioniert unabhängig von den Augen und kann daher auch Richtungsrichtungen außerhalb des Sehfeldes vornehmen. Die Richtungsrichtung über das Gehör ist angeboren und muss nicht trainiert werden. Sie funktioniert unabhängig von Tag und Nacht, benötigt keine Beleuchtung, kann nicht abgeschaltet werden und schmerzt nicht bei Brandrauch oder anderen Reizgasen. Werden Fluchtpunkte oder Fluchttüren mit Spezial-Lautsprechern ausgestattet, die im Evakuierungsfall besonders für diesen Zweck entwickelte Signale abstrahlen, so können diese Schallquellen sehr weit gehört werden und damit die Fluchtrichtung eindeutig vorgeben. Durch unterschiedliche Signalimpulsfolgen und Modulationen lassen sich Flüchtende sowohl horizontal als auch vertikal im Gebäude sicher in geschützte Bereiche oder zum Sammelplatz führen.

#### **Statische Fluchtwegführung über Orientierungs-Signale**

Die möglichen Rettungswege und Fluchtpunkte sind fest vorgegeben. Alle Fluchtpunkt-Orientierungslautsprecher werden im Evakuierungsfall eingeschaltet und geben die Signale zur akustischen Darstellung der Rettungswege wieder.

#### **Dynamische Fluchtwegführung über Orientierungs-Signale**

Zu diesem Zweck wird ein einzeln adressierbares Lautsprechersystem mit Leitungs- und Lautsprecher-Einzelüberwachung benötigt. Über eine spezielle Audio-Matrix erhalten alle Fluchtpunkt-Orientierungslautsprecher die Sound-Impulse und Sound-Modulationen, welche die Flüchtenden an den jeweiligen Gefahrenherden vorbeiführen. Zu Beginn werden alle Rettungswege akustisch angezeigt und im Laufe einer sich ausbreitenden Bedrohung nur noch die jeweils sicheren Rettungswege. Zu diesem Zweck ist es notwendig, zuverlässige Informationen über die sich verändernde Gefahrenlage zu erhalten. In der Regel werden solche Informationen von einer intelligenten Brandmeldeanlage zur Verfügung gestellt.

Für die Planung eines Fluchtweg-Orientierungs-Signal-Systems sollten hilfsweise die einschlägigen Richtlinien und Normen für Sprachalarmierungsanlagen zur Anwendung kommen. Es ist jedoch zu beachten, dass die in diesen Regelwerken vorgegebenen Angaben für die Schallpegel hier nicht gelten, da es in diesem Fall nicht auf Sprachverständlichkeit, sondern auf die Wahrnehmbarkeit ankommt. In Kürze ist mit einer entsprechenden Normung der Signale und der Pegel zu rechnen.

#### 5.4 Aufzug-Evakuierungssteuerung im Brandfall

Damit Katastrophen mit Aufzügen im Brandfall wie beim Flughafenbrand in Düsseldorf verhindert werden können, ist für Aufzüge eine spezielle Steuerung im Brandfall erforderlich.

In der Regel ist in jedem Aufzug ein Hinweisschild angebracht mit dem Hinweis „Aufzug im Brandfall nicht benutzen“. Woher jedoch weiß der Aufzugsbenutzer, der in der 48. Etage eines Hochhauses in den Aufzug steigt, dass zum Beispiel in der 4. Etage ein Brand ausgebrochen ist? Er kann es nicht wissen und deshalb muss die Steuerung von Aufzügen im Brandfall möglichst automatisch durch Informationen der Brandmelderzentrale an die Aufzugssteuerung erfolgen.

Die Brandmelderzentrale hält die Informationen darüber bereit, welche Etagen mit einem Brand beaufschlagt sind und kann diese Informationen der Aufzugssteuerung übermitteln, die dann die erforderliche Steuerung der Aufzüge vornimmt.



Abbildung 5.4.1: Hinweisschild für Aufzüge

Ziele einer dynamischen, d.h. den aktuellen Risiken angepassten Evakuierungssteuerung für Aufzüge im Brandfall sind:

- Das Risiko des Einschließens von Fahrkorbbenutzern im Falle eines Brands im Gebäude zu reduzieren.
- Den Feuerwehrleuten/Rettungsmannschaften eindeutig zu zeigen, dass sich im Aufzug keine eingeschlossenen Personen befinden, da der Aufzug endgültig in einer sicheren Bestimmungshaltestelle geparkt wird.
- Das Risiko zu reduzieren, dass Benutzer im Fahrkorb Feuer und Rauch ausgesetzt werden.

Je nach Konzeption und Ausstattung eines Gebäudes gibt es diverse Möglichkeiten der Aufzugssteuerung im Brandfall:

- Manuelle Rücksendeeinrichtung
- Sammelalarmsignal von einer Brandmeldeanlage
- Selektives Alarmsignal (stockwerksbezogen) von einer Brandmeldeanlage

Bei einem Steuersignal durch eine manuelle Rücksendeinrichtung oder einem nicht selektivem Alarm einer Brandmeldeanlage gehen Aufzüge, die sich in der Bestimmungshaltestelle befinden, mit offener Tür außer Betrieb.

Aufzüge die sich in Fahrt befinden, fahren unverzüglich die Bestimmungshaltestelle an und gehen ebenfalls mit offener Tür außer Betrieb.

Bei einer Steuerung des Aufzugs mit einem selektiven Steuersignal (stockwerksbezogen) wird im Brandfall ebenfalls unverzüglich die Bestimmungshaltestelle angefahren.

Liegt jedoch ein Alarmsignal aus dem Stockwerk vor, in dem sich die Bestimmungshaltestelle befindet, wird ein alternatives brandfreies Stockwerk angefahren.

Bei Aufzügen, die sich im Brandfall in Fahrt befinden, sollten die Aufzugbenutzer über das Abweichen vom gewählten Fahrziel informiert werden. Zusätzlich sollte eine Verhaltensanweisung für das Verlassen des Gebäudes übermittelt werden.

Anforderungen zur Aufzug Evakuierungsteuerung ergeben sich aus:  
DIN EN 81 Teil 73 „Verhalten von Aufzügen im Brandfall“ sowie der Richtlinie VDI 6117 „Steuerung von Aufzügen im Brandfall.“

## 5.5 Rauchfreihaltung von Fluchtwegen

### 5.5.1 Allgemeines

Die Rauchfreihaltung von Flucht- und Rettungswegen durch zusätzliche Maßnahmen ist in den allgemeinen bauordnungsrechtlichen Vorschriften nur in besonderen Fällen vorgeschrieben, nämlich zur Sicherstellung der Selbstrettung (Flucht) der Gebäudenutzer im Gefahrenfall. Das gilt besonders dann, wenn sich potentiell gleichzeitig viele Personen im Gebäude aufhalten könnten, die im Brandfall geordnet das Gebäude verlassen müssen, ohne durch Brandrauch und -gase verletzt zu werden.

So ist etwa in § 10 Abs.3 der Muster-Verkaufsstättenverordnung (MVKVO) eine Rauchabzugsanlage vorgeschrieben, wenn der Rettungsweg über eine Ladenstrasse führt und über die allgemein zulässige Länge von 35m bis zum Ausgang ins Freie hinaus verlängert werden soll. Ebenso müssen gemäß § 14 Abs.1 MVKVO die Verkaufsräume selbst in bestimmten Fällen ebenfalls über Rauchabzugsanlagen verfügen, um den sich bei Brandausbruch dort aufhaltenden Personen die von Brandrauch und -gasen unbeeinträchtigte Flucht aus dem Verkaufsraum selbst – zunächst bis in die Rettungswege – zu ermöglichen.

Ebenso werden in § 16 Muster-Versammlungsstättenverordnung (MVStättVO) Rauchabzugsanlagen in den Versammlungsräumen selbst sowie in den Fluchtwegen, namentlich Treppenträumen, gefordert.

Dieser Aufgabe kann ohne den Einsatz von anlagentechnischem Brandschutz in der Regel nicht ausreichend nachgekommen werden. Andernfalls müssten Gebäude so gestaltet werden, dass sie schlussendlich für Menschen kaum noch sinnvoll nutzbar wären. Die Sicherstellung der Rauchfreihaltung zumindest der Flucht- und Rettungswege dient in erster Linie der Sicherung der Selbstrettungsmöglichkeit. Darüber hinaus erleichtert sie aber auch ohne besonderen Mehraufwand eine etwa erforderliche Fremdrettung sowie einen schnellen und wirksamen Löschangriff. Mit Maßnahmen des baulichen Brandschutzes allein lassen sich diese Ziele nicht erreichen.



Bei jedem Brand entsteht giftiger, in Abhängigkeit von der Konzentration auch tödlicher Brandrauch – 230.000mal pro Jahr alleine in Deutschland (Brände in Gewerbe- und Wohnbauten). So oft brennt es trotz aller Brandschutzmaßnahmen, und in vielen Fällen lautet die Bilanz: Personenschaden durch Brandrauch. Die Gründe für diese Bilanz wird von den Medien meist mitgeliefert – „Die Selbstrettung über den ersten, zwingend erforderlichen baulichen Rettungsweg, den unser Baurecht aus guten Gründen fordert, war nicht möglich, da dieser Weg, der meistens über einen Treppenraum oder einen Flur führt, total verraucht war“.



Abbildung 5.5.1: Verrauchtes Treppenhaus



## 5.5.2 Technische Lösungen

### 5.5.2.1 Natürliche Entrauchung

Die einfachste Lösung, Brandrauch effektiv aus einem Gebäude abzuführen ist es, die vorhandenen Gebäudeöffnungen zu nutzen. Insbesondere in Treppenträumen fordert die Bauordnung ohnehin Fenster oder Dachöffnungen zur Lüftung und Beleuchtung der Räume, die hierfür genutzt werden können. Diese Gebäudeöffnungen müssen jedoch unmittelbar nachdem ein Brand entdeckt wird am besten automatisch geöffnet werden, um Brandrauch abzuführen.

Die natürliche Entrauchung funktioniert nach dem Prinzip des thermischen Auftriebs. Da die heißen Brandgase sofort nach oben steigen, ist es wichtig, dass die Öffnungen im oberen Bereich angebracht sind. Dort wird der Rauch abgeleitet und auch die Ansammlung von heißen Gasen, die eine Gebäudekonstruktion in thermischer Hinsicht belasten und zum gefürchteten Flashover führen, kann minimiert werden. Neben der Auswahl der Öffnungen ist es elementar, dass dem abgeführten Volumenstrom ein adäquates Maß an Frischluft nachgeführt wird. Die Fachwelt spricht hierbei von Nachströmöffnungen, durch die der Massenstrom ausgeglichen werden kann. Diese sind vorzugsweise im unteren Teil des zu entrauchenden Abschnittes anzubringen.

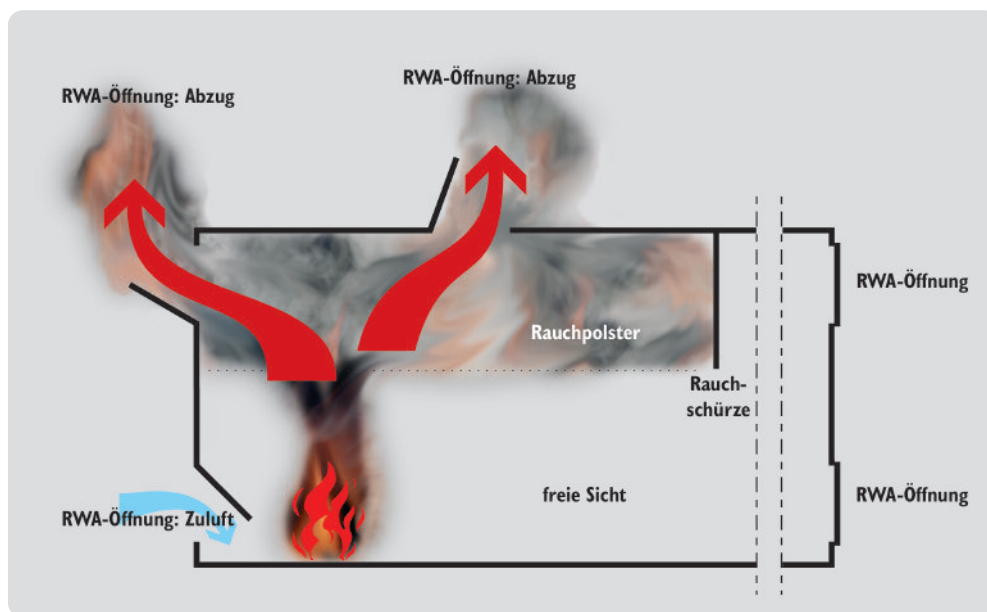


Abbildung 5.5.2: Schema natürliche Entrauchung

### 5.5.2.2 Maschinelle Entrauchung

Sind in einem Gebäudeteil keine Gebäudeöffnungen vorhanden, die ins Freie führen oder sind die vorhandenen Öffnungen zu klein, muss durch Einsatz von Ventilatoren der Brandrauch aus dem Gebäude abgeführt werden. Hierfür werden so genannte Brandgasventilatoren eingesetzt. Als Axial- oder Radialventilatoren ausgeführt, sorgen sie für eine maschinelle Abführung des Rauchs und der heißen Brandgase.



Abbildung 5.5.3: Prinzip der maschinellen Entrauchung

Für bestimmte Gebäudetypen wie Hochhäuser oder Gebäude mit nur einem baulichen Rettungsweg, ist ein Sicherheitstrepfenraum erforderlich. An Sicherheitstrepfenräume werden vom Gesetzgeber spezielle Anforderungen gestellt, weil die Feuerwehr bei diesen Gebäudetypen nicht durch technisches Gerät einen nutzbaren zweiten Rettungsweg sicherstellen kann. Zu diesen Anforderungen gehört in erster Linie die Rauchfreiheit, damit flüchtende Personen sicher ins Freie gelangen können, aber auch, damit die Feuerwehr einen gezielten Löschangriff durchführen kann. Die Funktionsweise dieser technischen Einrichtung ist einfach. Durch Druckbeaufschlagung des Sicherheitstrepfenraumes mit maschinell zugeführter Frischluft wird verhindert, dass Brandrauch eindringen kann. Ziel ist es, in dem zu schützenden Treppenraum einen geregelten Überdruck von 15 Pascal nicht zu unterschreiten und 50 Pascal nicht zu überschreiten (gegenüber angrenzenden Nutzungseinheiten).

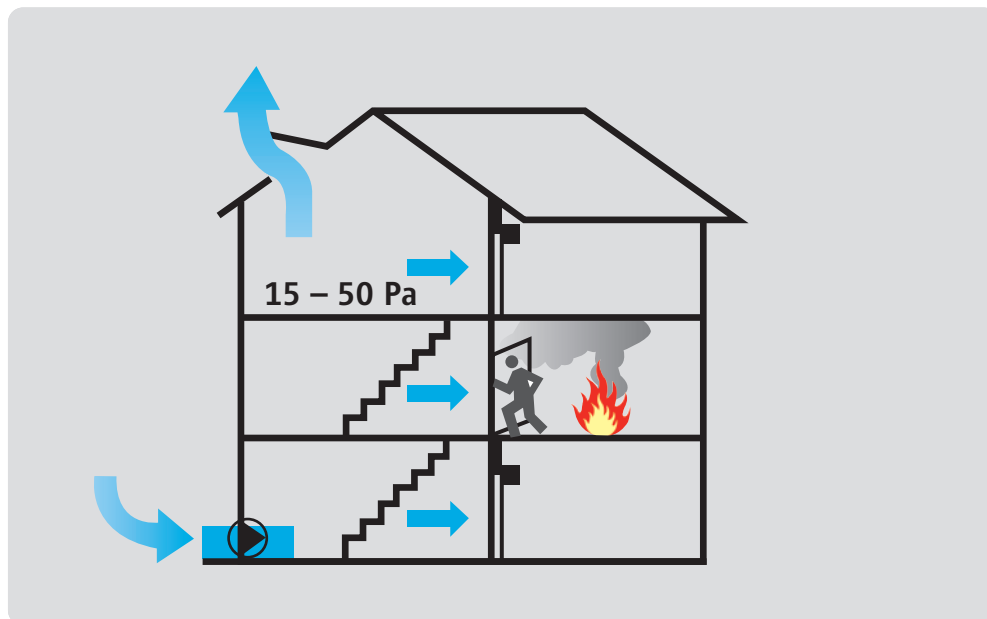


Abbildung 5.5.4: Prinzip der Druckbelüftung

### 5.5.2.3 Bildung von Rauchabschnitten

Für die Rauchfreihaltung von Fluchtwegen ist die Bildung von Rauchabschnitten erforderlich. Neben den seit Jahrzehnten bekannten Bauprodukten wie Rauchschutztüren oder Rauchschutztoren haben sich in den letzten Jahren so genannte Rauchschürzen bewährt. Dabei handelt es sich um ein beschichtetes Glasfasergewebe, das auf einer Wickelwelle in einem Rollerkasten untergebracht und im Normalfall nicht sichtbar ist. Auch Rauchschutztore können „unsichtbar“ angeordnet werden, um die betriebliche Nutzung von Gebäuden nicht einzuschränken. Im Brandfall werden diese Einrichtungen automatisch heruntergelassen.

Fast alle diese Maßnahmen können auch als statische Rauchbarrieren ausgeführt werden, z. B. als Glaskonstruktionen oder Trockenbauelemente. Türen und Tore können wiederum andere bauphysikalische Aufgaben übernehmen und sind deshalb ohnehin notwendig, wie zum Beispiel in Fluren.

Diese Einrichtungen verhindern somit die Rauchausbildung über bestimmte Abschnitte hinaus.

### 5.5.3 Anforderungen an Bauteile

Für natürliche und maschinelle Anlagenteile von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) gibt es die unterschiedlichsten Anforderungen.

Öffneraggregate müssen eine Temperaturbeständigkeit von 300 °C über einen Zeitraum von 30 min nachweisen. Durch umfangreiche Tests muss nachgewiesen werden, dass ein Langzeitbetrieb auch bei Lüftungsnutzung sicher möglich ist. Den Bauteilen wird ein 11.000-facher Lastwechsel abgefordert, bevor sie zum Öffnen und Schließen von RWA-Elementen eingesetzt werden dürfen. Die dazu gehörigen Steuerungen müssen notstromversorgt sein, um auch nach 72 Stunden Netzausfall die Funktion der Anlage sicherzustellen.

Die Ventilatoren müssen je nach Schutzziel einer Temperaturbelastung von 300–600 °C für einen Zeitraum von mindestens 30 min in Funktion bleiben. Auch hier werden an die Versorgung mit elektrischer Energie hohe Anforderungen gestellt. Die Normenreihe DIN EN 12101 Teile 2 bis 10 liefert alle relevanten Produktleistungsmerkmale und die dazugehörigen Prüfmethode.

Eine generelle Anforderung an Rauchabschnitte bildende Einrichtungen wie Rauchschürzen ist eine Temperaturbeständigkeit der Konstruktion bis 600°C über eine festzulegende Dauer, welche durch die notwendige Evakuierungszeit beeinflusst wird und bis zu 120 min betragen kann. Diese Anforderungen sind ebenfalls in der DIN EN 12101-1 geregelt. Darüber hinaus sind die bauaufsichtlichen Anforderungen für Bauprodukte im Bereich der Flucht- und Rettungswege zu erfüllen.

#### **5.5.4 Zusatznutzen solcher Anlagen für den Bauherren**

RWA-Anlagen können weit mehr als nur Brandrauch abführen. Bauteile von RWA-Anlagen, wie maschinell betriebene Fenster, können zur natürlichen Lüftung und Beleuchtung genutzt werden. Automatisches Lüften sowie selbständiges Schließen bei einsetzendem Regen sind ebenso möglich wie eine komplett automatisierte Klimatisierung von Räumen. Intelligente Steuerungssysteme sorgen neben dem Hauptnutzen der Rauchableitung im Brandfall ebenso für energiesparende Belüftung und Beleuchtung von Gebäudeteilen.

#### **5.6 Fluchttürsteuerung**

Fluchttüren stellen sicher, dass ein Gebäude schnell geräumt werden kann. Zu diesem Zweck ist die technische Ausstattung von Fluchttüren in einschlägigen Regeln und Normen hinlänglich beschrieben.

Fluchttüren sollten generell von innen nach außen zu öffnen sein.

Allerdings stellen Fluchttüren, die jederzeit geöffnet werden können, ein erhebliches Sicherheitsrisiko für jedes Unternehmen dar. Gelangt ein Besucher durch den zum Teil streng überwachten Haupteingang in ein Unternehmen, ist es in den meisten Fällen sehr einfach, sich Unternehmensgeheimnisse und Inventar anzueignen und durch eine Fluchttür ins Freie zu gelangen. Selbst wenn die Tür mit Meldekontakten oder sogar mit einer Kamera überwacht ist, wird der Vorgang zwar registriert und protokolliert, jedoch nicht verhindert. Die bisher oft eingesetzten Fluchttürsicherungen stellen keinen wirklichen Schutz dar und haben eher eine psychologische Wirkung auf das betriebs-eigene Personal.

Mit den heute verfügbaren anlagentechnischen Sicherheitssystemen lassen sich jedoch die unterschiedlichen Interessenlagen in Einklang bringen. Einerseits kann im Alarmfall die Fluchttür geöffnet werden, im Normalbetrieb wird sie nur auf Anfrage ferngesteuert geöffnet.



## 6. Verfügbarkeit anlagentechnischer Brandschutzmaßnahmen

In der Vergangenheit wurde oftmals die sichere Verfügbarkeit anlagentechnischer Brandschutzmaßnahmen in Frage gestellt.

Neueste Untersuchungen über die Verfügbarkeit von Brandmeldeanlagen haben jedoch den Nachweis erbracht, dass Brandmeldeanlagen, die regelmäßig entsprechend der Instandhaltungsrichtlinien einer Inspektion, Wartung und Instandsetzung unterzogen werden, eine Verfügbarkeit von über 99,8 % aufweisen. Brandmeldeanlagen mit Systemredundanz besitzen sogar eine Verfügbarkeit von über 99,9 %.

Der Nachweis dieser Verfügbarkeit wurde durch eine vom ZVEI durchgeführte empirische Untersuchung von 45.000 installierten Brandmeldeanlagen sowie über eine modellierte theoretisch-mathematische Ableitung erbracht.

Im Rahmen der Braunschweiger Brandschutztage 2008 wurden die Ergebnisse des EU Forschungsvorhaben „FireTech“ vorgestellt, bei dem Erfahrungen und Daten aus 11 beteiligten Europäischen Ländern erfasst und ausgewertet wurden.

Die Studie zeigt, dass im Anforderungsfall auf anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen nicht weniger Verlass ist, als auf passive bauliche Maßnahmen.

### Anmerkung:

Ergänzende und weiter detaillierte Beschreibungen zu den einzelnen Abschnitten können unter <http://www.zvei.org/fachverbaende/sicherheit/publikationen/Evakuierung> als Download entnommen werden.

### *Impressum*

Effektive Gebäudeevakuierung mit System

Herausgeber:

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik-  
und Elektroindustrie e.V.

Fachverband Sicherheit

Lyoner Straße 9, 60528 Frankfurt am Main

Fon: 069 6302-250, Fax: 069 6302-288

Mail: [sicherheit@zvei.org](mailto:sicherheit@zvei.org)

Stand Mai 2010

Trotz größtmöglicher Sorgfalt keine Haftung für den Inhalt. Veränderungen im Zuge des technischen Fortschritts sowie Irrtümer bleiben ausdrücklich vorbehalten. Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung vorbehalten. Kein Teil des Merkblattes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der Leistungsgemeinschaft Beschaltungstechnik reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

### *Bildnachweis*

Folgenden Bilder wurden mit freundlicher Genehmigung der jeweiligen Rechteinhaber abgedruckt:

Titelabbildung – © Nicolette Hoekstra, Fotolia.com  
 Abb. Seite 7 – © Pavel Losevsky, Fotolia.com  
 Abb. 5.3.1.3 – INOTEC Sicherheitstechnik GmbH  
 Abb. 5.4.1 links (Post-Tower) – Deutsche Post AG  
 Abb. Seite 20 mitte – © Kirill Zdorov, Fotolia.com  
 Abb. 5.5.1 – Feuerwehr München  
 Abb. Seite 27 – © Yurok Aleksandrovich, Fotolia.com

Alle anderen Bildrechte sind im Besitz des ZVEI, seiner Fachverbände und Initiativen oder wurden von den ZVEI-Mitgliedsunternehmen zum Abdruck autorisiert.





---

Sicherheit

ZVEI – Zentralverband  
Elektrotechnik- und  
Elektroindustrie e.V.  
Fachverband Sicherheit  
Lyoner Straße 9  
60528 Frankfurt am Main

Fon: +49 69 6302-250  
Fax: +49 69 6302-288  
Mail: [sicherheit@zvei.org](mailto:sicherheit@zvei.org)  
[www.zvei.org/sicherheit](http://www.zvei.org/sicherheit)

Mai 2010

