
Masterarbeit

Herr B.Sc.
Sebastian Fricke

**Neuentwicklungen der Brand-
meldetechnik und deren Aus-
wirkungen bei Sanierung his-
torischer Gebäudesubstanz**

Mittweida, 2023

Fakultät Ingenieurwissenschaften

Masterarbeit

Neuentwicklungen der Brandmeldetechnik und deren Auswirkungen bei Sanierung historischer Gebäudesubstanz

Autor:

Herr B.Sc.

Sebastian Fricke

Studiengang:

Elektro- und Informationstechnik

Seminargruppe:

EI18w1-M

Erstprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Ralf Hartig

Zweitprüfer:

M.Sc. Felix Richter

Einreichung:

Mittweida, 06.05.2023>

Verteidigung/Bewertung:

Mittweida, 2023

Master Thesis

Influence and uses of innovations in fire detection technology on historic building renovations

author:

Mr. B.Sc.

Sebastian Fricke

course of studies:

Electrical and Information Technologie

seminar group:

EI18w1-M

first examiner:

Prof. Dr.-Ing. Ralf Hartig

second examiner:

M.Sc. Felix Richter

submission:

Mittweida, 06.05.2023

defence/ evaluation:

Mittweida, 2023

Bibliografische Beschreibung:

Sebastian, Fricke

Neuentwicklungen der Brandmeldetechnik und deren Auswirkungen bei Sanierung historischer Gebäudesubstanz. - 2023. - 5, 74, - S.

Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Ingenieurwissenschaften, Masterarbeit, 2023

Inhalt

Inhalt	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1 Einleitung	1
1.1 <i>Motivation</i>	1
1.1.1 Rückblick Stadtaufbau	1
1.1.2 Brandschäden in historischen Gebäuden	1
1.1.3 Notre-Dame de Paris	2
1.2 <i>Zielstellung und Methodik</i>	4
2 Begriffsdefinitionen	5
2.1 <i>Sicherheitstechnik</i>	5
2.2 <i>Brandschutztechnik</i>	7
2.2.1 Grundvoraussetzungen für Brände	8
2.2.2 Brandmeldetechnik	10
3 Normen und Vorschriften für Brandmeldeanlagen	13
3.1 <i>Nutzen und Verpflichtungen zum Betrieb</i>	13
3.1.1 Gefährdung für Personen	13
3.1.2 Gesetzliche Anforderungen an Gebäude	15
3.1.3 Schutzziele	17
3.2 <i>Richtlinien und Normen für Brandmeldeanlagen</i>	19
3.2.1 Gefahrenmeldeanlagen	19
3.2.1.1 Allgemeine Anforderungen für Gefahrenmeldeanlagen	19
3.2.1.2 Betrieb	20
3.2.1.3 Energieversorgung	21
3.2.2 Brandmeldeanlagen	21
3.2.2.1 Übertragungswege von Brandmeldeanlagen	21
3.2.2.2 Sicherungsbereich	24
3.2.2.3 Einteilung des Sicherungsbereichs	27
3.2.2.4 Komponentenspezifische Anforderungen	30

4	Strukturmerkmale historischer Gebäude	42
4.1	<i>Romanik (1000 bis 1250 n. Chr.)</i>	42
4.2	<i>Gotik (1140 bis 1530 n. Chr.)</i>	44
4.3	<i>Renaissance (1420 bis 1610 n. Chr.)</i>	45
4.4	<i>Barock (1570 bis 1770 n. Chr.)</i>	46
4.5	<i>Klassizismus (1780 bis 1850 n. Chr.)</i>	47
4.6	<i>Historismus (1850 bis 1900 n. Chr.)</i>	48
4.7	<i>Übergreifende Merkmale historischer Gebäude</i>	50
5	Technische Neuerungen der Brandmeldetechnik.....	56
5.1	<i>Linienförmige Melder</i>	56
5.1.1	Spezifische Vorschriften zur Projektierung	58
5.1.2	Vor und Nachteile linienförmiger Melder	60
5.1.3	Anwendung in historischen Gebäuden	61
5.2	<i>Funkmelder.....</i>	63
5.2.1	Anforderung an Funktechnologie in Brandmeldeanlagen	64
5.2.2	Spezifische Vorschriften zur Projektierung	65
5.2.3	Vor- und Nachteile Funkmelder	66
5.2.4	Anwendung in historischen Gebäuden	67
5.3	<i>Brandfrüherkennung mit Kameras</i>	68
5.3.1	Normative Anforderungen	69
5.3.2	Vor- und Nachteile	70
5.3.3	Anwendung in historischen Gebäuden	72
6	Fazit.....	74
Literatur	LXXVII	
Selbstständigkeitserklärung.....	81	

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geschätzte Kosten für die Arbeiten zum Wiederaufbau der Kathedrale Notre-Dame im Jahr 2019	3
Abbildung 2: Unterteilung des Brandschutzes (FNFW)	7
Abbildung 3: Gesamtstatistik Brandursachen 2002 bis 2021 (Institut für Schadensverhütung und Schadensforschung).....	10
Abbildung 4: Brandtote in Deutschland	13
Abbildung 5: Wirksamkeitsnachweis für Brandmeldeanlagen aus der Brandschadensstatistik 2020 (dunkelgrau – Alarmierung durch Brandmeldeanlagen; hellgrau – Alarmierung durch Festnetz- oder Mobiltelefon).....	14
Abbildung 6: Horizontale Abstände für punktförmige Melder mit Rauchsensoren nach DIN EN 54-7, DIN EN 54-29 sowie Ansaugrauchmelder nach DIN EN 54-20	37
Abbildung 7: Grundriss des Mainzer Doms (Quelle: Dombaumeister e. V.)	43
Abbildung 8: Rathaus in Münster (Münsterland e.V.)	45
Abbildung 9: Grundriss des ursprünglichen Petersdoms, Vatikan (Tourist in Rom)	46
Abbildung 10: Chordecke Kirche St. Sebald, Nürnberg (Frank W. Rudolph).....	51
Abbildung 11: Funktionsprinzip linienförmige Rauchmelder (Quelle: Schraner Rosin)	56
Abbildung 12: Funktionsprinzip kombinierter linearer Rauchmelder (Quelle: Schraner Rosin).....	57

Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Geschätzte Kosten für die Arbeiten zum Wiederaufbau der Kathedrale Notre-Dame im Jahr 2019	3
Abbildung 2: Unterteilung des Brandschutzes (FNFW)	7
Abbildung 3: Gesamtstatistik Brandursachen 2002 bis 2021 (Institut für Schadensverhütung und Schadensforschung)	10
Abbildung 4: Brandtote in Deutschland	13
Abbildung 5: Wirksamkeitsnachweis für Brandmeldeanlagen aus der Brandschadensstatistik 2020 (dunkelgrau – Alarmierung durch Brandmeldeanlagen; hellgrau – Alarmierung durch Festnetz- oder Mobiltelefon)	14
Abbildung 6: Horizontale Abstände für punktförmige Melder mit Rauchsensoren nach DIN EN 54-7, DIN EN 54-29 sowie Ansaugrauchmelder nach DIN EN 54-20	37
Abbildung 7: Grundriss des Mainzer Doms (Quelle: Dombaumeister e. V.)	43
Abbildung 8: Rathaus in Münster (Münsterland e.V.)	45
Abbildung 9: Grundriss des ursprünglichen Petersdoms, Vatikan (Tourist in Rom)	46
Abbildung 10: Chordecke Kirche St. Sebald, Nürnberg (Frank W. Rudolph)	51
Abbildung 11: Funktionsprinzip linienförmige Rauchmelder (Quelle: Schraner Rosin)	56
Abbildung 12: Funktionsprinzip kombinierter linearer Rauchmelder (Quelle: Schraner Rosin)	57

Abkürzungsverzeichnis

AÜA	Alarmübertragungsanlage
Bfva	Bundesverband für technischen Brandschutz
BMA	Brandmeldeanlage
GMA	Gefahrenmeldeanlage
FNFW	DIN-Normenausschuss Feuerwehrwesen
Loop	Verkabelungsring einer Brandmeldergruppe
Mesh	englisch für ineinandergreifen oder vermaschen
SächsVStättVO	Sächsische Versammlungsstättenverordnung
Vfdb	Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V.

1 Einleitung

1.1 Motivation

Sicherheit ist ein hohes Gut, auf welches man sich als Privatperson zumeist verlässt. Eine große Gefahr geht in dieser Hinsicht vom Feuer aus, was den Brandschutz zu einem der wichtigsten Sicherheitsthemen macht. Gerade historisch bedeutsame Bauwerke werden oft besucht oder dienen als Ort für Festlichkeiten. Dennoch sind gerade jene Gebäude oft aufgrund ihres Alters, ihrer Bauweise und ihres Inventars ein unterschätztes Risiko für Brände.

1.1.1 Rückblick Stadtaufbau

Stadtbrände waren schon in der Vergangenheit keine Seltenheit. Gebäude und Häuser wurden vielerorts aus Holz gebaut, da Holz ein erschwinglicher und weithin verfügbarer Rohstoff war. Die Städte waren zudem dicht besiedelt, die Gassen eng und zumeist mit offenen Lichtquellen ausgestattet. Somit konnte ein Feuer schnell entstehen und der Brand sich ungehindert auch über mehrere Gebäude ausbreiten. Einige Gebäude, die wir heute noch besuchen können, entstammen noch einer Zeit, in welcher der Brandschutz nur eine untergeordnete Rolle gespielt hat oder benötigte Gegenmaßnahmen nicht möglich waren. Sich vor Augen zu führen, dass einige der bedeutendsten historischen Gebäude einen Aufbau haben, der brandförderlich ist, ist entscheidend, um das Risiko richtig einzuschätzen und die richtigen Handlungen zu setzen. Im Allgemeinen sind die technischen Möglichkeiten bis heute deutlich vielfältiger geworden. Dadurch besteht neues Potenzial den althergebrachten Problemen mit neuen Lösungen entgegenzuwirken. Dennoch gibt es wenige neue Ansätze und die Ziele des Brandschutzes werden oft hinter den Zielen des Denkmalschutzes zurückgestellt. Dabei ist den Entscheidungsträgern das enorme Ausmaß des Risikos gar nicht bewusst. Einige Beispiele in der Vergangenheit haben aufgezeigt, welche Bedrohung ein Brand für Personen sowie finanzielle und kulturelle Werte in historischen Gebäuden darstellt.

1.1.2 Brandschäden in historischen Gebäuden

Viele historische Gebäude dienen heute als öffentliche Einrichtungen. Eine Vielzahl dieser Gebäude bestehen nicht nur aus brennbaren Materialien, sondern lagern diese ebenfalls im Inneren. Gute Beispiele dafür sind Museen oder Archive, die mehrheitlich Exponate aus Papier, Holz oder Textilien ausstellen. Aus diesem Grund ist es gar nicht so selten, dass sich aufgrund von Defekten in der Elektronik, Umbauarbeiten, Unachtsamkeit oder Brandstiftung gefährliche Brände entwickeln.

Allein in den Jahren 2000 - 2010 wurden durch die bvfa, den Bundesverband für technischen Brandschutz e. V., über 70 Brände in denkmalgeschützten Gebäuden und kulturhistorischen Stätten, allein in Deutschland, verzeichnet. Davon führten nicht wenige zu Schäden von mehrfacher Millionenhöhe.¹ Das aktuellste und wohl bekannteste Beispiel für einen Brand in einem historisch bedeutsamen Gebäude war jedoch jenes aus dem Jahr 2019 – Notre Dame de Paris.

1.1.3 Notre-Dame de Paris

Der Großbrand in der Kathedrale Notre-Dame in Paris am 15.04.2019 hat gezeigt, dass Brände in Kirchen oder anderen historischen Gebäuden nicht zu unterschätzen sind. In diesem Fall konnten Brandmelder das Feuer detektieren, jedoch war das für Renovierungsarbeiten aufgestellte Gerüst ein Hindernis, um den Brandherd schnell zu ermitteln und den Brand einzudämmen. Der hölzerne Dachstuhl der Kathedrale wurde fast zur Gänze zerstört. Die Innenausstattung der Kirche hat durch das Löschwasser beträchtlichen Schaden genommen.²

Nachdem es sich bei der Kathedrale von Notre Dame um ein Bauwerk mit besonders hoher historischer Bedeutung handelt, wird diese wieder aufgebaut. Kosten des Wiederaufbaus betragen nach Schätzungen aus dem Jahr 2019 zwischen 140 Millionen und 465 Millionen Euro.

¹ Vgl. (Bundesverband technischer Brandschutz e. V., 2023)

² Vgl. (RedaktionsNetzwerk Deutschland GmbH, 2023)

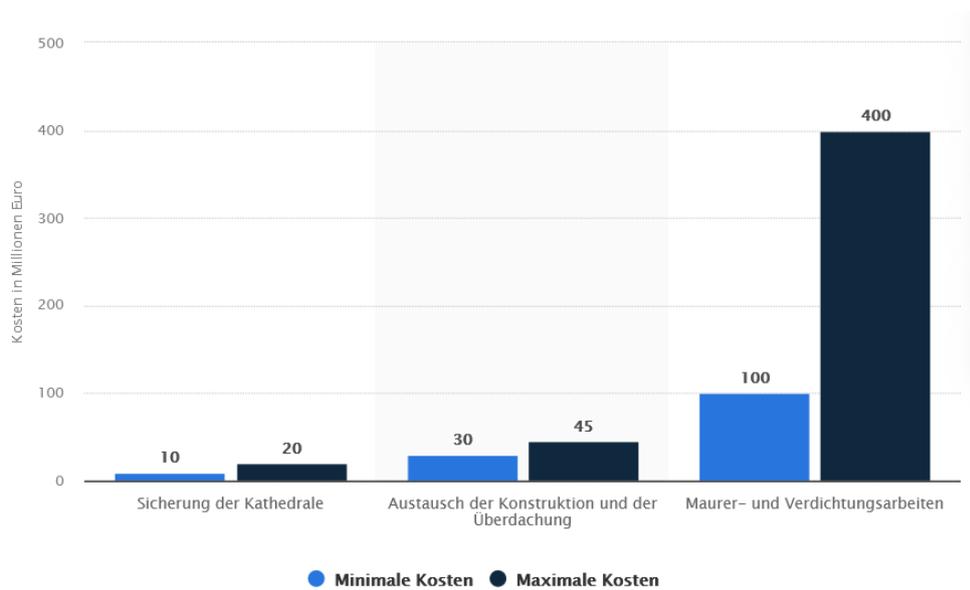


Abbildung 1: Geschätzte Kosten für die Arbeiten zum Wiederaufbau der Kathedrale Notre-Dame im Jahr 2019³

Der Brand der Kathedrale hat aber nicht nur gezeigt, wie schnell ein Brand entstehen bzw. wie aufwendig und teuer ein Wiederaufbau werden kann. Er hat auch gezeigt, dass Bauwerke mit einer besonders hohen historischen Bedeutung auch mit weiteren Herausforderungen kämpfen. Oftmals ist es schwierig, einen Konsens zwischen Brandschutz und Denkmalschutz zu finden. Dies geht auch aus dem Statement des österreichischen Feuerwehrpräsidenten Albert Kern zum Brand von Notre Dame hervor:

„Der Brandschutz in österreichischen Kirchen ist ein äußerst heikles Thema, hier gilt es viele Aspekte zu beachten. Der Denkmalschutz, besondere historische Umsetzungen und bei Fertigstellung gültige Bauordnungen, die nur bei unmittelbar drohenden Gefahren geändert werden können, erschweren bauliche Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes. Auch die Wahrscheinlichkeit eines zerstörerischen Feuers in Kirchen wird oftmals unterschätzt.“⁴

Unter diesen Aspekten ist es wichtig, sich mit dem Thema Brandschutz auseinanderzusetzen und das Wissen und die Möglichkeiten der Moderne als Chance zu betrachten, historisch unwiederbringlichen Güter sowie deren Besucher zu schützen. Umsetzungsmöglichkeiten sowie Anwendungsbeispiele sollen Bestandteil dieser Arbeit sein.

³ (Statista GmbH, 2023)

⁴ (Kern, 2023)

1.2 Zielstellung und Methodik

Um ein besseres Bewusstsein für die heute zur Verfügung stehenden Möglichkeiten zu schaffen, soll diese Arbeit die Anwendungsmöglichkeiten und Auswirkungen von Neuentwicklungen der Brandmeldetechnik speziell bei der Betrachtung historischer Gebäude untersuchen. Dabei sollen die Eignung beim Einsatz in diesen Gebäuden bewertet sowie Anwendungsgebiete aufgezeigt werden, die mit den bisherigen Technologien schwer abzudecken waren. Dafür wird jede nach den folgenden drei Grundaussagen beurteilt:

Die besonderen Umstände in historischen Gebäuden gegenüber der heutigen Bauweise begünstigen den Einsatz moderner Brandmeldetechnik.

Die neuen Technologien der Brandmeldetechnik erleichtern die Umsetzung einer Brandmeldeanlage in historischen Gebäuden.

Die Neuentwicklungen in der Sicherheitstechnik ermöglichen eine bessere Gewährleistung der Personen und Gebäudesicherheit in historischen Gebäuden.

Um eine solche Beurteilung zu ermöglichen, werden zunächst die häufig vorkommenden architektonischen Merkmale von Gebäuden untersucht. Die Grundlage dafür bieten die unterschiedlichen Stile der Architektur ab dem Jahr 1000 n. Chr. bis zum Beginn des ersten Weltkrieges im Jahr 1914. Ab dieser Zeit gab es im Baustil einen starken Schnitt, der auf der Entwicklung der modernen Baustoffe beruht. Die Gebäude nach dieser Zeit ähneln daher eher den heutigen Gebäuden und sind daher nicht Teil dieser Betrachtung. Aus der Zeit vor 1000 n. Chr. sind andererseits kaum noch Bauwerke erhalten oder sie sind unter Verwendung der späteren Architekturstile erneuert worden, da ihre zu erwartende Lebensdauer bei Weitem überschritten wäre. Die übergreifenden Merkmale im definierten Zeitraum werden als Grundlage für die Untersuchung im Zuge der Arbeit herausgearbeitet.

Zur Definition der Anforderungen werden in der Arbeit die Vorschriften und Normen für Brandmeldetechnik in Deutschland herangezogen. Demzufolge kann dann untersucht werden, wie sich die neuen Technologien unter den strukturellen Merkmalen historischer Gebäude einsetzen lassen, um die Vorgaben für die Brandmeldetechnik umzusetzen.

2 Begriffsdefinitionen

2.1 Sicherheitstechnik

„Der Begriff „Sicherheitstechnik“ steht für alle technischen Einrichtungen, die zum Schutz von Personen und Werten in Gebäuden installiert und betrieben werden.“⁵

Dem muss noch hinzugefügt werden, dass der Begriff außerhalb des Gebiets der Gebäudetechnik solche Technologien beschreibt, die eingesetzt werden, um die beschriebenen Schutzfunktionen in anderem Umfeld zu erfüllen. So gehören beispielsweise viele Funktionen der Straßenverkehrstechnik auch zum Feld der Sicherheitstechnik. Eine Verbesserung des Schutzes von Werten und Personen lässt sich mit Technologie im Allgemeinen über drei Wirkungsprinzipien erreichen:

Sicherungstechnik

Die Sicherungstechnik umfasst alle technischen Maßnahmen, die der Entstehung eines Gefahrenpotenzials vorbeugen. Dabei verhindern automatisierte Mechanismen, dass es überhaupt zu einer Gefährdung von Personen oder Werten kommen kann. Ein einfaches Beispiel ist die automatische Druckabschaltung bei Türen. Ein Drucksensor erkennt, wenn beim Schließen der Tür ein ungewöhnlich hoher Widerstand auftritt. Als Reaktion öffnet der Antrieb die Tür und geht damit selbstständig in den sicheren Zustand über.

Sicherheitsmelde- und Überwachungstechnik

Dieser Bereich der Sicherheitstechnik konzentriert sich auf die frühzeitige Erkennung einer bereits bestehenden Gefahrensituation. Gekoppelt mit den zugehörigen Warneinrichtungen ermöglicht diese Überwachungstechnik eine schnelle und geeignete Reaktion auf die entsprechende Situation. Mit einer frühzeitigen Reaktion können dann die Schäden in unterschiedlicher Art vermieden oder verringert werden, um das Schutzziel der Anlagen zu erreichen. Mit diesem Wirkprinzip arbeiten

⁵ (Heinze GmbH, NL Berlin, BauNetz, 2022)

auch Brandmeldeanlagen. Sie schützen durch Alarmierung die betroffenen Personen und ermöglichen es den Brand schnellstmöglich einzugrenzen.

Sicherheitstechnische Systemintegration

Das dritte Wirkprinzip ist die Verbesserung des Schutzes durch die Einbindung in übergreifende Sicherheitsnetzwerke. Damit können Gefahren auch systemübergreifend weitergegeben werden, und es ist möglich externe hilfeleistende Stellen zu erreichen oder weitere Betroffene zu warnen. Nach diesem Prinzip werden zum Beispiel Brandmeldeanlagen an die Leitstelle der Feuerwehr gekoppelt, damit diese bei einer Auslösung schnell informiert ist. Bei anderen Anlagen kann es aber auch die Anbindung an eine ständig besetzte Sicherheitszentrale sein, damit gewährleistet ist, dass im Falle einer Meldung immer jemand reagieren kann.

Da Brandmeldeanlagen als Teil der technischen Gebäudeausstattung, wie bereits kurz angesprochen, den Schutz von Personen und Werten als Ziel haben, sind sie ein Bestandteil der Sicherheitstechnik.⁶

⁶ Vgl. (Heinze GmbH, NL Berlin, BauNetz, 2022)

2.2 Brandschutztechnik

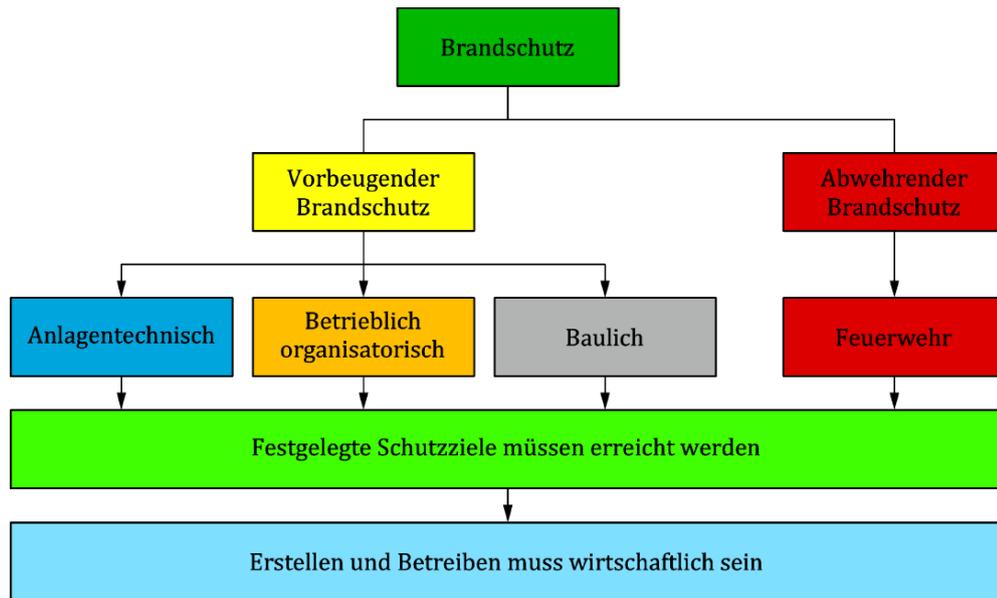


Abbildung 2: Unterteilung des Brandschutzes (FNFW)⁷

Zusätzlich zur Sicherheitstechnik kann die Brandschutztechnik dem allgemeinen Brandschutz in Gebäuden zugeordnet werden. Innerhalb dessen wird üblicherweise zwischen dem vorbeugenden Brandschutz und dem abwehrenden Brandschutz unterschieden. Während Zweiteres sich mit dem Einsatz der Feuerwehr im Brandfall befasst, wird der vorbeugende Brandschutz noch weiter unterteilt:

Baulicher Brandschutz

Der bauliche Brandschutz umfasst Maßnahmen im strukturellen Aufbau des Gebäudes, die die Gefahren im Brandfall minimieren. Dazu zählen zum einen die Einteilung in Brandabschnitte, aber auch das Einrichten von Flucht- und Rettungswegen im Gebäude. Zum baulichen Brandschutz zählt auch die Vermeidung von leicht brennbaren bzw. brandfördernden Bausubstanzen in der Planung und in Folge in der Konstruktion.

Anlagentechnischer Brandschutz

In diesem Bereich überschneiden sich nun die Sicherheitstechnik und der Brandschutz. Er umfasst alle technischen Anlagen, die dem Schutz von Personen und dem Gebäude vor den Gefahren im Falle eines Brandes dienen. Neben den

⁷ (DIN-Normenausschuss Feuerwehrewesen (FNFW), Firefighting and Fire Protection Standards Committee, 2020) Anhang D.1

klassischen Brandmeldeanlagen gibt es hier noch zahlreiche andere Möglichkeiten, wie Alarmierungseinrichtungen, automatische Löschvorrichtungen oder Rauchabzugsöffnungen.

Organisatorischer Brandschutz

Mit dem organisatorischen Brandschutz werden die für den Gebäudebetrieb festgelegten Maßnahmen beschrieben. Er bildet eine Ergänzung zum baulichen und anlagentechnischen Brandschutz, der sicherstellt, dass damit geplante Brandschutzaspekte während der Gebäudenutzung funktionieren. In der Regel erfolgt die Umsetzung auf Basis von Handlungsanweisungen, die innerhalb der Brandschutzordnung definiert sind.

2.2.1 Grundvoraussetzungen für Brände

Das Verständnis über das Verhalten und die Prozesse während eines Brandes sind die Grundlage für alle Festlegungen im Brandschutz. Aus diesen Erkenntnissen lassen sich wirksame Maßnahmen ableiten, die entsprechend erfolgreich die Erreichung der Schutzziele gewährleisten. Die folgende Definition für einen Brand ist in der DIN 14011, die sich ausgiebig mit der Definition der im Feuerwehrewesen entscheidenden Begriffe befasst definiert.

„Brennen ist eine mit Flamme und/oder Glut selbständig ablaufende exotherme Reaktion zwischen einem brennbaren Stoff und Sauerstoff oder Luft.“⁸

Die Bedeutung von Brand und Feuer gemäß der Norm sind dabei sehr ähnlich und überschneiden sich sehr häufig. Typischerweise bezeichnet man allerdings nur ungewollte oder schadhafte Feuer als Brand, während der Begriff Feuer hingegen auch sämtliche Nutzfeuer wie beispielsweise solche in Öfen mit umfasst. Vorteilhafterweise liefern die chemischen Grundlagen, die für alle Verbrennungsreaktionen greifen, eindeutige Bedingungen für das Entstehen sowie für die Aufrechterhaltung eines Brandes. Zwei davon lassen sich bereits aus der angeführten Definition ableiten.⁹

Die erste Voraussetzung ist also das Vorhandensein eines brennbaren Stoffes, der aufgrund seiner Zusammensetzung eine Verbrennungsreaktion mit Sauerstoff ermöglicht. Im Regelfall handelt es sich dabei um organische bzw. andere kohlenstoffhaltige Verbindungen, die dann zu Kohlenstoffdioxid oder Kohlenstoffmonoxid reagieren. Um die

⁸ (Normenausschuss Feuerwehrewesen (FNFW) im DIN, 2010)

⁹ Vgl. (Helmerking, 2020) Seite 10

unterschiedlichen Eigenschaften bestimmter Brennstoffe zu kategorisieren, werden diese in mehreren Brandklassen zusammengefasst:

„A - Brände fester Stoffe, hauptsächlich organischer Natur

B - Brände flüssiger oder flüssig werdender Stoffe

C - Brände von Gasen

D - Brände von Metallen“¹⁰

Die Brandgeschwindigkeit und damit die Geschwindigkeit, in der der Brand sein Gefahrenpotenzial erhöht, hängt stark vom Verhältnis des reaktionsfähigen Stoffes zum vorhandenen Sauerstoff ab. Da im Gebäudebereich im Regelfall überwiegend Stoffe der Brandklasse A vorkommen, wird dieses Verhältnis auf Seite des Brandstoffes durch dessen effektive Oberfläche bestimmt. Je größer diese Oberfläche, desto größer ist der Bereich, an dem die Verbrennungsreaktion stattfinden kann. Zudem erhöht sich diese Fläche mit fortschreitender Zersetzung des Brandobjektes durch die auftretenden hohen Temperaturen. Daher nimmt die Verbrennungsgeschwindigkeit ohne andere begrenzende Einflüsse beim Abbrennen des Brennstoffes zu.

Wie bereits deutlich hervorgeht, ist die Präsenz von ausreichend Sauerstoff die zweite Voraussetzung für eine Verbrennungsreaktion. Diese Bedingung ist durch die durchschnittliche Zusammensetzung der Luft in den meisten Fällen gegeben. Allerdings wird dieser Anteil durch die Verbrennung Schritt für Schritt umgewandelt, wodurch Brände im Innenraum nur bei einem ausreichenden Luftwechsel aufrechterhalten werden, da sie sich sonst ihrer eigenen Grundvoraussetzung entziehen. Der Großteil der Brennstoffe erlischt, wenn der Volumenanteil von Sauerstoff die Schwelle von 17 % unterschreitet. Allerdings erhöht sich im Umkehrschluss die Reaktionsgeschwindigkeit, wenn ein erhöhter Sauerstoffanteil vorliegt.

Die letzte Bedingung ist energetischer Natur und geht nicht direkt aus der Norm hervor. Damit die Reaktion starten kann, ist eine Mindestmenge an Energie notwendig. In der Praxis wird diese in Form von thermischer Energie bereitgestellt, indem eine Mindesttemperatur überschritten wird, die auch als Zündtemperatur bezeichnet wird. Die Höhe dieser Zündtemperatur wird hauptsächlich durch den Brennstoff definiert, aber auch weitere Faktoren wie der Sauerstoffgehalt und das Brennstoff-Sauerstoff-Verhältnis können diese noch verschieben. Auch nach der Zündung benötigt der Brand eine gewisse Mindesttemperatur zu seiner Aufrechterhaltung, die in der Regel über der Zündtemperatur liegt. Da die Verbrennung als exothermische Reaktion thermische Energie freisetzt, wird diese Temperatur ohne weiteres Zutun jedoch gehalten.

Dennoch sind alle drei Grundvoraussetzungen essenziell für den Brandschutz, da die Reaktion zum Erliegen kommt, sobald eine dieser Bedingungen nicht mehr gegeben ist. Das heißt für eine effektive Brandbekämpfung müssen diese Eckpunkte beeinflusst werden. Daher ist auch der Einsatz von Löschwasser im abwehrenden Brandschutz für die

¹⁰ (Usemann, 2003) Seite 1

meisten Brände so effektiv. Das Wasser entzieht dem Brand die thermische Energie und begrenzt gleichzeitig den Zugang des Brennstoffes zum benötigten Sauerstoff. Gleichermaßen ist es für den vorbeugenden Brandschutz sinnvoll, zu verhindern, dass die für den Brand notwendigen Parameter wie die Zündtemperatur überhaupt erst zustande kommen.¹¹



Abbildung 3: Gesamtstatistik Brandursachen 2002 bis 2021 (Institut für Schadensverhütung und Schadensforschung)

Gemäß der Statistik entstehen die meisten Brände durch Elektrizität und Überhitzung mit insgesamt 42 %. Ein weiterer bedeutender Teil wird ausgelöst durch menschliches Fehlverhalten. Daran erkennt man, dass bei der Vorbeugung vor allem die Überwachung von elektrischen Anlagen und Geräten und die Schulung von Personen im organisatorischen Brandschutz wichtig ist. Dennoch wird es aufgrund der zunehmend komplexen Elektroinstallation in Gebäuden nicht möglich sein, die Hauptursachen für Brände vollends einzudämmen.

2.2.2 Brandmeldetechnik

Die Brandmeldetechnik bildet einen Teil des anlagentechnischen Brandschutzes. Als solche ist sie eine Maßnahme gegen Gefahren, die in unterschiedlicher Form infolge eines Brandes entstehen und eine wichtige Möglichkeit die Schäden im Brandfall zu vermindern, da das Entstehen eines Brandes nicht immer verhindert werden kann. Ab diesem Punkt reagiert die Brandmeldetechnik durch Erkennen der Entzündung und das Auslösen automatischer Gegenmaßnahmen. Um eine solche Detektion einer Brandstelle zu ermöglichen, sind vor allem die so genannten Brandkenngrößen entscheidend. Deren Eigenschaften besonders im Hinblick auf die Art der Ausbreitung sind bedeutend für die Erkennung des Brandes an den Sensoren der Brandmeldeanlagen.

¹¹ Vgl. (Usemann, 2003) Seite 1-3

Flammen/Strahlung

Sobald bei einem Feuer Flammen entstehen, wird Strahlung mit bestimmten Frequenzen ausgesendet. Anhand dieser Strahlung kann über die typischen Frequenzen ein Brand zuverlässig identifiziert werden. Die Flammenbildung kann allerdings bei einer Verbrennungsreaktion ausbleiben oder nur sehr schwach vorkommen, was erneut hauptsächlich vom Brennstoff abhängt. Ein positiver Aspekt dieser Kenngröße ist hingegen, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit aufgrund der Lichtcharakteristik sehr hoch ist.

Wärme

Wie bereits erwähnt wurde, ist die Verbrennung eine Reaktion, bei der thermische Energie freigesetzt wird. Die damit verbundene Temperaturerhöhung kann wiederum eine weitere Möglichkeit sein einen bestehenden Brand zu erkennen. Dabei müssen allerdings die unterschiedlichen Formen der Wärmeausbreitung berücksichtigt werden. Diese kann durch Konvektion, Wärmeleitung oder Wärmestrahlung passieren, von denen alle unterschiedliche Eigenheiten mit sich bringen. Zweiteres ist in der Praxis grundlegend unhandlich, da zwischen der Brandstelle und dem Sensor eine Materialverbindung bestehen muss. Das heißt, bei der Überwachung eines Raumes dienen hauptsächlich die Außenwände zur Weiterleitung der Wärme. Die zu überwindende Entfernung ist für den Anwendungsfall einer Raumüberwachung zu weit und die Wärmeleitung erfolgt bei üblichen Materialien zu langsam. Die Wärmeübertragung über Luftströmungen also Konvektion begünstigt den Einsatz von klassischen Deckenmeldern, da die erwärmte Luft nach oben steigt. Die Wärmestrahlung ist ebenso wie die Erkennung von Flammen durch eine Sichtverbindung möglich. Allerdings nimmt der Erwärmungseffekt mit zunehmendem Abstand stark ab und kann daher im Normalfall nur in Kombination mit der Konvektion eine zuverlässige Erkennung ermöglichen.¹²

Rauch/Rauchgase

Rauch ist die wohl wichtigste Charakteristik in der Brandmeldetechnik, da bei nahezu jedem Brand auch entsprechende Rauchgase entstehen, die eine zuverlässige Erkennung ermöglichen. Da sich entstehender Rauch im Gemisch mit der erwärmten Luft ausbreitet, sind die Ausbreitungseigenschaften ähnlich denen bei der Konvektion. Die Zusammensetzung des Rauches ist stark abhängig von den verbrennenden Materialien, aber die allgemeinen „Hauptbestandteile [sind] Ruß,

¹² Vgl. (Usemann, 2003) Seite 5

Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Wasserdampf.“¹³ Diese bilden ein stark durchsetztes Gasmisch, dass von Rauchmeldern auf mehrere Arten detektiert werden kann. Eine Überwachung nach der Brandcharakteristik Rauch eignet sich vor allem auch, da dieser die größte Gefahr für Personen im Brandfall darstellt. Eine Bedrohung für die menschliche Gesundheit beim Einatmen besteht in erster Linie über eine Vergiftung durch den hohen Kohlenstoffmonoxidanteil aber auch durch Erstickung, da die Abluft des Brandes deutlich weniger Sauerstoff enthält. Darüber hinaus breitet sich der Rauch wesentlich schneller aus als Feuer, da die beim Brennen entstehenden Rauchgasmengen sehr hoch sind. So bringt die vollständige Verbrennung von einem Kilogramm Holz bereits 5 m³ Rauchgas mit sich. Bei synthetischen Stoffen ist das entstehende Rauchgasvolumen um ein Vielfaches höher, wodurch bei Gebäudebränden schon nach kurzer Zeit das ganze Gebäude verrauchte sein kann, wenn im Brandschutz nicht wirksame Gegenmaßnahmen getroffen wurden.¹⁴

¹³ (Usemann, 2003)

¹⁴ Vgl. (Usemann, 2003) Seite 3

3 Normen und Vorschriften für Brandmeldeanlagen

3.1 Nutzen und Verpflichtungen zum Betrieb

3.1.1 Gefährdung für Personen

Seit 1990 hat sich die Zahl der Toten durch Brände mit Hilfe des technischen Fortschritts und strengerer Vorschriften beim Brandschutz in etwa halbiert. Die flächendeckende Einführung des anlagentechnischen Brandschutzes zeigte also bereits Wirkung bei der Verringerung der Personengefährdung.

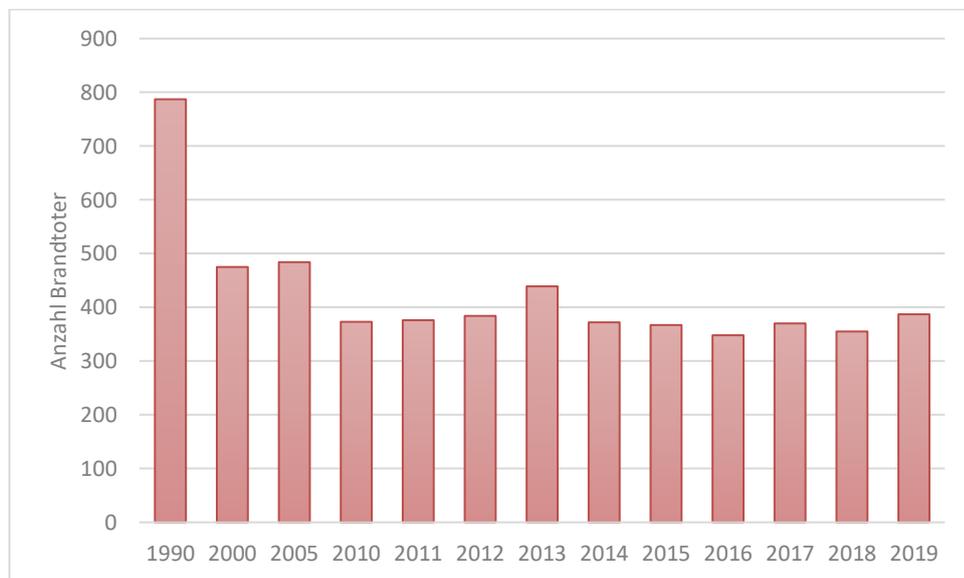


Abbildung 4: Brandtote in Deutschland ¹⁵

Gerade zum Schutz von Personen gibt es zahlreiche Vorschriften, die den Einsatz einer Brandmeldeanlage fordern, da zu spät erkannte Brände die Bedrohung für Sach- und Personenschäden deutlich erhöhen. Dies geht sehr deutlich aus der Brandschadensstatistik des vfdv hervor. Für den Bericht wurden die Daten von 5.016 Gebäudebrandeinsätzen ausgewertet. Dabei wurde unter anderem die Art der Alarmierung, der geschätzte Sachschaden, der Entwicklungsstand des Brands und die Ausbreitung des Rauches zum

¹⁵ Nach (Deutscher Feuerwehrverband e. V., 2022)

Zeitpunkt der Ankunft der Feuerwehr dokumentiert. Aus diesen Daten konnten dann aus der Gegenüberstellung von der Alarmierung per Telefon und durch eine Brandmeldeanlage die nachfolgenden Ergebnisse erzielt werden.

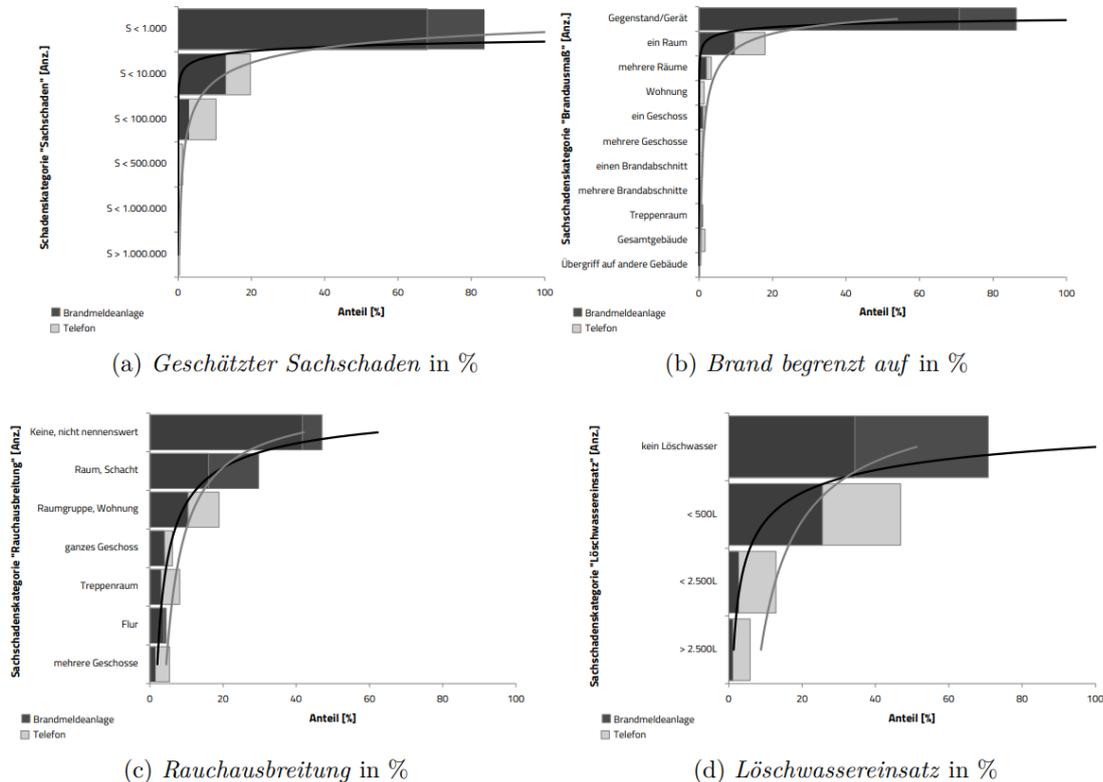


Abbildung 5: Wirksamkeitsnachweis für Brandmeldeanlagen aus der Brandschadensstatistik 2020 (dunkelgrau – Alarmierung durch Brandmeldeanlagen; hellgrau – Alarmierung durch Festnetz- oder Mobiltelefon)¹⁶

Der wohl größte Bedrohungsfaktor für Personen im Brandfall ist die Ausbreitung des Rauches. Die Untersuchung der Sektionsprotokolle des Instituts für Rechtsmedizin des Uniklinikums Halle ergab, dass die Haupttodesursache bei Bränden ohne vorheriges Unfallgeschehen mit 35,8 % eine Kohlenmonoxidvergiftung durch die Rauchentstehung des Feuers ist.¹⁷ Bei geschlossenen Fenstern sinkt durch einen Brand in durchschnittlichen Wohnräumen der Volumenanteil von Sauerstoff auf annähernd 0 %, während die Konzentration von Kohlenmonoxid auf 4 Vol.% ansteigt.¹⁸ Demnach birgt eine fehlende automatische Brandmeldeanlage ein großes Gefahrenpotenzial für Personen, da die Rettung von Personen durch die Feuerwehr deutlich erschwert ist, wenn zusätzliche Gebäudeteile

¹⁶ (Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V., 2020) Bild 6.13

¹⁷ Vgl. (Lang, 2016) Seite 45

¹⁸Vgl. (Lessig, Teske, & Wilk, 2002) Abbildung Gasanteile Raumbrandversuch „ulrich“

(insbesondere Treppenträume oder Flure als Fluchtwege bzw. Zugangswege) betroffen sind. Die höhere Rauchbelastung verzögert die Rettungsbemühungen der Feuerwehr durch erschwerte Sicht und zusätzlich notwendige Ausrüstung. Die Feuerwehr braucht grundlegend länger, um das Gebäude bzw. gefährdete Bereiche betreten zu können und Personen in Gefahr zu finden. Diese Zeit kann dann im Ernstfall entscheiden, ob die zu rettende Person überlebt oder den Folgen der Rauchgasbelastung erliegt. Zusätzlich ist es wahrscheinlich, dass sich die verzögerte Alarmierung der Feuerwehr in ähnlicher Weise auch bei der Selbstrettung abbildet. Umso später hier die Betroffenen auf die Gefahr aufmerksam gemacht werden, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass notwendige Fluchtwege durch Feuer, Rauch oder daraus resultierende Beschädigung nicht mehr benutzbar sind. Hierbei können schon geringe Zeiträume entscheidend sein, da wie im Kapitel 2.2.2 im Abschnitt Rauch/Rauchgase beschrieben, schnell ein großes Volumen an Rauchgas entsteht.

3.1.2 Gesetzliche Anforderungen an Gebäude

Um Personen im Alltag zu schützen und größere Sachschäden zu vermeiden, sind Brandmeldeanlagen in diversen Bestimmungen vom Gesetzgeber vorgegeben. So gibt zum Beispiel die sächsische Versammlungsstättenverordnung in § 20 Absatz 1 vor:

*„Versammlungsstätten mit Versammlungsräumen von insgesamt mehr als 1 000 m² Grundfläche müssen Brandmeldeanlagen mit automatischen und nichtautomatischen Brandmeldern haben.“*¹⁹

Deswegen ergibt sich, für die häufig öffentlich genutzten historischen Gebäude, die Betriebsvorschrift eine Brandmeldeanlage gemäß den gängigen Normen zu errichten und zu betreiben. Im Speziellen sind die Vorgaben der SächsVStättVO nach § 1 anzuwenden auf Gebäude mit Versammlungsräumen, die insgesamt eine Besucherkapazität von mehr als 200 Personen besitzen. Diese muss anhand der Fläche der Versammlungsräume ermittelt werden und wird je nach Unterbringungsart mit einem bzw. zwei Besuchern pro m² angesetzt. Bei offenen Ausstellungsräumen wie z.B. in Museen hat die Verordnung demnach schon ab 200 m² Fläche Gültigkeit. Somit sind Brandmeldeanlagen generell für Versammlungsstätten mit über 1000 m² großen Versammlungsräumen verpflichtend. Durch historisch gewachsene Nutzungszwecke und den kulturellen Wert historischer Gebäude befinden sich in diesen Räumlichkeiten sehr häufig Museen, Ausstellungen oder sonstige Besucherräume.²⁰

Des Weiteren bestehen konkrete Anforderungen für den Fall der Beherbergungen von

¹⁹ (Sächsisches Staatsministerium für Inneres, 2004) §20 Absatz 1

²⁰ Vgl. (Sächsisches Staatsministerium für Inneres, 2004) §20

Gästen. Daher sind Brandmeldeanlagen auch in Hotels und sonstigen Unterkünften notwendig. Hier greift die Sächsische Beherbergungsstättenbaurichtlinie ab einer Anzahl von mehr als zwölf Gastbetten. Es spielt dabei keine Rolle, ob die entsprechenden Gebäude ganz oder nur teilweise für die Unterbringung von Gästen genutzt werden. In § 9 Absatz 1 der Richtlinie wird Folgendes vorgegeben:

„Beherbergungsstätten müssen Alarmierungseinrichtungen haben, durch die im Gefahrenfall die Betriebsangehörigen und Gäste gewarnt werden können. Bei Beherbergungsstätten mit mehr als 60 Gastbetten müssen sich die Alarmierungseinrichtungen bei Auftreten von Rauch in den notwendigen Fluren auch selbsttätig auslösen.“²¹

Bis zu einer Gästebettenzahl von 60 ist demzufolge eine Brandmeldeanlage mit manueller Auslösung ausreichend und die Alarmierung beschränkt sich auf die Betriebsangehörigen und Gäste. Bei Überschreitung dieses Schwellwertes wird bereits eine automatische Brandmeldung im Bereich der Rettungswege notwendig. Im zweiten Absatz wird für diesen Fall dann weiter konkretisiert:

„Beherbergungsstätten mit mehr als 60 Gastbetten müssen Brandmeldeanlagen [...] zur unmittelbaren Alarmierung der zuständigen Stelle haben.“²²

Die Brandmeldeanlagen müssen ab dieser Größe also auch eine automatische Aufschaltung zur zuständigen Feuerwehrleitstelle besitzen. Zu sanierende historische Gebäude sind häufig touristische Anziehungspunkte, wodurch die Beherbergung von Gästen meist zumindest teilweise zum Nutzungskonzept gehört.

Sollten im Gebäude Arbeitsplätze vorhanden sein, muss zusätzlich die Arbeitsstättenverordnung berücksichtigt werden, da der Arbeitgeber die Pflicht hat Gefährdungen für Sicherheit und Gesundheit zu verhindern bzw. minimieren. Zur Definition grundlegender Regeln ermächtigt das Bundesministerium für Arbeit und Soziales gemäß § 7 den Ausschuss für Arbeitsstätten.²³

„Der Arbeitgeber hat durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass die Beschäftigten im Brandfall unverzüglich gewarnt und zum Verlassen von Gebäuden oder gefährdeten Bereichen aufgefordert werden

²¹ (Sächsisches Staatsministerium für Inneres, 2005) §9 Absatz 1

²² (Sächsisches Staatsministerium für Inneres, 2005) §9 Absatz 2

²³ Vgl. (Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 2004)

können. Die Möglichkeit zur Alarmierung von Hilfs- und Rettungskräften muss gewährleistet sein.“²⁴

Dabei weist der Ausschuss im Nachfolgenden ausdrücklich drauf hin, dass bevorzugt technische Maßnahmen insbesondere automatische Brandmelde- und Alarmierungseinrichtungen umzusetzen sind. Diese Einrichtungen sind zwar nicht verpflichtend, aber gemäß dem oben angeführten Absatz der Richtlinie muss die sofortige Alarmierung aller Mitarbeiter ansonsten durch andere Maßnahmen sichergestellt sein. Daher ist der Arbeitgeber zur Erarbeitung einer Gefährdungsbeurteilung verpflichtet, die zum einen alle an der Arbeitsstelle relevanten Gefährdungen feststellt und zum anderen die systematische Ableitung geeigneter Arbeitsschutzmaßnahmen enthält. Diese wird bei der Überprüfung von der zuständigen Aufsichtsbehörde für Arbeitsschutz eingefordert bzw. kann im Falle eines Unfalls von der Staatsanwaltschaft verwendet werden. Eine lückenlose Gefährdungsbeurteilung und großzügig ausgewählte Maßnahmen schützen daher nicht nur den Arbeitnehmer, sondern verhindern auch rechtliche Konsequenzen für den Arbeitgeber. Daher sollten auch in Arbeitsstätten überall da, wo es möglich ist, automatische Brandmeldeanlagen eingesetzt bzw. neue Wege ergründet werden, diese in das Gebäude einzubringen.²⁵

3.1.3 Schutzziele

- *„Entdeckung von Bränden in der Entstehungsphase*
- *eindeutiges Lokalisieren des Gefahrenbereiches und dessen Anzeige*
- *schnelle Alarmierung der Feuerwehr und/oder anderer hilfeleistender Stellen*
- *automatische Ansteuerung von Brandschutz- und Betriebseinrichtungen*
- *schnelle Information und Alarmierung der betroffenen Menschen“²⁶*

In den Ausführungen der DIN 14675-1 für den Aufbau und Betrieb von Brandmeldeanlagen werden die oben angeführten Schutzziele für Brandmeldeanlagen definiert. Aus

²⁴ (Ausschuss für Arbeitsstätten, 2018) Abschnitt 5.1 Absatz 1

²⁵ Vgl. (Ausschuss für Arbeitsstätten, 2018) Abschnitt 5.1 Absatz 4

²⁶ (DIN-Normenausschuss Feuerwehrwesen (FNFW), Firefighting and Fire Protection Standards Committee, 2020) Seite 14

diesen kann man zum einen Vorteile für die Nutzung ableiten und zum anderen bilden sie die Basis für die in den einschlägigen Normen beschriebenen Anforderungen.

Entdeckung von Bränden in der Entstehungsphase

Die Brandmeldeanlage soll einen Brand zuverlässig noch bei der Entstehung erkennen können. Da in der Praxis ein Brandherd nicht in jedem Fall von einer Person erkannt wird, kann in vielen Fällen nicht rechtzeitig reagiert werden. Wenn niemand im betroffenen Raum bzw. Bereich zugegen ist, kann sich der Brand ungehindert entwickeln. Dadurch entstehen mehr Gefahren, ein höherer Schaden und der Brand ist deutlich schwerer wieder zu stoppen. Ein Großteil dieser Problematiken kann mit der automatischen Detektion vermieden werden.

Eindeutiges Lokalisieren des Gefahrenbereiches und dessen Anzeige

Diese Anforderung besteht zur Erleichterung der Brandbekämpfung und der Rettung von Opfern durch die Feuerwehr. Diese erhalten über das Feuerwehranzeigetableau Informationen von der Brandmeldezentrale in welchen Bereichen Feuer detektiert wurde. So können schneller Rettungen durchgeführt werden, da die gefährdeten Bereiche eingeschränkt werden können.

Schnelle Alarmierung der Feuerwehr und/oder anderer hilfeleistender Stellen

Bei der Verringerung der Gefahren durch Brände ist die Zeit bis zur Umsetzung der Gegenmaßnahmen entscheidend. Der erste Schritt ist die zeitnahe Erkennung der Gefahr im ersten Punkt. In weiterer Folge muss dann die Information allerdings auch an die richtigen Personen weitergeleitet werden. Aus diesem Grund wird mit automatischen Brandmeldeanlagen sehr oft automatisch die Feuerwehr und damit auch die Rettung alarmiert. So wird gewährleistet, dass diese frühestmöglich den Einsatzort erreichen.

Automatische Ansteuerung von Brandschutz- und Betriebseinrichtungen

Für einen zusätzlichen Schutz kann die Brandmeldeanlage mit automatischen Schutzeinrichtungen kombiniert werden. So können für die Betriebssicherheit des Gebäudes essenzielle Schutzmaßnahmen wie Brandrauchentlüftungen in Fluchtwegen oder die Sicherheitsstellung bei Aufzügen ausgelöst werden.

Schnelle Alarmierung und Informationen der betroffenen Menschen

Wie für die Rettung durch die Feuerwehr gilt auch für die Selbstrettung, dass die Alarmierungszeit entscheidend ist. Umso früher die Betroffenen vor der Gefahr gewarnt werden, desto geringer ist die Gefahr für diese Personen. Sowohl das Feuer als auch der Brandrauch haben sich dann entsprechend weniger ausgebreitet. Damit ist das Flüchten wesentlich leichter möglich.

Die einschlägigen Normen geben detaillierte Vorgaben für die häufigeren Umsetzungsmöglichkeiten automatischer Brandmeldeanlagen. Diese können allerdings auch anders als in den Normen beschrieben aufgebaut werden. In der Prüfung wird die Anlage dann aber dennoch nach ihrer Wirksamkeit im Hinblick auf die geforderten Schutzziele bewertet.

3.2 Richtlinien und Normen für Brandmeldeanlagen

3.2.1 Gefahrenmeldeanlagen

Brandmeldeanlagen gelten im Sinne der Norm als Fernmeldeanlagen, welche durch die Normen der Reihe DIN VDE 0800 geregelt werden. Die DIN VDE 0833 bezieht sich da im Speziellen auf Gefahrenmeldeanlagen, die als *„Fernmeldeanlage[n] zum zuverlässigen Melden von Gefahren für Personen, Sachen oder die Umwelt“*²⁷ definiert sind. Damit fallen Brandmeldeanlagen in den Geltungsbereich dieser Norm. Für die automatische Warnung vor entstehenden Gefahren wird eine sehr hohe Zuverlässigkeit gefordert, weswegen sehr strenge Regeln für Wartung, Kontrollen und Ausfallsicherheit festgelegt werden. Diese allgemeinen Anforderungen für Brandmeldeanlagen sind im ersten Teil der Norm festgehalten und dann im zweiten Teil weiterführend speziell für Brandmeldeanlagen spezifiziert.

3.2.1.1 Allgemeine Anforderungen für Gefahrenmeldeanlagen

Um eine entsprechende Reaktion im Gefahrenfall zu ermöglichen, müssen alle Meldungen und Störungen eines Sicherungsbereichs an einem zentralen Punkt zusammenlaufen und angezeigt werden. Der Sicherungsbereich *„umfasst die Überwachung in sich abgeschlossener Objekte, abgeschlossener Teilbereiche von Objekten und abgegrenzter Räume auf einer Gefahrenart, um bei Meldungen geeignete Maßnahmen treffen zu können.“*²⁸ Diese Zentrale eines Sicherungsbereichs muss entweder durch eine unterwiesene Person ständig besetzt sein oder die Warnungen werden an eine dritte ständig besetzte Stelle weitergeleitet. Aus der Gefahrenmeldung muss hierbei auch hervorgehen, wo die Gefahr entstanden ist bzw. welcher Sensor diese erkannt hat. In vielen Fällen wird bei Brandmeldeanlagen die dauerhafte Überwachung über eine Aufschaltung an die zuständige Feuerwehr realisiert.

²⁷ (Deutsches Institut für Normung e. V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2014) Seite 9

²⁸ (Deutsches Institut für Normung e. V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2014) Seite 11

3.2.1.2 **Betrieb**

Der Betreiber einer GMA muss zumindest eine von einer Elektrofachkraft für GMA in die korrekte Bedienung und die Verpflichtungen beim Betrieb eingewiesene Person sein. Es sind vierteljährlich Begehungen durchzuführen, um die Gefahrenerkennungsfähigkeit der Anlage unter den vorherrschenden Begebenheiten wie z.B. Raumnutzung, Ausstattung und veränderten Umgebungsbedingungen zu dokumentieren. Zusätzlich muss auch vierteljährlich eine Inspektion durch eine Elektrofachkraft GMA durchgeführt werden. Bei diesen Inspektionen sind für die folgenden Anlagenteile Funktionsprüfungen durchzuführen:

„Überwachung der äußeren Verbindung mit zerstörungsfrei prüfbaren Meldern durch Auslösung eines zerstörungsfrei prüfbaren Melders je überwachtem Übertragungsweg, Überwachung der äußeren Verbindungen von AÜA durch Auslösung von Übertragungseinrichtungen;

Signalgeber;

Anzeige- und/oder Betätigungseinrichtungen in oder außerhalb von Zentralen;

Schalteinrichtungen;

Ansteuereinrichtungen in Verbindung mit Übertragungseinrichtungen, Alarmierungseinrichtungen;

Energieversorgungen;

Störungsweiterleitung an die abgesetzte beauftragte Stelle bei nicht ständig besetzter Stelle vor Ort.“²⁹

Bei der Planung einer Gefahrenmeldeanlage muss deshalb darauf geachtet werden, dass all diese Komponenten für eine Wartung zugänglich sind. Bei einer Überwachung von nicht zugänglichen Bereichen müssen daher Sonderlösungen gefunden werden. Insbesondere da einmal jährlich ein Funktionstest durch Auslösung aller zerstörungsfrei prüfbaren Melder gefordert ist. Dazu kommen noch sämtliche Wartungsvorschriften, die von den Herstellern der einzelnen Anlagenteile vorgeschrieben sind.

Die Ergebnisse der Begehungen und Inspektionen müssen gemeinsam mit allen Betriebsereignissen vom Betreiber in einem Betriebsbuch dokumentiert werden. Sollten an der

²⁹ (Deutsches Institut für Normung e. V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2014) Seite 19,20

Anlage Mängel oder Beeinträchtigungen durch äußere Einflüsse festgestellt werden, müssen diese frühestmöglich vom Betreiber behoben werden.³⁰

3.2.1.3 Energieversorgung

Ein weiterer Gesichtspunkt der Anforderungen im Hinblick auf die Ausfallsicherheit der Anlage ist die Energieversorgung. Um die GMA gegen einen Ausfall der Versorgung abzusichern, ist der Einsatz von zwei redundanten Energiequellen vorgeschrieben. So wird häufig die allgemeine Versorgung mit einem Batteriespeicher kombiniert, um die erforderliche Redundanz zu erreichen. Dabei ist entscheidend, dass nach den Anforderungen der Norm Batterien als nicht ausfallgefährdet klassifiziert werden und daher zur Versorgung einer GMA auch zwei Batteriespeicher verwendet werden können. Diese können auch in einer Batterie kombiniert werden. Im Normalfall müssen aber beide Energiequellen voneinander unabhängig sein. Das heißt bei einem Fehler der einen Energiequelle darf die zweite Quelle nicht beeinträchtigt werden. Außerdem sind die Versorgungen so umzusetzen, dass beim Wechsel von einer Quelle zur Anderen keine Unterbrechung der Schutzfunktion der GMA entsteht. Der Übergang muss also möglichst lückenlos vonstattengehen.

Um die Störungswahrscheinlichkeit bei der Versorgung weiter zu verringern, dürfen über die Energiequellen der GMA keine Betriebsmittel versorgt werden, die nicht in ihrer Funktion zur Anlage zugehörig sind. Damit sollen Einflüsse vermieden werden, die zu einem Ausfall der Versorgung führen könnten. Wenn es doch zu Unterbrechungen kommt, muss der Fehler angezeigt werden, damit der Betreiber entsprechende Behebungsmaßnahmen ergreifen kann. Grundsätzlich sind beide Versorgungen so zu dimensionieren, dass sie jeweils einzeln den Betrieb der Anlage aufrechterhalten können.³⁰

3.2.2 Brandmeldeanlagen

Die Bestimmungen der DIN VDE 0833-1 aus der 800er Reihe beziehen sich speziell auf die Umsetzung von Brandmeldeanlagen und sind daher Hauptinhalt des folgenden Kapitels. Da die Anforderungen speziell auf Brandmeldeanlagen zugeschnitten sind, beschreiben sie sehr detailliert die Kernpunkte bei deren Aufbau.

3.2.2.1 Übertragungswege von Brandmeldeanlagen

Die Übertragungswege innerhalb einer Brandmeldeanlage müssen grundsätzlich überwacht werden, damit diese nicht durch einen Brand beeinträchtigt werden. Dies gilt sowohl für die Verbindungen von einzelnen Komponenten zu den Zentralen als auch für Verbindungen zwischen einzelnen Zentralen. Essenziell ist, dass bei einer einzelnen

³⁰ Vgl. (Deutsches Institut für Normung e. V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2014) Seite 16-21

Störung die geforderte Funktion der Brandmeldeanlage erhalten bleiben muss. Nur dann, wenn weitere Störungen an einem anderen Abschnitt der Anlage auftreten, ist es zulässig, dass die Funktion dieser nicht mehr vollständig gegeben ist. Bei der Planung von Brandmeldeanlagen ist darauf zu achten, dass diese so aufgebaut werden, dass eine ausreichende Resistenz gegen Störungen in den Übertragungswegen gegeben ist.³¹

Für diese Planung der Übertragungswege sind als Kennwerte Flächengrenzwerte für die davon abhängigen Meldebereiche definiert, damit Störungen in der Anlage in ihren Auswirkungen eingegrenzt werden können. Je Übertragungsweg ist eine maximale Fläche von 6.000 m² zulässig. Alles darüber Hinausgehende muss auf mehrere Übertragungswege aufgeteilt werden. Dabei ist es möglich mehrere Brandabschnitte über einen Übertragungsweg anzubinden, wobei jedoch gewährleistet sein muss, dass bei Auftreten eines einzelnen Fehlers maximal nur:

„a) ein Meldebereich mit höchstens 1600 m² mit max.

- *32 punktförmigen automatischen Brandmeldern oder*
- *32 Punkten eines Mehrpunktwärmemelder oder*
 - *einem linienförmigen Melder, oder*
 - *einem linearen Wärmemelder, oder*
 - *einem Ansaugrauchmelder*

mit den diesen Meldern zugeordneten Funktionen oder

b) ein Meldebereich mit max. 10 Handfeuermeldern mit den diesen Meldern zugeordneten Funktionen

oder

c) eine mit diesem Übertragungsweg zugeordnete Funktionsgruppe³² ausfallen.

Letzteres bezieht sich auf automatische Ansteuerungen der Brandmeldeanlage wie die Alarmierung eines Alarmierungsbereiches oder vorhandene Brandfallsteuerungen. Die Einteilung entsprechender Alarmierungsbereiche erfolgt im Rahmen der Planung und kann von der Einteilung der Meldebereiche abweichen, da hier vor allem Flucht- und Rettungswege sowie Gefahrenpotenziale für Personen wichtig sind. Aber es gilt dennoch,

³¹ Vgl. (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 16

³² (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 25

dass ein Alarmierungsbereich sich nicht über mehrere Brandabschnitte erstrecken darf. Eine weitere Möglichkeit für eine Funktionsgruppe kann die Ansteuerung eines Löscheinreichs einer automatischen Löscheinrichtung sein.³³

Übertragung über Hochfrequenzverbindungen

Bei drahtlosen Übertragungsmöglichkeiten muss eine Abgrenzung der Übertragungswege anhand der Vergabe von unterschiedlichen Frequenzen erfolgen. Bei Frequenzen von unter einem GHz müssen diese einen Abstand von mindestens 10 MHz einhalten um im Sinne der Norm als getrennte Übertragungswege zu gelten. Bei höheren Frequenzen wird dieser Wert auf 100 MHz erhöht, um sicherzustellen, dass die Störungen auf einer Übertragungsfrequenz keine Auswirkungen auf die Übertragung in den benachbarten Frequenzen haben.³⁴ Darüber hinaus muss sichergestellt sein, dass die Kommunikation über diese Übertragungswege durch die dauerhaften bzw. zeitweise äußeren Einflüsse nicht unterbunden werden kann. Nach der Norm ist das System daher so zu dimensionieren, dass eine Reserve in der Dämpfung von 10 dB bei Frequenzen unter 10 MHz besteht. Wenn die Trägerfrequenz 10 MHz übersteigt, ist die nötige Reserve nach der folgenden Formel zu berechnen:³⁵

$$A_{Reserve} \geq 10 \log(f)$$

Die Norm gibt zusätzliche Maßnahmen vor, mit denen die Störanfälligkeit verringert und die Reserve dann entsprechend geringer veranschlagt werden kann. So kann beispielsweise das Sender-Empfängersystem die Trägerfrequenz variieren oder den Abstand der Antennen verringern, um die Übertragungsparameter so einzustellen, dass die Kommunikation besser funktioniert.

Zudem muss die Integrität der Kommunikation durch ein verwendetes Übertragungsprotokoll gesichert sein, damit der Verlust einer Meldung über den Kommunikationsweg ausgeschlossen ist. Die Verbindung muss garantieren, dass durch zu erwartende Störeinflüsse auch keine Auslösung von Stör- oder Alarmzuständen erfolgen kann.³⁶

„Die folgenden Störeinflüsse bei HF-Verbindung müssen abgedeckt sein;

³³ Vgl. (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 16

³⁴ Vgl. (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 25, 26

³⁵ Vgl. (Normenausschuss Feuerwehrwesen im DIN und DKE im DIN und VDE, 2008) Seite 10

³⁶ (Normenausschuss Feuerwehrwesen im DIN und DKE im DIN und VDE, 2008) Anhang B

a) *Funkbeeinträchtigungen aus der eigenen Anlage;*

b) *Funkbeeinträchtigungen von anderen Nutzern des Spektrums.*³⁷

Die Vorgaben aus den EMV-Richtlinien sind dabei zusätzlich zu beachten. Die Verbindungen sind auf ihre Resistenz gegen die beschriebenen Störfaktoren zu testen und das Ergebnis muss dokumentiert werden, um die Verlässlichkeit der Verbindungen nachweisen zu können. Jeder Bestandteil muss durch eigene Codes identifizierbar sein, damit es möglich ist, die Anlagen bzw. Bereiche voneinander zu trennen. Es muss ausgeschlossen werden, dass Komponenten mit anderen angrenzenden BMA kommunizieren können.³⁸

3.2.2.2 Sicherungsbereich

In welchen Gebäudebereichen die Überwachung durch eine Brandmeldeanlage vorgesehen wird, muss im Brandschutzkonzept definiert werden. Diese Entscheidung wird in der Regel mit den entsprechenden Behörden und der Planung auf Grundlage des Nutzungskonzepts für das Gebäude sowie späteren Betriebsvorschriften für die Gebäudesicherung getroffen. Dabei muss eine Zustimmung der Behörden im Hinblick auf die bestehenden Normen erfolgen, damit nach dem Aufbau eine Abnahme des Systems gewährleistet ist und das Gebäude wie vorgesehen genutzt werden kann. Die Gesamtheit der von der Brandmeldeanlage zu überwachenden Bereiche entspricht dann dem Sicherungsbereich. Die DIN VDE 0833-2 stellt die Anforderungen gemäß den möglichen Gefährdungen in einzelnen Bereichen. Es gilt, dass „[...] alle Räume, in denen sich gebäudefremde Personen oder Personen, die auf fremde Hilfe angewiesen sind, dauernd oder zeitweise aufhalten, sowie angrenzende Räume in die Überwachung einzubeziehen“³⁹ sind. Das heißt, für all diese Bereiche ist ein Vollschutz vorzusehen. Besteht keine Gefährdung von Personen, sondern eine Sachgefährdung, so müssen alle Bereiche überwacht werden, bei denen mehr als nur eine geringe Brandlast nach Norm vorhanden ist. Sofern 25 MJ auf keinem 1 m² Flächenstück überschritten werden, kann der Gebäudeabschnitt als Abschnitt mit geringer Brandlast betrachtet werden.

Die Festlegung, ob ein Bereich von der Brandmeldeanlage abgedeckt werden muss, erfolgt immer für einen kompletten Brandabschnitt. Das heißt, überwachte und nicht überwachte Bereiche müssen immer durch eine Brandabschnittsgrenze getrennt sein und in Folge durch feuerbeständige Bauteile getrennt sein bzw. dürfen keinen Feuerüberschlag

³⁷ (Normenausschuss Feuerwehrwesen im DIN und DKE im DIN und VDE, 2008) Seite 12

³⁸ Vgl. (Normenausschuss Feuerwehrwesen im DIN und DKE im DIN und VDE, 2008) Seite 12

³⁹ (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 18

zulassen. Darüber hinaus werden in der Norm noch eine Reihe von Bereichen vorgegeben, die grundsätzlich zu überwachen sind:⁴⁰

- *„Aufzugsmaschinenräume;*
- *Transport- und Transmissionsschächte;*
- *Kabelkanäle und -schächte, sofern sie begehbar oder mit Revisionsöffnungen ausgestattet sind;*
- *Aufstellungsräume für Klima-, Be- und Entlüftungsanlagen;*
- *Zu- und Abluftkanäle, sofern im Brandschutzkonzept ausdrücklich gefordert;*
- *Kanäle und Schächte für Material sowie Abfälle und deren Sammelbehälter;*
 - *Kammern und Einbauten jeder Art;*
 - *Zwischendecken- und Doppelbodenbereiche;*
- *Teilbereiche in Rumen, die durch näher als 0,5 m an die Decke reichende Regale oder sonstige Einrichtungen geschaffen werden.“⁴¹*

Dafür gibt es allerdings auch ein paar Ausnahmen, für die eine Überwachung bei geringer Brandlast entfallen kann:

- *„Sanitärräume, z.B. Wasch- und Toilettenräume, wenn in diesen keine brennbaren Vorräte oder Abfälle aufbewahrt werden, nicht jedoch gemeinsame Vorräume für Sanitärräume;*
- *Installationskanäle und -schächte, die für Personen nicht zugänglich und gegenüber anderen Berichten, wie einleitend abgetrennt sind*
- *Schutzräume, die nicht zu anderen Zwecken genutzt werden;*
 - *Laderampen im Freien;*

⁴⁰ Vgl. (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 18-20

⁴¹ (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 19

- *Räume die durch eine automatische Feuerlöschanlage mit der Meldung zu einer hilfeleitenden Stelle geschützt sind, es sei denn, die Brandmeldeanlage ist zur Ansteuerung einer Feuerlöschanlage oder aus sonstigen Gründen, u, B, Alarmierung von Personen, erforderlich;*
- *Sonstige kleine Bereiche, sofern wegen der Brandlast keine Bedenken bestehen, keine Personengefährdung vorliegt und keine Rauchausbreitung möglich ist.“⁴¹*

Der entscheidende Punkt ist jedoch immer die Brandlast, denn bei der Bestimmung müssen alle brennbaren Materialien im Bereich mitbetrachtet werden. Das heißt, sämtliche positionierten Komponenten mit notwendiger Verkabelung bzw. Leitungen oder Materialien zur Wandverkleidung usw. zählen zur vorhandenen Brandlast hinzu. Aber auch alle sich durch die Nutzung dauerhaft oder nur zeitweise am Ort befindlichen Materialien wie Mobiliar, lagernde Waren oder Abfälle sind zu berücksichtigen. Sollten also Bereiche aufgrund der geringen Brandlast ausgenommen werden, ist der Betreiber des entsprechenden Gebäudes dazu verpflichtet, sicherzustellen dass sich zu keiner Zeit zu viel brennbares Material in diesen Gebäudeabschnitten befindet. Ergänzend ist anzumerken, dass die Angabe von 25 MJ oder respektive 7 kWh sehr gering angesetzt ist und damit in solchen Bereichen fast ausschließlich nur nicht brennbare Stoffe gelagert oder verbaut werden dürfen. Andernfalls sollte bei der Planung eine Überwachung vorgesehen werden.

Aufgrund der besonderen Bedingungen bei Hohlräumböden und Zwischendecken gibt es für diese gesonderte Festlegungen. Diese dürfen bei einer geringen Brandlast von einer Überwachung ausgenommen werden, wenn sie zwei Bedingungen erfüllen. Als Erstes müssen alle Begrenzungen des Hohlraumes aus Baustoffen der Klasse A bzw. nicht brennbar sein. Bei der zweiten Anforderung ist zwischen Räumen und Gängen zu unterscheiden. Die Hohlräume oberhalb und unterhalb von Räumen müssen in maximal 20 m lange Abschnitte mit einer Fläche von nicht mehr als 100 m² unterteilt werden. Die entstandenen Unterteilungen müssen durch nicht brennbare Teile voneinander abgetrennt werden. Dabei dürfen innerhalb der eingeteilten Bereiche keine Höhensprünge vorkommen. Bei Fluren hingegen, die nicht mehr als 3 m breit sind, müssen die Decken- und Boden Hohlräume ungeachtet eines möglichen Höhenversatzes mindestens alle 20 m unterteilt sein. Für Systemböden, Doppelböden und Hohlräumestriche kann ungeachtet dieser Bestimmungen eine Überwachung entfallen, wenn der Boden an keiner Stelle höher als 20 cm ist und der Hohlraum nicht zur Belüftung verwendet wird.⁴²

⁴² Vgl. (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 18-20

3.2.2.3 Einteilung des Sicherungsbereichs

Auch zur Einteilung und Organisation des Sicherungsbereichs und der einzelnen Melder gibt es gewisse Vorgaben. Grundsätzlich werden die einzelnen Melder in Meldergruppen zusammengefasst. Das geschieht im Normalfall entsprechend der technischen Umsetzung über die Verkabelung der einzelnen Melder und damit nach den lokalen Begebenheiten. Der Sicherungsbereich wird, der Vorgabe der Norm folgend, in Meldebereiche unterteilt, denen die Meldergruppen zugeordnet werden. Dabei kann je nach Größe des Meldebereichs dieser auch mehrere Meldergruppen umfassen. Die Norm schreibt vor, dass die Organisation der Meldebereiche so vorgenommen wird, dass bei einer Meldung über die Meldebereiche schnell der Ort des Brandes ermittelt werden kann.⁴³ Auf diese Weise können brandbekämpfende Maßnahmen und die Rettung von Personen zielgerichteter durchgeführt werden. Das heißt die Meldebereiche müssen im Vorfeld sinnvoll anhand der Gebäudestruktur im Vorfeld festgelegt werden.

3.2.2.3.1 Brandmeldezentrale

Für den von einer Brandmeldezentrale überwachten Sicherungsbereich gibt es an sich keine Größenbeschränkung. Jedoch kommen immer schärfere Vorgaben zur Wahrung der Ausfallsicherheit hinzu. Die Grundforderung besteht darin, dass bei einer Störung des Systems nicht mehr als zusammen 12.000 m² große Meldebereiche oder mehr als 512 Melder betroffen sind. Bei Überschreitung dieser Größe kann der Sicherungsbereich auf mehrere Brandmeldezentralen aufgeteilt werden, um die Auswirkung einer Systemstörung auf einen kleineren Bereich zu beschränken. Sofern:

- *„[...] der Brandmeldezustand durch eine optische Alarmsammelanzeige und durch ein akustisches Signal an der BMZ angezeigt werden und*
- *die Systemstörung an einer ständig besetzten Stelle angezeigt werden und*
- *bei Brandalarm, sofern vorhanden, die Übertragungseinrichtung angesteuert werden können und*
- *der nach DIN EN 54-2:1997-12 und DIN EN 54-2/A1:2007-01, 13.7, b) in Funktion verbleibende Ausgang in die im Brandmelde-*

⁴³ Vgl. (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 20

*und Alarmierungskonzept festgelegte Funktion (z.B. Alarmierung) ansteuern[.]*⁴⁴

kann der überwachte Bereich bis zu 48.000 m² betragen, wenn auch eine ausreichende Ausfallsicherheit der Anzeigeeinrichtungen gegeben ist. Der im letzten Punkt angesprochene Ausgang beschreibt dabei den einen mindestens notwendigen Ausgang der Brandmeldezentrale, der zur automatischen Weiterleitung des Brandmeldezustands vorgesehen ist. Die Kernfunktion der Brandmeldeanlage muss also erhalten bleiben bzw. im Zweifelsfall zur Sicherheit ausgelöst werden, damit im Gefahrenfall immer eine Reaktion garantiert ist. Für die zusätzliche Ausfallsicherheit der Anzeigeeinrichtung bei einem Sicherungsbereich bis zu 48.000 m² muss eine redundante Anzeigevorrichtung vorgesehen werden. Diese kann zum einen eine zusätzliche Reserve sein oder zum anderen ein im System vorgesehenes Feuerwehr-Anzeigetableau bzw. eine Registriereinrichtung im Parallelbetrieb sein. Sollte der Sicherungsbereich allerdings noch größer sein, sind die Anzeige- und Signalverarbeitungseinrichtungen beide redundant auszuführen. Unter diesen Vorgaben kann der überwachte Bereich dann unbegrenzt ausgedehnt werden.⁴⁵

3.2.2.3.2 Meldebereiche

Die Einteilung in Meldebereiche erfolgt in der Planung und kann unterschiedlich vorgenommen werden. Allerdings müssen dabei ein paar Dinge beachtet werden bzw. sich mit der restlichen Brandschutzplanung des Gebäudes decken. Ein Meldebereich darf sich zum Beispiel nicht über mehrere Brandabschnitte erstrecken. Das heißt die Organisation der Meldebereiche muss mit der Planung der Brandabschnitte stimmig sein. Dadurch entstehen Schnittstellen sowohl zum anlagentechnischen als auch baulichen Brandschutz. Zudem darf der Überwachungsbereich einer Meldergruppe nicht mehr als 1600 m² betragen und dabei nur in Ausnahmefällen, wie bei Treppenhäusern und Schächten, über mehrere Geschosse verteilt sein. Auf diese Ausnahmen beziehen sich auch Räumlichkeiten, die sich aufgrund ihrer Struktur schon über mehrere Gebäudeebenen erstrecken. Wenn der Meldebereich mehr als einen in sich geschlossenen Raum abdecken soll, müssen dabei die folgenden Punkte beachtet werden:

„In einem Meldebereich dürfen mehrere Räume nur dann zusammengefasst werden, wenn

- *Die Räume benachbart sind, ihre Anzahl nicht größer als fünf ist und die Gesamtfläche der Räume 400 m² nicht übersteigt oder*

⁴⁴ (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 23

⁴⁵ Vgl. (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 23, 24

- *Die Räume benachbart sind, ihre Zugänge einfach überblickt werden können, die Gesamtfläche 1000 m² nicht übersteigt und in der Nähe der Zugänge gut wahrnehmbare optische Alarmanzeigen vorhanden sind, die den vom Brand betroffenen Raum kennzeichnen. Die optische Alarmanzeige muss, wenn baulich möglich, oberhalb der Zugangstüre an der Wand angebracht werden. Die Kennzeichnung muss nach DIN 14623 erfolgen oder*
- *Die Räume benachbart sind, die Gesamtfläche 1000 m² nicht übersteigt und der Alarmzustand der einzelnen Meder an der BMZ angezeigt wird.*⁴⁶

Der Meldebereich muss bei der Kombination mehrerer Räume also mit 400 m² und maximal 5 Räumen klein genug sein, dass Gefährdungen durch die Feuerwehr im Bereich schnell überprüft werden können. Wenn eine Sichtung durch die Komplexität des Bereichs zu lange dauern würde, muss es entweder vor Ort eine optische Anzeige, die die betroffenen Räume kennzeichnet oder eine Brandmeldezentrale, die den Auslösestatus jedes einzelnen Brandmelders anzeigen kann, geben. So wird gewährleistet, dass auch bei Einsätzen in sehr großen Gebäuden sich die Einsatzkräfte immer zielgerichtet zur Gefahrenstelle begeben können.⁴⁷

3.2.2.3.3 Meldergruppen

Bei der Zuordnung der unterschiedlichen Brandmelder, gibt die DIN VDE 0833-2 vor, dass manuell auslösbare Brandmelder und automatische Brandmelder nicht vermischt werden dürfen. Festgelegt wird darin ebenfalls, wie viele Betriebsmittel eine Meldergruppe enthalten darf. In einer einzelnen Gruppe dürfen maximal:

- *„10 Handfeuermelder oder*
- *32 punktförmige automatische Brandmelder oder*
- *32 Punkte eines Mehrpunktwärmemelders oder*
- *32 Detektionssegmente eines linearen Wärmemelders oder*

⁴⁶ (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 24

⁴⁷ Vgl. (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 24

- *eine einzeln identifizierbare Ansaugleitung eines Ansaugrauchmelders*⁴⁶

zusammengefasst werden. Um die eindeutige Zuordnung einer ausgelösten Meldergruppe zu dem damit verbundenen Gefahrenbereich nicht zu beeinträchtigen, dürfen bestimmte Gebäudebereiche nicht zusammengefasst werden. So müssen Melder für Doppelböden und Zwischendecken immer getrennt von denen in den zugehörigen Räumen darunter bzw. darüber zugeordnet werden. Sofern die oben genannten Maximalanzahlen für eine einzelne Gruppe überschritten werden, sind dementsprechend auch mehrere Meldergruppen erforderlich. Auf die Trennung der Zwischenböden bzw. des Zwischendeckenbereichs kann verzichtet werden, sofern bei der Anzeige in der Brandmeldezentrale die Bereiche trotzdem gesondert aufgeschlüsselt werden können. Diese muss dann eindeutig anzeigen können, in welchem Hohlraum die Melder ausgelöst haben. Auch linienförmige Melder und Lüftungskanalmelder sind immer in jeweils eigenen Gruppen zu führen. Bei Treppenhäusern mit mehr als zwei Untergeschossen muss die Richtung für die Einsatzkräfte eindeutig sein. Daher ist für die darin angeordneten Handfeuermelder eine Trennung zwischen denen oberhalb und unterhalb des Feuerwehruzugs verpflichtend. Unter Berücksichtigung der oben angeführten Höchstanzahlen und der Auftrennung zur eindeutigen Zuordnung der Bereiche kann die Strukturierung der Meldergruppen geplant werden. Jede Gruppe muss allerdings eindeutig einem Meldebereich zuordenbar sein und darf somit nicht zwei Melder unterschiedlicher Bereiche umfassen.⁴⁸

3.2.2.4 Komponentenspezifische Anforderungen

3.2.2.4.1 Handfeuermelder

Die Vorgaben zur Positionierung von Handfeuermeldern entstammen der DIN VDE 0833-2 und geben vor, dass Handfeuermelder:

„gut sichtbar angebracht [sind]

frei zugänglich [sind]

im Bedarfsfall durch ein zusätzliches Hinweisschild, z.B. nach DIN 14623, gekennzeichnet [sind]

so angebracht [sind], dass diese mindestens 15 mm aus der umgebenden Fläche herausragen, es sei denn, es wird auf andere geeignete Art und Weise auf den Standort des Melders hingewiesen,

⁴⁸ (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022)
Seite 24, 25

ausreichend durch Tageslicht oder eine andere Lichtquelle beleuchtet [sind]; ist Sicherheitsbeleuchtung vorhanden, muss diese auch den Handfeuermelder beleuchten,

*in den Flucht- und Rettungswegen, zumindest an allen Ausgängen zu freien Verkehrsflächen, angeordnet werden.*⁴⁹

Handfeuermelder sollen also so positioniert sein, dass sie auf den ersten Blick erkannt werden und sich auch möglichst leicht beim Flüchten aus dem Gebäude betätigen lassen. Die DIN 14623 beschreibt dabei das Standardschild für die Kennzeichnung von nicht sichtbaren Brandmeldern und kann zur Verbesserung der Sichtbarkeit zusätzlich angebracht werden. Die Handfeuermelder müssen sich nach der Vorgabe außerdem auf einer leicht erreichbaren Höhe befinden und ausreichend beleuchtet sein, um die Sichtbarkeit in allen Szenarien zu gewährleisten. Von jedem Ort im Gebäude, in dem sich Personen im Gebäude aufhalten, darf die Entfernung zum nächsten Handfeuermelder nicht mehr als 50 Meter betragen, damit eine manuelle Auslösung zeitnah möglich ist.⁵⁰

Es muss ein zerbrechliches Element vorgesehen werden, dass bei Beschädigung entweder direkt den Alarm auslöst oder beschädigt werden muss, um den Alarm manuell auszulösen. So wird die Wahrscheinlichkeit für Falschalarme minimiert und es ist im Nachhinein immer genau ersichtlich, wenn ein manueller Feuermelder ausgelöst wurde. Sofern das Zerstören des zerbrechlichen Elementes nicht direkt zur Alarmauslösung führt, ist zur Rückversicherung für den Auslösenden die Auslösung des Betätigungselementes eindeutig zu signalisieren. Nach der Auslösung darf der Handfeuermelder nur mit Spezialwerkzeug in den Normalzustand zurücksetzbar sein.

3.2.2.4.2 Automatische Brandmelder

Für die Planung von automatischen Brandmeldern gilt generell:

„Automatische Brandmelder sind so anzubringen, dass die Brandkenngröße diese ungehindert erreichen kann.“⁵¹

Diese Vorgabe bildet die Grundregel bei der Positionierung von automatischen Brandmeldern und gibt dem Errichter vor alle örtlichen Begebenheiten mit ihren Auswirkungen auf die Brandkenngrößen zu berücksichtigen. Die Planung muss also über alle weiteren

⁴⁹ (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 26

⁵⁰ Vgl. (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 26

⁵¹ (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 27

Vorgaben hinaus gewährleisten, dass im Einzelfall jeder Brandmelder einen in seinem vorgesehenen Überwachungsbereich entstehenden Brand zuverlässig erkennen kann. Dafür ist zu betrachten, mit welcher Brandkenngroße in welchen Teilen des Sicherungsbereichs zu rechnen ist. Die Entstehung von Schwelbränden ist in vielen Bereichen wahrscheinlich, was Flammen- und Wärmemelder aufgrund der geringen Strahlungs- bzw. Wärmeentwicklung unbrauchbar macht. In diesem Fall ist konkret die Verwendung von Rauchmeldern gefordert. Diese sind zudem im Falle einer zu erwartenden Bedrohung von Personen durch Brandrauch verpflichtend vorzusehen. Ist die schnelle Entstehung einer offenen Flamme gegeben, ist auch die Verwendung von Brandmeldern mit Strahlung oder Wärme als Auslösekenngroße zulässig. Auch für die Verhinderung von Falschalarmen muss die vorhandene Umgebung und vor allem die Nutzung eines Bereiches berücksichtigt werden. Mit diesen Erkenntnissen soll die Auslösung des Brandmelders bei der vorgesehenen Raumnutzung ohne einen entstehenden Brand vermieden werden. Da die Zuverlässigkeit der Erkennung bestimmter Brandgrößen abhängig von der Entfernung des Detektors zur Brandquelle bei den verschiedenen Brandkenngroßen variiert, definiert die DIN VDE 0833-2 die Wirksamkeit der Melderarten nach der folgenden Tabelle:⁵²

Raumhöhe	Punktförmige Rauchmelder DIN EN 54-7	Linienförmige Rauchmelder DIN EN 54-12	Ansaug-Rauchmelder DIN EN 54-20 Klassen A, B und C	Punktförmige Wärmemelder DIN EN 54-5 Klassen A1, A2, B, C, D, E, F und G ^{a, b}	Linienförmige Wärmemelder DIN EN 54-22 Klassen A1 und A2	Punktförmige Flammenmelder DIN EN 54-10 Klassen 1, 2 und 3
bis 45 m						c
bis 20 m		d	nur Klasse A, d			c
bis 16 m			nur Klassen A und B			c
bis 12 m						
bis 9 m					nur Klasse A1	
bis 7,5 m				nur Klasse A1		
bis 6 m						
	nicht geeignet					
	abhängig von Nutzung und Umgebungsbedingungen geeignet (z. B. schnelle Brandentwicklung und Rauchausbreitung)					
	geeignet					

Tabelle 1: Eignung automatischer Brandmelder in Abhängigkeit der Raumhöhe⁵³

⁵² Vgl. (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 20

⁵³ (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 21

Besonders die Kenngröße Wärme verliert bei hohen Räumen sehr schnell ihre Wirkung. Die beim Brand entstehende Hitze verteilt sich so sehr im Raum, dass die beim Melder für die Auslösung notwendige Temperaturschwelle nicht oder zu spät überschritten wird. Aus diesem Grund sind punktförmige Flammenmelder nur bis zu einer Deckenhöhe von 7,5 m zugelassen. Obwohl dies für die meisten konventionellen Gebäude vollkommen ausreichend ist, muss vor allem bei Sälen und großen Hallen auf andere Melder zurückgegriffen werden. Punktförmige Rauchmelder können hingegen je nach Form des zu erwartenden Brandes und der örtlichen Begebenheiten bei Raumhöhen bis zu 16 m angewendet werden. Bei Flammenmeldern ist die Abhängigkeit vom Abstand zur Brandquelle wesentlich geringer. Daher sind diese auch bei Räumen von bis zu 45 m Höhe anwendbar. Hier muss allerdings beachtet werden, dass die Strahlung der Flamme von jedem Punkt im Raum einen Flammenmelder erreichen kann. Es muss demnach aufgrund des anderen Ausbreitungsmediums verstärkt auf die Sichtbereiche der Melder geachtet werden. Jegliche Hindernisse, die den Sichtbereich einschränken, können die rechtzeitige Detektion des Brandes verhindern. Somit muss vor allem auch im Betrieb des Gebäudes darauf geachtet werden, dass die Sichtlinie nicht durch große Objekte verstellt wird. Linienförmige Melder sind im Vergleich zur punktförmigen Version der Melderklasse für etwas höhere Raumhöhen zugelassen. Dies begründet sich in der höheren Zuverlässigkeit der Erkennung der Kenngröße aufgrund des linienförmig ausgedehnten Detektionspunktes. Auf diese Weise kann die Brandkenngröße trotz der Verteilung und Ausdünnung bei hohen Räumen besser detektiert werden, da die Messgröße über die Detektionslinie integriert wird. Dadurch kann der linienförmige Melder einen sehr geringen Anstieg der Kenngröße auf einem ausgedehnten Bereich als Brandfolge identifizieren. Ein punktförmiger Melder kann auf Grundlage des einen Messpunktes nicht unterscheiden, ob es sich bei der geringen Schwankung um einen Brand oder nur um eine lokale, kurzfristige Abweichung des Messwertes handelt.

Abgesehen von der generellen Eignung der Brandmelder sind die Unterschiede in der Zuverlässigkeit der Erkennung bei hohem Abstand von der Brandquelle auch in der Planung der Brandmeldeanlage zu beachten. So müssen die Anzahl und die Positionen der unterschiedlichen Melder so gewählt werden, dass der zu überwachende Raum zuverlässig abgedeckt ist. Grundsätzlich ist jeder Raum der gemäß Kapitel 3.2.2.2 zum Sicherheitsbereich gehört, von zumindest einem automatischen Brandmelder zu überwachen. Wie viele weitere Melder zur ausreichenden Abdeckung eines Raumes notwendig sind, ist dabei von mehreren unterschiedlichen Faktoren abhängig. Dabei spielen hauptsächlich die Raumgeometrie, die Raumgröße und die Raumhöhe eine Rolle und beeinflussen die verschiedenen Melderarten auf unterschiedliche Weise. Diese Einflüsse werden von der Norm in der folgenden Tabelle abgebildet und in eine konkrete Vorschrift überführt, die für

die verschiedenen Melder in Abhängigkeit der Kenngrößen einen maximalen Überwachungsbereich festlegt.⁵⁴

⁵⁴ Vgl. (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 27

Grundfläche des zu überwachenden Raumes	Art der automatischen Brandmelder	Raumhöhe ^b	Dachneigung α	
			bis 20°	über 20°
			A	A
bis 80 m ²	Punktförmige Rauchmelder (DIN EN 54-7)	bis 12 m	80 m ²	80 m ²
	Mehrfachsensormelder (DIN EN 54-29)			
	Ansaugrauchmelder (DIN EN 54-20, Klassen A,B und C ^a)			
über 80 m ²	Punktförmige Rauchmelder (DIN EN 54-7)	bis 6 m	60 m ²	90 m ²
	Mehrfachsensormelder (DIN EN 54-29)	über 6 m bis 12 m	80 m ²	110 m ²
	Ansaugrauchmelder (DIN EN 54-20, Klassen A,B und C ^a)			
	Punktförmige Rauchmelder (DIN EN 54-7)	über 12 m bis 16 m	120 m ²	150 m ²
	Mehrfachsensormelder (DIN EN 54-29)			
	Ansaugrauchmelder (DIN EN 54-20, Klassen A und B ^a)			
	bis 30 m ²	Punktförmige Wärmemelder (DIN EN 54-5, Klassen A1, A2, B, C, D, E, F, und G ^c)	bis 6 m	30 m ²
Mehrpunktförmige Wärmemelder (DIN EN 54-22, Klassen A1 ^{d,f} und A2)				
Punktförmige Wärmemelder (DIN EN 54-5, Klassen A1 ^c)		bis 7,5 m		
Mehrpunktförmige Wärmemelder (DIN EN 54-22, Klasse A1 ^{d,f})				
über 30 m ²	Punktförmige Wärmemelder (DIN EN 54-5, Klassen A1, A2, B, C, D, E, F, und G ^c)	bis 6 m	20 m ²	40 m ²
	Mehrpunktförmige Wärmemelder (DIN EN 54-22, Klassen A1 ^{d,f} und A2)			
	Punktförmige Wärmemelder (DIN EN 54-5, Klasse A1 ^c)	bis 7,5 m		
	Mehrpunktförmige Wärmemelder (DIN EN 54-22, Klasse A1 ^{d,f})			
<p>A Maximaler Überwachungsbereich je Melder.</p> <p> Abhängig von Nutzung und Umgebungsbedingungen (z. B. schnelle Brandentwicklung und Rauchausbreitung).</p> <p>α Winkel, den die Dach und Deckenneigung mit der Horizontalen bildet; hat ein Dach oder eine Decke verschiedene Neigungen, z. B. bei Sheds, zählt die kleinste vorkommende Neigung.</p> <p>^a Je Ansaugöffnung.</p> <p>^b Bei Dächern mit einem Neigungswinkel wird die Raumhöhe am höchsten Punkt des Raumes berücksichtigt.</p> <p>^c Auch Melder mit einem Klassenindex R oder S.</p> <p>^d Je Punkt eines Mehrpunktwärmemelders.</p> <p>^e Siehe Tabelle 1; die maximale Überwachungsfläche ist objektspezifisch festzulegen.</p> <p>^f Siehe auch 6.2.7.12.</p>				

Tabelle 2: Überwachungsbereiche von punktförmigen Meldern mit Rauch- und/oder Wärmesensoren sowie Ansaugrauchmeldern und mehrpunktförmigen Wärmemeldern⁵⁵

⁵⁵ (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022)
Seite 30

Bis zu einer Raumgröße von 80 m² und einer Raumhöhe von 12 m gilt für alle Rauchmelder (punktförmige Rauchmelder, Mehrfachsensormelder und Ansaugrauchmelder) ein möglicher Überwachungsbereich von maximal 80 m² unabhängig von der Neigung des Daches. Das heißt für solche Räume ist nur ein einziger Melder bzw. eine Ansaugöffnung eines Ansaugrauchmelders notwendig. Bei größeren Räumen enthält die Vorschrift dann eine Abhängigkeit von der Raumhöhe und von der Dachneigung. Dabei erhöht eine Dachneigung von über 20 ° den Überwachungsbereich, da der Rauch aufsteigt und sich am höheren Punkt des Daches ansammelt und somit mehr gebündelt wird. Die Melder müssen allerdings auch im höchsten Deckenbereich angeordnet werden, um die Rauchentstehung im ganzen Raum zuverlässig zu erkennen. Auch in Abhängigkeit von der Raumhöhe vergrößert sich der erlaubte Überwachungsbereich, da sich der Rauch im Zuge des Aufsteigens immer mehr verteilt und so auch einen Brandmelder erreicht, der weiter entfernt liegt. Zudem ist die Gefährdung durch den entstandenen Brandrauch nicht so schnell gegeben, da der Raum im Bereich über der Kopfhöhe wesentlich mehr Volumen bietet, dass zunächst durch den Rauch ausgefüllt werden kann. Ab 16 m sind dann gemäß Tabelle 1 nur noch Ansaugrauchmelder zugelassen. Eine Festlegung des maximalen Überwachungsbereichs ist dann in der Planung unter Betrachtung der Eigenschaften des Objektes festzulegen.

Bei punktförmigen und mehrlpunktförmigen Wärmemeldern sind die Vorgaben jedoch wesentlich strenger. Die Verwendung eines einzigen Melders ist nur bei Räumen mit weniger als 30 m² erlaubt. Bei Räumen deren Fläche 30 m² übersteigt, dürfen Wärmemeldern bei einer Dachneigung von weniger als 20 ° nur 20 m² Fläche überwachen. Sofern die Dachneigung doch höher ist, lässt sich die mögliche Überwachungsfläche auf 20 m² verdoppeln. In allen Fällen ist die Vorgabe unabhängig von der Raumhöhe abgesehen von der Tatsache, dass nach Tabelle 1 ihr Einsatz generell nur bis 7,5 m möglich ist.

Für Räume, in denen die Deckenhöhe variiert bzw. die Rauchausbreitung an der Decke durch Hindernisse eingeschränkt ist, müssen die dadurch entstehenden Deckenteile als eigenen Decken betrachtet werden. Dies gilt nicht, wenn ein so entstandener Deckenteil 10 % der gesamten Deckenfläche nicht überschreitet und dabei auch kleiner ist als 60 % des maximalen Überwachungsbereichs eines punktförmigen Melders im Raum. Andernfalls sind für diese größeren Deckenfelder eigene Brandmelder auszuführen, um eine Detektion in diesen Bereichen zu ermöglichen.⁵²

Grundsätzlich müssen alle Räume des definierten Sicherheitsbereichs unabhängig ihrer Größe mit mindestens einem Melder versehen werden. Bei größeren Räumen sind dann entsprechend den vorangegangenen Vorgaben zum maximalen Sicherheitsbereich weitere Melder zu ergänzen, sodass dieser für keinen der Melder überschritten wird. Dabei gilt:

„Durch die Aufteilung sollten die den Meldern zugeordneten Überwachungsbereiche (Tabelle 2) so angeordnet werden, dass die größten Entfernungen der Melder, Sensorpunkte sowie Ansaugöffnungen) zu

beliebigen Deckenpunkten bei allen Meldern in Räumen und Gängen nahezu gleich sind.

Die größte Entfernung (horizontaler Abstand) zwischen einem punktförmigen automatischen Rauch- und Wärmemelder, Sensorpunkt sowie Ansaugöffnung und einem beliebigen Punkt der Decke wird als D_H -Maß bezeichnet.“

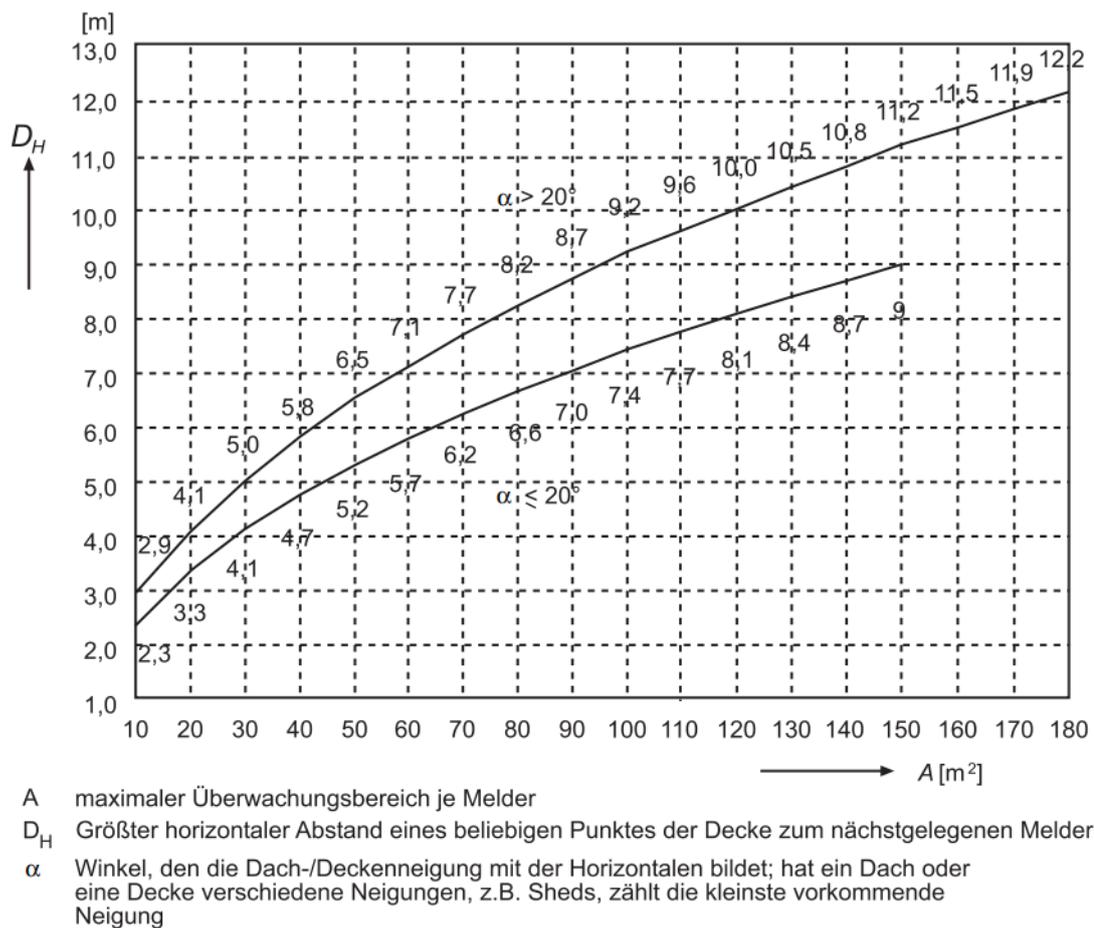


Abbildung 6: Horizontale Abstände für punktförmige Melder mit Rauchsensoren nach DIN EN 54-7, DIN EN 54-29 sowie Ansaugrauchmelder nach DIN EN 54-20⁵⁶

Die vorangegangene Grafik zeigt beispielhaft die Ermittlung des D_H -Wertes für Melder mit Rauch als Detektionskenngröße, der in Abhängigkeit mit dem maximalen Überwachungsbereich unter Berücksichtigung der Deckenneigung steht. Anhand Tabelle 2 beträgt der zulässige Überwachungsbereich für einen punktförmigen Rauchmelder bis zu einer

⁵⁶ (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 32

Deckenhöhe von 6 m bei ebener Decke 60 m². Der maximale horizontale Abstand zu jedem Deckenpunkt wäre für die Ausstattung dieses beispielhaften Raumes auf 5,7 m festgelegt.

Auf dieser Basis werden in der Planung der Brandmeldeanlage die benötigten Detektionspunkte definiert. Dabei gelten die in Kapitel 3.2.2.2 Sicherungsbereich beschriebenen Ausnahmen für Bereiche, die nicht überwacht werden müssen. Bei der Positionierung muss darauf geachtet werden, dass sämtliche Melder zugänglich sind. Für Test- bzw. Wartungszwecke aber auch die Erkundung der Feuerwehr muss ein ausreichender Zugang gewährleistet sein. Das bedeutet, dass besonders in Zwischenböden, Zwischendecken, Schächten und sonstigen nicht zugänglichen Hohlräumen Revisions- oder Zugangsöffnungen einzuplanen sind, sofern diese durch einen Melder überwacht werden. Im Falle von Revisionen muss die Öffnung mindestens ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 0,4 m umfassen, damit die Feuerwehr auch unter gegebenenfalls erschwerten Umständen den Melder erreichen kann. Bei der Zugangsöffnung muss dann mit einer Kennzeichnung gemäß DIN 14623 „Orientierungsschilder für automatische Brandmelder“ auf den verdeckt liegenden Melder hingewiesen werden.⁵⁷

Für Gangbereiche mit geringer Breite, welche mit einer maximalen Breite von 3 Metern definiert sind, ist die Platzierung der Melder gesondert angegeben. Hier kann ein Rauchmelder eine Ganglänge von 7,5 m in beide Richtungen überwachen. Damit können die Melder alle 15 m gesetzt werden. Allerdings ist auch an jeder Abzweigung und Ecke des Ganges auf jeden Fall ein Melder zu platzieren, damit durch den Verlauf des Ganges keine Verzögerung bei der Detektion entsteht.⁵⁸

Auch Unterzüge können die Rauch- bzw. Wärmeausbreitung an der Decke beeinflussen und damit verhindern, dass die Brandkenngroße den Melder erreicht. Daher müssen auch diese unter Umständen in der Positionierung der Brandmelder berücksichtigt werden. Alle Unterzüge, die niedriger als 0,2 m oder 3 % der Raumhöhe sind, müssen nicht einbezogen werden. Bei allen höheren Unterzügen gilt ähnlich wie bei höher gesetzten Deckenfeldern, dass die durch Unterteilung entstandenen Deckenfelder, die mehr als 60 % des maximalen Überwachungsbereichs des Melders groß sind, mit einem eigenen Melder ausgestattet werden müssen. Dabei ist es zulässig, dass der Melder seinen maximalen Überwachungsbereich mit bis zu 20 % überschreitet. Sofern das Deckenfeld noch größer ist, muss es gesondert als eigener Raum betrachtet werden und die Positionierung der Melder erfolgt nach den zuvor beschriebenen Regeln. Bei kleineren Unterteilungen, kann ein Melder mehrere Felder mit insgesamt dem 1,2-fachen seines maximalen

⁵⁷ Vgl. (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 27

⁵⁸ (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 37

Überwachungsbereichs überwachen. Auch hier gelten die vorher angeführten Regeln zum D_H -Wert, der allerdings gemäß der zwanzigprozentigen Vergrößerung des Überwachungsbereichs angepasst wird. Diese Bestimmungen gelten allerdings nur für Unterzüge bis zu einer Höhe von 0,8 m, ab der dann dennoch jedes Deckenfeld von einem eigenen Melder überwacht werden muss. Die Zeit zur Füllung des Deckenfeldes mit Rauch und damit die Ausbreitung auf angrenzende Felder ist ansonsten aufgrund des aufgespannten Volumens zu lang, um eine zeitnahe Auslösung des Melders zu gewährleisten. Für den Fall, dass die Unterzüge Abstandshalter besitzen, werden diese nicht berücksichtigt, solange folgende Punkte erfüllt sind:

„Sind zwischen den Unterteilungen (z.B. Unterzügen) und der Decke Abstandshalter [...] mit

- einer Mindesthöhe von D [(zwischen Unterzug und Decke)] 0,25 m vorhanden und*
- weisen diese eine Höhe von mehr als 3 % der Raumhöhe auf und*
- ist die freie Fläche größer als 75 % der Gesamtfläche zwischen den Unterteilungen und der Decke*

brauchen die Unterteilungen, gleich welcher Höhe nicht berücksichtigt zu werden, sofern die Abstandshalter nicht ihrerseits Unterteilungen der Decke [...] bilden.“

In diesem Fall sind die Öffnungen oberhalb der Unterzüge so groß, dass die Ausbreitung der Brandkenngroße nicht behindert wird und das Verhalten ähnlich dem einer flachen Decke ist.

Durch die Wärmeentwicklung beim Brand und des daraus folgenden aufsteigenden Rauches sind die Detektionspunkte automatischer Brandmelder grundsätzlich am höchsten Punkt der Decke anzuordnen. Allerdings ergibt sich bei Decken unter Dachflächen die Begebenheit, dass sich durch Sonneneinstrahlung oder Wärmeansammlungen ein so genanntes Wärmepolster bildet. Die Luft unter der Decke erhitzt sich dabei, sodass die Temperatur immer weiter ansteigt umso näher man der Decke kommt. Der aufsteigende Rauch trifft dadurch noch vor der Decke auf eine Barriere, da die darüberliegende Luft eine höhere Temperatur und damit eine geringere Dichte besitzt als die durch den Brand aufgeheizte Luft, da während des Aufstiegs gleichzeitig eine Abkühlung stattfindet. Der Rauch sammelt sich dadurch nicht an der Decke sondern an der Temperaturgrenze. Dieser Effekt wird durch eine Neigung des Daches noch verstärkt, da sich die aufgeheizte Luftmenge am höchsten Punkt des Daches sammelt. In einem solchen Fall wird daher eine Abstandsmontage des Melders erforderlich, damit dieser ausreichend früh auslösen

kann. Ein ähnlicher Effekt entsteht bei der Beheizung von Räumen, wodurch die Anforderungen für den Abstand der Melder sowohl für Dach- als auch für Deckenflächen gelten.

Raumhöhe R_H	Dachneigung α	
	bis 20°	über 20°
	Abstand D_L	Abstand D_L
bis 6 m	bis 0,25 m	0,2 m bis 0,5 m
über 6 m bis 12 m	bis 0,4 m	0,35 m bis 1,0 m
über 12 m bis 16 m ^a	0,25 m bis 0,6 m	0,5 m bis 1,2 m
über 16 m bis 20 m ^b	0,5 m bis 0,9 m	1 m bis 1,5 m

D_L Abstand der Melder-/bzw. Sockelmontagefläche oder der Ansaugöffnung zur Decke bzw. zum Dach.

α Winkel, den die Dach-/Deckenneigung mit der horizontalen bildet; hat ein Dach oder eine Decke verschiedene Neigungen, z. B. bei Sheds, zählt die kleinste vorkommende Neigung.

 Abhängig von Nutzung und Umgebungsbedingungen, z. B. schnelle Brandentwicklung und Rauch-Ausbreitung (bei Nachweis der Wirksamkeit siehe Tabelle 1)

^a Nur für Melder mit Rauch- Sensoren sowie Ansaugrauchmelder der Klasse A und B zulässig.

^b Nur für Ansaugrauchmelder der Klasse A zulässig.

Tabelle 3: Abstand von Rauchmeldern mit Sensorpunkten zu Decken und Dächern⁵⁹

Die Tabelle 3 aus der DIN VDE 0833-2 legt die Minimal- und Maximalwerte für den Deckenabstand fest. Dieser wird in der Übersicht als D_L in Abhängigkeit von der Raumhöhe und der Neigung angegeben. Hier wird wieder analog zu den vorherigen Richtlinien die Gruppierung der Decken nach ihrer Neigung in kleiner bzw. größer als 20° Neigungswinkel vorgenommen. Bei einem kleinen Neigungswinkel ist gemäß der Normvorgabe zumeist kein Mindestabstand notwendig, da bis zu einer Raumhöhe von 12 m nur der maximale vertikale Abstand zu beachten ist. Damit können die Melder in den meisten Fällen direkt an die Decke montiert werden. Bei einer größeren Neigung muss der Melder hingegen mindestens 20 cm tiefer montiert werden. Auf eine Abstandsmontage kann zwar verzichtet werden, wenn der Melder einfach an einem entsprechend niedrigeren Deckenpunkt montiert wird, allerdings wird eine Unterkonstruktion notwendig, da für Melder grundsätzlich eine horizontale Montage vorgeschrieben ist. Für Decken mit einem Neigungswinkel unterhalb 20° gilt hingegen die Ausnahme, dass diese ohne zusätzliche Maßnahmen direkt an der Decke mit entsprechender Schiefelage montiert werden können. Zusätzlich zum Abstand von der Decke muss ein Bereich von 0,5 cm horizontal sowie vertikal um den Melder freigehalten werden. Das heißt zunächst, dass Melder nicht direkt bei Wänden und Unterzügen montiert werden können. Der Abstand von 0,5 m zu diesen

⁵⁹ (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022)
Seite 38

Bauteilen muss unbedingt eingehalten werden, sofern die Größe des zu überwachenden Raumes es zulässt. Auch bei Deckeninstallationen ist diese Mindestentfernung zu berücksichtigen, wenn diese näher als 25 cm an die Decke heranreichen und sich so der Rauch nicht leicht darüber ausbreiten kann. Dasselbe gilt bei allen Gegenständen, die im Zuge der Raumnutzung ein Hindernis für die Rauchausbreitung darstellen könnten. Hierbei ist zumeist der vertikale Mindestabstand relevant. Es ist darauf zu achten, dass Brandmelder nicht über z. B. Regalen platziert sind, die näher an den Melder heranreichen. Bei punktförmigen Meldern wird dies aufgrund der notwendigen Erreichbarkeit für Wartung und Feuerwehr zwar meistens schon mitberücksichtigt, allerdings gilt die Regelung generell für alle die Sensorpunkte der unterschiedlichen Melderarten. Damit sind auch die Ansaugöffnungen von Ansaugrauchmeldern, sowie die Sensorpunkte von Linearmeldern, die keinen Zugang benötigen, mit betroffen.⁶⁰

⁶⁰ (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022)
Seite 37-38

4 Strukturmerkmale historischer Gebäude

Im Verlauf der Geschichte hat sich die Architektur sehr stark verändert. Die Baustile und Merkmale der Gebäude haben sich mit der Zeit immer wieder gewandelt. Dennoch sind historische Gebäude gut von Bauwerken der Moderne zu unterscheiden. Grund dafür ist, dass sich die Entwicklung der Architektur im Verlauf des letzten Jahrhunderts besonders stark fortgesetzt hat. Es wurden in dieser Zeit entscheidende neue Baustoffe wie Beton und Glas erschlossen und die Anforderungen an Gebäude sind anders als vor 100 Jahren. So sind Neubauten heute meist wesentlich platzeffizienter geplant, da die voranschreitende Urbanisierung die gut angeschlossenen Bauflächen immer teurer werden lässt. Beispielsweise beträgt der Durchschnittspreis für Bauland im Jahr 1962 8,34 € je Quadratmeter. Zwischen dem Jahr 1962 bis zum Jahr 2022 ist dieser auf 215,95 € angestiegen.⁶¹ Daher gibt es Merkmale, die sich vom heutigen Baustil abgrenzen und sehr oft in historischen Gebäuden aller Epochen wiederfinden lassen und die Herausforderungen bei der technischen Sanierung als zentrale Punkte mitbestimmen. Im folgenden Kapitel werden die architektonischen Merkmale der Epochen aufgezeigt, um die Schlüsselmerkmale für die weiterführende Betrachtung zu ermitteln.

4.1 Romanik (1000 bis 1250 n. Chr.)

Bis auf wenige Ausnahmen beginnen die ersten heute noch erhaltenen Gebäude mit der Zeit der Romanik. Bekannte Beispiele sind dafür der Mainzer Dom, die Benediktinerabteikirche Maria Laach in Gleys und Teile des ursprünglichen Stephansdoms in Wien. *„Davon sind heute noch die beiden Türme der Portalfassade, die ‚Heidentürme‘, und das ‚Riesentor‘ erhalten.“*⁶² Die Architekturepoche orientiert sich sehr stark an der römischen Architektur und hat ihren geistigen Ursprung in der Zeit nach dem Zerfall des römischen Reiches.⁶³ Infolgedessen übernimmt die Architektur die halbkreisförmigen Rundbögen sowie die Gewölbe nach dem römischen Vorbild.⁶⁴ Dazu kommen Säulen mit einem sehr ausfallenden, meist verzierten, oberen Abschluss. Durch die runden und geschwungenen Formen entstehen im Innenraum viele Kuppeln. Die meisten der heute noch erhaltenen Gebäude sind aufwendig verziert und in den Dimensionen besonders groß, da sie als

⁶¹ (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2022), Statistik Bauland nach Baulandarten 2021

⁶² (Antiquarium Kunsthandel, 2023)

⁶³ Vgl. (Imrek, 2014) Seite 54

⁶⁴ Vgl. (Pöppelmann, 2010) Seite 34

Machtsymbole der Herrschenden, zumeist Könige oder hohe Amtsträger der Kirche, errichtet wurden. Anhand der Anzahl der Verzierungen und dem statischen Aufwand zur Errichtung beeindruckend großer Hallen und Räumlichkeiten lässt sich nachvollziehen, wie die damaligen Bauherren versuchten sich gegenseitig zu übertrumpfen. Dies wird auch im folgenden Grundriss Abbildung 7 deutlich. Bei der Konstruktion wurde im Hauptgebäude eine einzige große Halle ausgebildet, die fast die gesamte Grundfläche umfasst. Mit der Höhe des Mittelschiffs von 28 m ergibt sich ein gewaltiger Innenraum, der das Herzstück des Gebäudes bildet.⁶⁵ Darüber hinaus wurden die Wände und Decken häufig mit Fresken und farblicher Ornamentik ausgeschmückt, um den Status als Machtsymbol zu verstärken.⁶⁶ Oftmals ist dies mit Mosaiken auch bis zu den Bodenflächen ausgeführt, die dementsprechend zu den historisch wertvollen Oberflächen hinzukommen. Diese Ausgestaltung ist ein tragendes Merkmal für historische Gebäude. Auch wenn sich die Art der Verzierung über die Epochen gewandelt hat, findet sich diese kunstvolle Ausführung über fast die gesamte Historie wieder.

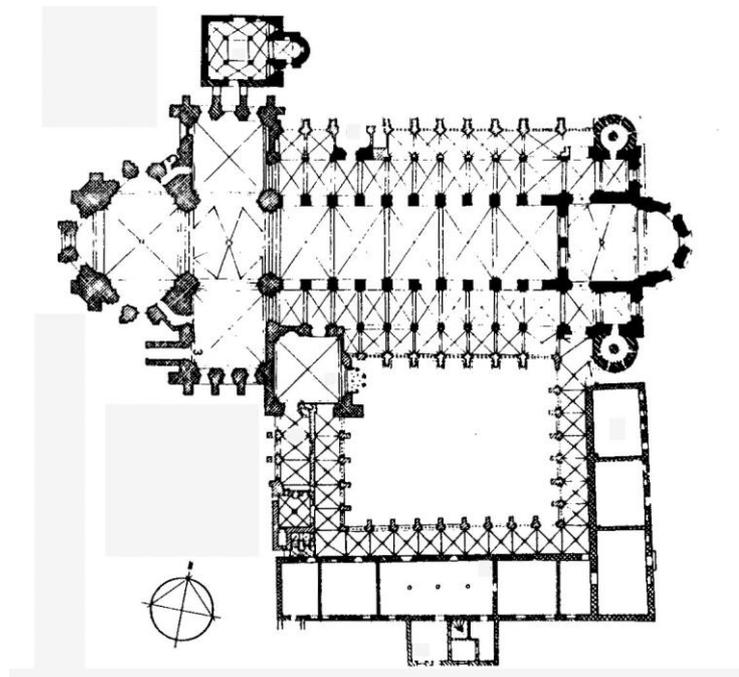


Abbildung 7: Grundriss des Mainzer Doms (Quelle: Dombaumeister e. V.)

Des Weiteren zeichnet sich die Epoche durch den Aufbau als ein additives System aus. Das heißt die Bauwerke bestehen zumeist aus mehreren zusammengesetzten Teilen mit einfacher geometrischer Struktur. Der Sinn hinter diesem Aufbau war die einfachere Erweiterbarkeit durch Angliederung neuer Gebäudeteile, die dann nach demselben Prinzip in das Gebäude mit eingegliedert wurden.⁶⁶ In den Bauwerken dieser Epoche finden sich

⁶⁵ (Arens, 2012) Seite 41

⁶⁶ Vgl. (Imrek, 2014) Seite 54

auch sehr häufig Turmbauten wieder, die in die Gebäudestruktur integriert oder freistehend mit dem Gebäude errichtet wurden.⁶⁷

4.2 Gotik (1140 bis 1530 n. Chr.)

Die erste Auffälligkeit beim Vergleich der Gotik zur Romanik ist die schmale Bauweise. Obwohl die Gebäude im Verlauf der Zeit noch höher geworden sind, besteht dieser entscheidende Unterschied in den dünneren Wandstrukturen. Um die statische Stabilität dennoch zu gewährleisten besitzen gotische Gebäude einen gitter- bzw. skelettartigen Aufbau mit dickeren Säulen und horizontalen Stützelementen. Die dazwischen liegenden Wände sind eher filigran oder mit großen Glasfenstern versehen. Die farbige Wandgestaltung der Romanik wird ersetzt durch bunte Glassegmente, die häufig zu Motiven geformt werden. Mittels dieser Glassegmente wurde versucht in den großen Räumlichkeiten einen möglichst hohen Lichteinfall zu erzeugen. Das zweite Merkmal der gotischen Architektur sind die Spitzbögen, die sich in den Gewölben, Fenstern und auch den Portalen wiederfinden. Diese heben sich deutlich von den vorherigen Rundbögen ab und sorgen dafür, dass die Räume und Kuppeln noch höher werden. Spätestens seit der Gotik sind Kuppeln ein generelles Merkmal für historische Gebäude. Diese tauchen egal in welchem Entstehungszeitraum immer wieder auf. Sie bilden ein eindeutiges Strukturmerkmal, das bei moderneren Bauwerken immer seltener geworden ist. Besonders bei der Gotik sind allerdings die Kreuzrippengewölbe. Über die Kombination mehrerer Spitzbögen, die die Traglast an die Säulen abgeben, werden einzelne Kuppeln gebildet. Diese bilden mehrfach aneinandergereiht sehr große Gewölbedecken.⁶⁸ Durch den Entzug der tragenden Funktion von den Wänden, werden die großen Portale und Fenster ermöglicht. Es wird aber auch möglich die Fassade auszulösen und daran komplexe kunstvolle Strukturen zu bilden. Auf diese Weise werden die gotischen Bauten sowohl innen als auch außen ausgeschmückt und sie dienen als ein gutes Erkennungsmerkmal.⁶⁹ Bekannte Gebäude aus der Zeit der Gotik sind der Kölner Dom und das Rathaus in Münster.

⁶⁷ Vgl. (Görgens, 2006) Seite 52-53

⁶⁸ Vgl. (Schlaginweit & Forstner, 2003) Seite 104-105

⁶⁹ Vgl. (Imrek, 2014) Seite 57-58



Abbildung 8: Rathaus in Münster (Münsterland e.V.)

4.3 Renaissance (1420 bis 1610 n. Chr.)

Die darauffolgende Renaissance ist geprägt vom Wunsch der Wiederbelebung des Vorbilds der Antike. Rückblickend wurde die Zeit vor der Renaissance als dunkle Epoche gesehen und aus dieser sollte eine Befreiung zurück zu der von Vernunft und Erkenntnis geprägten Gesellschaft der Antike stattfinden. Dementsprechend entfallen die Elemente wie Spitzbögen und aufgelöste Fassaden und weichen den aus der Antike wiederkehrenden Stilmitteln. Die Antike nimmt in der Renaissance so eine hohe Stellung ein, dass alte noch erhaltene Aufzeichnungen gesammelt, restauriert und studiert werden, um den damaligen Wissensstand zurückzugewinnen.⁷⁰

Diese Aufzeichnungen und die damalige Einstellung nehmen großen Einfluss auf die architektonische Gestaltung der Gebäude. Im Vergleich zur Gotik werden die Strukturen stark vereinfacht. Die Grundrisse richten sich nach einfachen geometrischen Formen und die Fassaden werden deutlich flacher. Ein Augenmerk liegt dabei auf der Symmetrie entlang der vertikalen Achse. Die einfach strukturierte Fassade wird dafür von Säulen und Doppelsäulen, genannt Doppelpilaster, geschmückt. Mit den häufig aufwendig ausgestalteten Gesimsen und Friesen sind diese Fassaden dennoch deutlich komplexer als es in der heutigen Bauweise der Falls ist.⁷¹

Bei der Gestaltung mit einfachen geometrischen Formen gewinnt der Kreis die größte Bedeutung.⁷¹ Dadurch kommen die Halbkreisbögen der Romanik wieder zurück ins Repertoire der Architekten und lösen die Spitzbögen ab. Zudem werden die für die Antike typischen Rundsäulen wieder sehr häufig eingesetzt. Die Ausführung des grundlegenden

⁷⁰ Vgl. (Hubertus, 2010) Seite 56

⁷¹ Vgl. (Imrek, 2014) Seite 59

Aufbaus von Kirchen in dieser Zeit ändert sich außerdem komplett. Statt des modularen Aufbaus aus Langhaus und Querschiff folgt nun die Ausführung als Zentralkuppel-Basilika.⁷² Ein gutes Beispiel dafür ist der in der Renaissance geplante ursprüngliche Aufbau des Petersdoms.

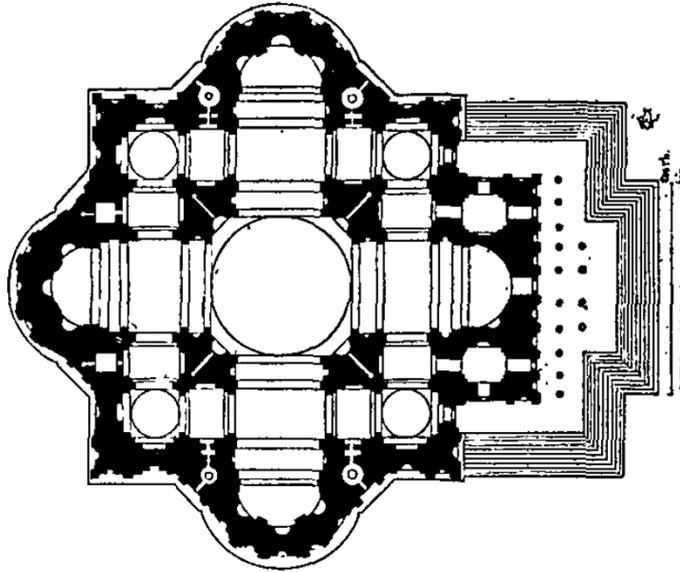


Abbildung 9: Grundriss des ursprünglichen Petersdoms, Vatikan (Tourist in Rom)

Man erkennt deutlich die rechteckige Grundform mit den Halbkreisförmigen Erweiterungen des Grundrisses. Der Bau trägt eine große im Zentrum liegende Kuppel. Ein ähnlicher Aufbau findet sich in dem antiken Bau der Hagia Sophia wieder und zeigt damit ein Beispiel für die Wiederbelebenscharakteristik der Renaissance.

Trotz des starken Umschwungs beim Epochenübergang wurde die Verwendung von Fresken und die Malerei zur Verzierung der Innenräume beibehalten. Gemeinsam mit den komplexen Gesimsen und Friesen finden sich damit auch hier wieder aufwendig hergestellte Innen- und Außenflächen. Auch wenn diese sich in ihrer Art und Ausgestaltung im Laufe der Zeit verändert haben.

4.4 Barock (1570 bis 1770 n. Chr.)

Der geschichtliche Hintergrund des Barocks liegt in der Entstehung der protestantischen Kirche als Reformation aus dem katholischen Glauben. Aufgrund dieses Hintergrunds versuchte die Katholische Kirche ihre Anhänger wieder für das katholische Glaubensbild zu begeistern, weswegen zahlreiche Gegenreformen durchgeführt wurden. Diese sollten den Katholizismus fortschrittlicher machen, ohne dabei das generelle Glaubensbild zu verändern, wie es im Protestantismus der Fall war. Diese Intention lässt sich in der Architektur

⁷² Vgl. (Serresse, 2011) Seite 60

ablesen, da die einfachen Formen der Renaissance in verzerrte Formen aufgebrochen wurden. Mit der übertriebenen Verwendung von architektonischen Elementen schuf man beeindruckende Formen als weltliche und geistige Machtdemonstration, die eben jene Begeisterung für den katholischen Glauben wecken sollte.^{73,74}

Dafür versuchten die Architekten neue Formen des Raumes zu schaffen und noch größere bzw. größer wirkende Räume zu erzeugen. Dafür wurden Kuppeln noch größer gebaut und im Gebäude noch höher platziert, um pompöse Gewölbe zu schaffen. Dabei wurden bewusst Deckenmalereien räumlich gestaltet, sodass der Raum für den Betrachter noch größer wirkte. Deckengemälde wurden im großen Stil in den Bauwerken verwendet. Sie waren beliebt, da durch sie der Effekt der Raumerweiterung eintrat.⁷⁵

Eine weitere Intention war die Erzeugung neuer Raumformen, sodass nun auch ovale Kuppeln verwendet wurden. Man verwendete hauptsächlich gebogene Außenwände, die nach innen und außen geschwungen wurden, um einzigartige Formen zu erschaffen. Dadurch entstanden sehr komplexe Gebäudestrukturen, die den übertriebenen Charakter des Barocks aufgriffen. Dasselbe war bei den Gesimsen der Fall. Auch hier wurden immer wieder geschwungene Linien verwendet und die Verzierung mit Ornamenten nahm noch größere Ausmaße an. Hierfür wurde sehr häufig Stuck verwendet. Damit ist die plastische Gestaltung von mörtelähnlichen Materialien gemeint, die in Innenräumen und an den Fassaden von Barockbauten sehr oft anzutreffen ist. Ein eindeutiges Stilelement sind dabei die schneckenförmigen Verzierungen, genannt Voluten, die entweder an den architektonischen Bögen oder als Ornamente in der Gestaltung auftauchen.⁷⁵

Geblichen sind im Barock die monumentalen Säulen, die weiterhin an der Fassade und in den Innenräumen zum Einsatz kommen. Diese tragen dann häufig auch die großen geschwungenen Bögen, die sich über ihnen aufspannen. Bekannte Gebäude der Barockzeit sind zum Beispiel der Zwinger oder die Frauenkirche in Dresden.

4.5 Klassizismus (1780 bis 1850 n. Chr.)

Mit dem Klassizismus beginnt eine Zeit des Umschwungs.

„Man wollte sich von der Verklammerung des pompösen Barocks lösen.“⁷⁶

Die prunkvollen und verspielten Elemente des Barocks geraten mehr und mehr in Verruf. Die bürgerliche Gesellschaft erhielt deutlich mehr die Möglichkeit eigene kunstvolle

⁷³ Vgl. (Wilkinson, 2013) Seite 25

⁷⁴ Vgl. (Imrek, 2014) Seite 60

⁷⁵ Vgl. (Wilkinson, 2013) Seite 26

⁷⁶ (Dolgner, 1991) Seite 8

Gebäude zu errichten und damit Einfluss auf die Architektur zu nehmen, was vorher hauptsächlich der Kirche und dem Staat vorbehalten war. Private Bauherren wollten sich nun bewusst von den vorherigen Baustilen abgrenzen. Die Geschwungenen Elemente des Barocks wurden dafür verworfen und durch definierte und gerade Formen ersetzt.⁷⁷ Die Entwicklung ging einher mit einer Menge neuer wissenschaftlicher und besonders physikalischer Erkenntnisse. Die Gebäude orientierten sich an einfachen dreidimensionalen Grundformen, wovon viele als Bauformen erst durch diesen neuen Wissensstand ermöglicht wurden. In dieser Zeit erlebte außerdem die Archäologie einen Durchbruch. Vor allem durch die bedeutende Funde aus der Antike wurde die Wissenschaft der Archäologie bekannt. Damit rückte wieder die antike Bauweise in den Vordergrund und es wurden zahlreiche Untersuchungen und Vermessungen durchgeführt. Die maßstabsgetreuen Zeichnungen der Strukturen ermöglichten ein noch tieferes Verständnis der damaligen Architektur. So wurden die Säulenordnungen der Antike nicht nur stilistisch im Klassizismus nachgeahmt, sondern tatsächlich auch statisch als tragende Elemente vorgesehen.⁷⁸ Statt der kunstvollen Verzierungen an der Fassade der barocken Gebäude konzentrierte man sich nun eher auf große und zentrale Reliefs an den Außenwänden. Diese zeigten häufig Motive die sich an den römisch-griechischen Vorbildern orientierten. In den Innenräumen liegt gemäß Klingens in seiner Ausführung zum Klassizismus die Erstellung „*illusionistischer Deckenfresken [...] im Rahmen zeitgenössischer Konventionen*“⁷⁹ im Fokus. Von einer aufwendigen Gestaltung des Innenraums wurde also trotz allem nicht abgesehen. Weiterhin sind in diesen Bauwerken sehr wertvolle Oberflächen vorzufinden. Markante Architektur des Klassizismus findet man zum Beispiel in Berlin mit dem Brandenburger Tor und in Potsdam beim Schloss Charlottenhof.

4.6 Historismus (1850 bis 1900 n. Chr.)

Mit dem Historismus folgt eine Zeit, die die Strenge des Klassizismus abzulegen und sich wieder den Stilrichtungen zu widmen versucht, die für ausgefallene Verzierungen bekannt waren.

„Die Architekten sehen ihre Aufgabe darin, die alten Stile (die Stile vor dem Klassizismus) wieder zu beleben.“⁸⁰

Das Ziel in dieser Zeit war also die Nachahmung der alten Stilepochen, um zu ihrer Zeit die kunstvolle Seite der Architektur nicht zu verlieren. Die Industrialisierung nimmt zu

⁷⁷ Vgl. (Imrek, 2014) Seite 64

⁷⁸ Vgl. (Wilkinson, 2013) Seite 52-53

⁷⁹ (Kingen, 1999) Seite 26

⁸⁰ (Interior Design Berlin City West, 2022)

dieser Zeit einen enormen Einfluss auf alle Bereiche der Gesellschaft. Auch in der Architektur ist ihr Einfluss daher nicht zu leugnen. Aufgrund der wachsenden Bevölkerung gibt es einen schnell wachsenden Bedarf an Räumlichkeiten, wodurch in vielen Fällen sehr einfache Gebäude entstehen. Von diesem Stil wollen sich die Architekten bei besonderen Gebäuden abgrenzen und ziehen dafür die Stilelemente der unterschiedlichsten Epochen zu Hilfe, um beeindruckend geschmückte Gebäude zu schaffen. Diese müssen mit den Anforderungen der aktuellen Zeit vereint werden, da eine weitreichende technische Weiterentwicklung stattgefunden hat. So stellen sich neue Anforderungen bei z. B. Fabriken, Bahnhöfen oder Warenhäusern und teilweise muss in der Ausstattung eine Beleuchtung vorgesehen werden. Für die Umsetzung standen mit Beton und Stahl neue Materialien zur Verfügung, womit sich die verfügbaren Baustoffe den heutigen Voraussetzungen annähern.⁸¹

Bei der Wiederbelebung der alten ausgeschmückten Stilrichtungen wurde nicht nur eine spezielle Stilrichtung herangezogen, sondern bei unterschiedlichen Gebäuden kamen zur gleichen Zeit unterschiedliche Stile zur Anwendung. Das Wiederaufleben der Gotik, genannt Neogotik, fand hauptsächlich beim Bau von Kirchen statt, da der Stil aufgrund seines geschichtlichen Hintergrunds als typisch für die christliche Kirche galt. Aber auch bei zentralen bürgerlichen Institutionen wie Rathäusern kam der Stil zum Einsatz. Die Neoromanik hingegen war vor allem in Deutschland präsent. Deren Einfluss prägte hier die errichteten öffentlichen Gebäude sowie Burgen oder Schlösser wie das Schloss Neuschwanstein. Im Gegensatz zu den christlichen Verbindungen der Gotik ist die Renaissance für die kulturelle Entwicklung zu ihrer Zeit bekannt. Daher sind viele kulturelle Projekte während des Historismus im Stil der Neorenaissance entstanden. Die Verwendung der jeweiligen Merkmale wurde also zur sinnbildlichen Verdeutlichung des kulturellen Wertes eingesetzt. Nach einem ähnlichen Prinzip wurde der Neobarock als passende Stilrichtung für Regierungs- und Staatsgebäude ausgewählt. Die absolutistisch geprägte Zeit des Barocks ist für die gewünschte Ausstrahlung sehr treffend. Die pompösen Dekorationen und luxuriösen Verzierungen wurden als die richtigen empfunden, um ein erhabenes und machterfülltes Gebäude darzustellen.⁸²

Zusammenfassend ist der Historismus also eine Zeit der vielfältigen Anwendung der architektonischen Stile der geschichtlichen Epochen. Dabei wurde für ein Bauprojekt ein existierender Stil nachgeahmt, oder wie in den späteren Jahren der Epoche, mehrere Epochen in einem Entwurf kombiniert. Für die Betrachtung bringt der Historismus also keine weiteren architektonischen Merkmale mit sich, sondern zeigt hauptsächlich, dass sich die architektonischen Besonderheiten im Lauf der Geschichte häufig wiederholen.

⁸¹ Vgl. (Interior Design Berlin City West, 2022)

⁸² Vgl. (Frisch, 2022)

4.7 Übergreifende Merkmale historischer Gebäude

Die vorangestellten Kapitel beschreiben die geschichtliche Entwicklung der Architektur bis in die Zeit vor Ausbruch des ersten Weltkriegs. Ab dieser Zeit veränderte sich die Bauweise in Richtung der heutigen und wurde dieser damit schnell sehr ähnlich. So lassen sich auch die heute aktuellen sicherheitstechnischen Strukturen leichter übertragen. Die Gebäude aus den in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Zeiträumen sind von ihrer Beschaffenheit jedoch so unterschiedlich, dass diese Prinzipien nur schwer anwendbar sind. Auch wenn sich die Architektur mit den einzelnen Epochen deutlich gewandelt hat, gibt es zentrale Merkmale, die erhalten worden sind bzw. immer wieder auftauchen. Aus diesen Eigenschaften resultieren jene zentralen Herausforderungen, die es bei der Sanierung kulturell wertvoller und denkmalgeschützter Gebäude zu beachten und zu bewältigen gilt.

Gewölbte Decken

Eines dieser Merkmale sind die gewölbten Deckenformen. Dieses Merkmal ist in jeder der beschriebenen Epochen in irgendeiner Form zu finden. Zu Beginn werden in der Antike und der Romanik die halbkreisförmigen Bögen als Deckenkonstruktion eingesetzt und später von den Spitzbögen in der Gotischen Bauweise abgelöst. Mit der Renaissance geht die Entwicklung wieder hin zu den Bögen, wie sie in der Romanik verwendet wurden. Ähnlich verlaufen die folgenden Epochen. Trotz mancher kleinen Veränderungen sind die gewölbten Decken ein eindeutiges Merkmal für die alle Gebäude dieser Zeit. Das liegt in erster Linie daran, dass sich die Wölbungen aufgrund ihrer statischen Vorteile auch als durchgängiges stilistisches Mittel etabliert haben. Durch die bogenförmige Struktur wird die Traglast über den Verlauf zur Seite hin abgeleitet. So lassen sich auch ohne moderne Materialien die Decken weiter aufspannen, ohne dass im Zwischenraum ein tragendes Element, wie eine Wand oder Säule benötigt wird. Mit einer horizontalen Decke hätte man es nicht geschafft für die damaligen Repräsentationsbauten ausreichend große Räume zu bauen, was heute mit Hilfe von Stahl und Beton möglich ist. So sind die Bögen unabdinglich und werden, wie sich durch die Anpassung innerhalb der Epochen z. B. bei den Spitzbögen der Gotik oder den verzierten Ausläufern der Bögen zeigt, zum ästhetischen Mittel. Somit entstehen immer besondere Deckenformen, die auch technisch berücksichtigt werden müssen und in der heutigen Architektur wesentlich seltener vorkommen. Außerdem bilden die aufgespannten Bögen mehrere Unterteilungen der Decke, die die Raumstruktur zusätzlich komplexer machen.

Kuppeln und Deckenfelder

Diese Eigenschaft ist sehr eng mit der gebogenen Deckenstruktur verknüpft. Mit dem Aufbau des tragenden Systems in der oben beschriebenen gewölbten Art entstehen im dreidimensionalen Raum automatisch Kuppeln bzw. Deckenfelder. Ein markantes Beispiel ist

dafür der skelettartige Aufbau, der besonders offensichtlich in der gotischen Bauweise zum Vorschein kommt.



Abbildung 10: Chordecke Kirche St. Sebald, Nürnberg (Frank W. Rudolph)

Aus dem Beispiel lässt sich gut erkennen, wie Decken häufig aufgebaut wurden. Um mit der Bogenform eine Decke zu konstruieren, gibt es entweder die Möglichkeit den Bogen um 360° zu rotieren und damit eine Kuppel zu bilden oder die Bögen hintereinander zu reihen, um einen länglichen Raum zu erzeugen. Die maximale Größe des Raumes ist hierbei stark von der Stabilität des verwendeten Materials abhängig. Da die Architekten mit den damaligen Möglichkeiten schnell an ihre Grenzen stießen, wurden diese einzelnen Grundelemente aneinandergereiht und an den Belastungspunkten mit Säulen abgefangen. In Abbildung 10 ist deutlich erkennbar, dass die Gesamtdecke aus einzelnen Kuppeln zusammengesetzt ist und so getrennte Deckenfelder entstehen. Diese Begebenheiten der unterteilten Raumstruktur sind in der technischen Betrachtung bei der Ausstattung entscheidend, wie sich in Kapitel 3.2.2.4.2 gezeigt hat. Die Bautechniken und die Materialien mit der Zeit besser geworden, was dazu beitrug, dass einzelne Elemente größer ausgeführt werden konnten. Dennoch sind diese Unterteilungen im Großteil der Gebäude des Betrachtungszeitraums zu finden, da horizontale Decken immer noch sehr eingeschränkt umsetzbar waren. Zudem findet man die Kuppeln in der einen oder anderen Form in allen Gebäuden wieder. Das liegt entweder an den erwähnten statischen Eigenschaften oder daran, dass sie besonders im Barock aber auch in den anderen Epochen aus ästhetischen Gründen als beeindruckendes, zentrales Element verwendet wurden. Auch hier besteht also ein Schlüsselmerkmal, dass technisch zu berücksichtigen ist.

Verwinkelte oder geschwungene Räume

Einige der architektonischen Stile vereinen eine bewusst kunstvolle Raumgestaltung im Hinblick auf den Gebäudegrundriss. Am stärksten lässt sich dieses Merkmal wieder im Barock vorfinden. Hier werden die stilistischen Möglichkeiten in übertriebener Weise ausgeschöpft. Durch die geschwungenen Wand- und Fassadenführungen entstehen ungewöhnliche Raumformen, wie sie heutzutage kaum mehr zum Einsatz kommen. Doch auch das ansonsten häufig vorkommende Design aus geometrischen Grundformen, schafft für die heutige Zeit ungewöhnliche Strukturen. Die einfachen Grundelemente werden so verwendet, dass kunstvolle Gebilde mit Symmetrien und speziellen Formen entstehen. Im Gegensatz dazu müssen aktuelle Entwürfe viel effizienter mit dem vorhandenen Platz wirtschaften und stellen damit die Ästhetik in den Hintergrund. Moderne Architekten arbeiten zwar daran beide Interessen miteinander zu vereinen, doch es entstehen unter dieser Prämisse Ergebnisse, die sich klar von der damaligen Bauweise unterscheiden. In dem betrachteten Zeitraum waren hingegen wie zuvor schon angesprochen die statischen Möglichkeiten wesentlich begrenzter. Somit musste viel mehr die Umsetzbarkeit der gewünschten Räumlichkeiten berücksichtigt werden. Aus diesem Grund waren deutlich mehr Unterteilungen oder Stützkonstruktionen notwendig. Die Ausführung der Gebäude war, wie beispielhaft bei der gotischen Skelettbauweise, auf bestimmte Techniken begrenzt, die dementsprechend besondere Charakteristika mit sich bringen. Im Allgemeinen sind die räumlichen Strukturen von Gebäuden aus dem Betrachtungszeitraum wesentlich verwinkelter und komplexer als die Ergebnisse heutiger Neubauten.

Säulen

Die Verwendung von Säulen ist in jeder der zuvor beschriebenen Epochen vorgekommen. In unterschiedlichen Formen waren sie immer wieder Teil des architektonischen Repertoires und zeigen sich häufig als ein zentrales stilbildendes Element. Die Säulen waren im betrachteten Zeitraum von zentraler Bedeutung. Sie sind aus ästhetischen Gründen immer wieder in den Mittelpunkt gerückt, da sie als einprägsamer Bestandteil der griechisch-römischen Architektur in der Romanik, der Renaissance und auch im Historismus mehrmals wieder zurückgebracht wurden. Zur Nachahmung alter Architekturformen wurden sie daher teilweise exzessiv in Gebäuden angewendet. Dabei waren sowohl freistehende Säulen im Raum, in Wand und eingegliedert in der Fassade Teil der architektonischen Gestaltung. Die freistehende Variante ist dabei vor allem als Unterteilung des Raums zu berücksichtigen, wohingegen die integrierten Säulen die Fassade unterteilen und komplexer werden lassen. Auch die Epochen, die sich vom Vorbild der Antike eher abgewandt hatten, sind nicht ohne den Einsatz von Säulen ausgekommen. So waren auch Säulen notwendig, um die Struktur der Skelettbauweise zu tragen. Durch das Auslösen der Fassaden in der Gotik, musste die Traglast vom gesamten Mauerwerk auf einzelne Stützelemente verlagert werden. Es liegt nahe, dass die Säulen der Antike auch schon aus

statischen Gründen verwendet wurden, da sie die beste Methode bildeten große Gebäude mit den damaligen Mitteln stabil aufzubauen. Dies änderte sich erst mit der Verwendung von Stahl und Beton als Bausubstanz ab der Moderne.

Brennbare Materialien und veraltete und abgenutzte Bausubstanz

Die Materialien wie Holz, Stein und Mauerwerk sind heutzutage auch die Grundlage für komplexe, tragfähige Gebilde und dadurch die wichtigsten statischen Werkzeuge zum Aufbau der Gebäudehülle. Da die Bauweise mit stahlbewährtem Beton erst um 1850 entdeckt wurde, war ihr Einsatz bei Bauprojekten im Betrachtungszeitraum erst gegen Ende möglich.⁸³ Es war häufig notwendig in der Tragkonstruktion für ein Gebäude besonders in der horizontalen Ebene Holz als Material mitzuverwenden. Nur Holz konnte damals mit der ausreichenden Flexibilität bearbeitet werden, um diese komplexen Konstruktionen zu schaffen. Zum einen lässt es sich sehr leicht bearbeiten und zum anderen kann man die Holzteile sehr einfach miteinander statisch verbinden. So bestanden häufig Dächer bzw. Dachstühle zu einem sehr großen Teil aus Holz, da sich dieses in Form von langen Balken sehr gut für diesen Einsatz eignete. Oftmals war es auch nicht anders möglich die Gewichtsübertragung auf die im vorherigen Abschnitt angesprochenen tragenden statischen Elemente zu ermöglichen. Allerdings birgt das Material mit einer vergleichbar geringen Festigkeit und der leichten Brennbarkeit ein hohes Risiko, das bei einer Sanierung dringend zu beachten ist. Im Normalfall kann die bestehende Holzkonstruktion aufgrund ihrer Funktion als Tragkonstruktion nicht ausgetauscht oder erneuert werden und muss daher auf andere Weise geschützt werden, da es ansonsten im Brandfall zu einem schnellen Zusammenbruch der Stützkonstruktion und somit Einsturz des Gebäudes kommen kann.

Der Zustand des verwendeten Baumaterials in Abhängigkeit zum Alter des Gebäudes ist generell ein zentrales Merkmal. Da alle Gebäude des Betrachtungszeitraumes mindestens 100 Jahre alt sind, gibt es in jedem von ihnen Materialien mit einem ähnlich hohen Alter, das aus bestimmten Gründen nicht getauscht werden kann. Das kann an der tragenden Funktion, den denkmalgeschützten Oberflächen oder einer unzureichenden Erreichbarkeit liegen. Über einen langen Zeitraum nutzen sich selbst feste Materialien wie Stein abhängig von den Begebenheiten ab und verändern während dieses Prozesses ihre Eigenschaften. Sie müssen also Bestandteil der sicherheitstechnischen Risikobeurteilung sein, damit ausreichende Maßnahmen vorgesehen werden, um eine ausreichende Sicherheit zu gewährleisten.

⁸³ Vgl. (Heinze GmbH; NL Berlin; BauNetz, 2022)

Historisch wertvolle Oberflächen

Eine der größten Herausforderung für die technische Sanierung von historischen Gebäuden bilden die aufwendig gestalteten Oberflächen. Diese unterscheiden sich zwar im Verlauf der Epochen teilweise sehr deutlich, jedoch bilden sie aus technischer Sicht eine Problemstellung, die sich in allen Gebäuden aus dem Betrachtungszeitraum wiederfindet. Im Barock tritt sie in Form der detaillierten und übertriebenen Verzierungen und im Klassizismus als die oft verwendeten Reliefs auf. Auch Fresken sind, wie sich in den vorherigen Kapiteln herausgestellt hat, in jeder Epoche anzutreffen. Aufgrund ihres historischen Wertes und ihrer aufwendigen, komplexen Gestaltung sind diese Oberflächen im Regelfall denkmalgeschützte Oberflächen, die dementsprechend bei der Sanierung nicht beschädigt werden dürfen. Allerdings steigen mit der Sanierung sowohl die allgemein technischen als auch die sicherheitstechnischen Anforderungen an das Gebäude. Es müssen neue Maßnahmen umgesetzt werden, die zu Teilen für die Aufrechterhaltung des vorschriftsgemäßen Gebäudebetriebs unabdingbar sind. Dafür wird jedoch eine ausreichende technische Infrastruktur notwendig, die in das Gebäude integriert werden muss. Über die heute konventionellen Methoden ist dies aber teilweise unmöglich. Beispielsweise wenn sich denkmalgeschützte Oberflächen am Gebäude häufen und eine Einbringung von Verkabelungen ohne Beschädigung nicht möglich ist, weil sich eine Restaurierung aufgrund der gestalterischen Komplexität als sehr schwierig erweist. Bei den Gebäuden im Betrachtungszeitraum treten diese Oberflächen jedoch durchgängig in verschiedenen Ausprägungen auf. Besonders zu beachten ist dabei, dass sämtliche Oberflächen davon betroffen sein können. Es sind also nicht nur Wände gestaltet, sondern auch Decken in Form von Deckenfresken oder Fassaden durch Säulen, Verzierungen etc. oder auch Böden durch besondere Muster oder Mosaik.

Raumhöhe und Raumgröße

Besonders die heute noch erhaltenen Gebäude der damaligen Zeit zeichnen sich durch besonders hohe und große Räume aus. Diese wurden in den meisten Fällen als Prunkbauten der Kirche oder des Staates errichtet. Besonders ausgeprägt war dies wie in Kapitel 4.4 erörtert zur Zeit des Barocks als es das zentrale Ziel war überwältigend große Räume zu errichten. Aber auch in den anderen behandelten Epochen sollte mit den gewaltigen Gebäuden Macht bzw. Wissen demonstriert werden. Es wurde nicht so platzeffizient wie heute gebaut, sodass Räume generell wesentlich höher sein konnten. Größere Räume sind zwar auch in der heutigen Architektur nichts ungewöhnliches, bieten aber doch in Kombination mit Säulen, Unterteilungen und besonderen Raumformen völlig andere Bedingungen. Daher muss auch darauf ein Augenmerk gelegt werden, wie Räume in dieser Größe unter den veränderten modernen Bedingungen ausgestattet werden können.

Nutzung als öffentliche Gebäude

Aufgrund ihrer Geschichte werden erhaltene historische Gebäude zumeist für die öffentliche Nutzung bzw. dementsprechend auch als Arbeitsstätten genutzt. Die Untersuchung der Nutzung der Palais in Wien durch Imrek ergab:

„Bis auf wenige Ausnahmen, bei denen aufgrund baulicher Tätigkeiten eine Feststellung nicht möglich war, ist in allen Palais der tertiäre Sektor vorrangig“⁸⁴

Zu den Tertiärfunktionen zählen hauptsächlich Arbeitsstätten wie z. B. Banken, Immobilienbüros, Rechtsanwälte und Ärzte sowie von politischen Vertretern genutzte Gebäude wie Ministerien und Botschaften. Einige der Palais werden aber auch für Gewerbe also Einzelhandel, Textilgewerbe und Dienstleistungsbetriebe genutzt.⁸⁵

Aber besonders noch größere und zentrale kulturelle Gebäude werden aufgrund ihrer Geschichte und ihrer Bedeutung meistens in irgendeiner Form öffentlich genutzt. So sind viele davon schon seit jeher als Museen errichtet worden oder aufgrund ihrer kulturellen Bedeutung später als solche eingerichtet worden. Andere Gebäude wie Schlösser und Herrschaftssitze wurden touristisch erschlossen, da sie mit der politischen Veränderung ihren ursprünglichen Nutzen verloren hatten. Alte Regierungsgebäude sind mit den Veränderungen in der Politik nun auch öffentlich zugänglich geworden, um Transparenz über die Debatten zu schaffen. Zudem gibt es aus dieser Zeit eine Vielzahl von erhaltenen Kirchen die entsprechend immer noch im Besitz der Kirche sind und damit auch ihren Nutzen beibehalten haben. Auch dies ist eine heutige Eigenschaft, die vor allem sicherheitstechnisch von zentraler Bedeutung ist, da die Gebäude für die Öffentlichkeit zugänglich sind und dementsprechend strengere Maßnahmen vorgeschrieben werden, um das Gebäude sowie die Personen darin zu schützen.

⁸⁴ (Imrek, 2014) Seite 152

⁸⁵ Vgl. (Imrek, 2014) Seite 136-140

5 Technische Neuerungen der Brandmeldetechnik

In diesem Kapitel werden die Neuentwicklungen der Brandmeldetechnik vorgestellt und auf ihren Einfluss im Hinblick auf die Anwendung bei der technischen Sanierung historischer Gebäude hin untersucht. Gemeinsam mit den in Kapitel 4 und 3 erarbeiteten Grundlagen können die Auswirkungen beim Einsatz unter den besonderen Bedingungen in historischen Gebäuden bewertet werden.

5.1 Linienförmige Melder

Diese Bezeichnung beschreibt Brandmelder, deren Sensorbereich auf eine gerade Strecke ausgedehnt wurde. Diese Kategorie der Melder gibt es in sehr vielen unterschiedlichen Ausführungen. Je nach der überwachten Brandkenngroße bzw. der verschiedenen Sensortechniken, können sich die Funktionsprinzipien sehr stark voneinander unterscheiden. Die verbreitetste Form ist der linienförmige Rauchmelder, bei dem der Rauch mithilfe einer Laserschranke detektiert wird. Dieses optische Signal wird von einem Sender durch den Raum geschickt und an einem Empfänger wird das Signal wieder aufgenommen.

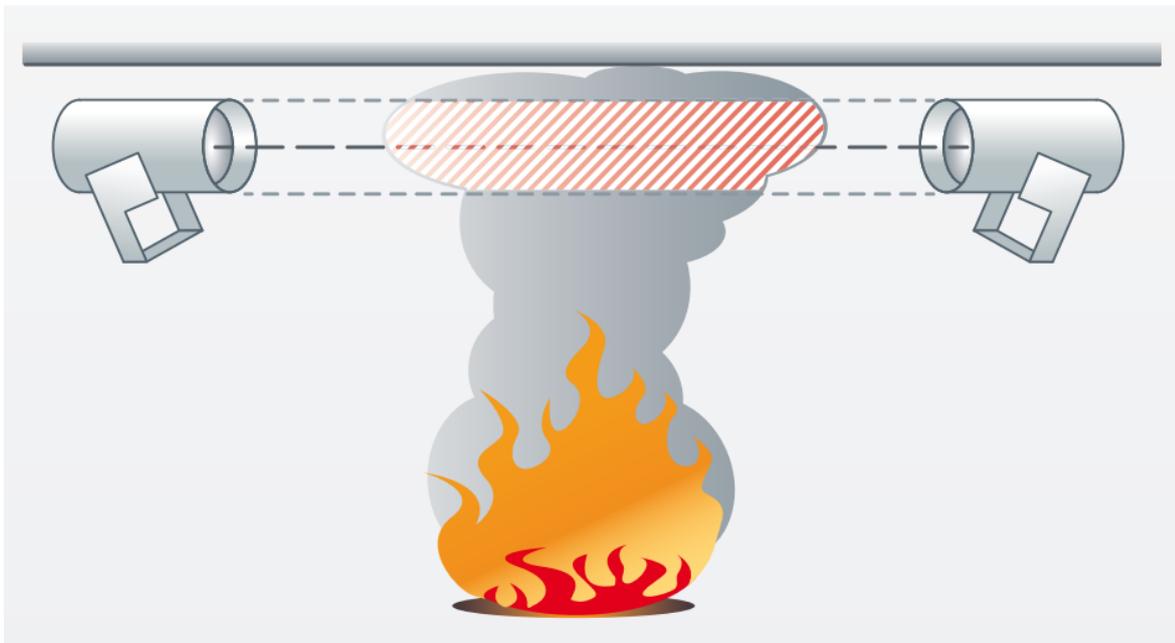


Abbildung 11: Funktionsprinzip linienförmige Rauchmelder (Quelle: Schraner Rosin)

Der absorbierte Lichtstrahl wird am Empfänger ausgewertet. Dabei werden die vorhandenen Frequenzanteile des Lichts analysiert. Kommt es zu einer Rauchentwicklung, die den

Weg des Lichtstrahls erreicht, werden je nach Rauchfärbung bestimmte Frequenzanteile absorbiert oder reflektiert. Es kommt also nicht der komplette Frequenzbereich des Strahls beim Empfänger an. Der Empfänger detektiert die fehlenden Lichtanteile und kann auf diese Weise im Ernstfall einen Brandalarm auslösen. Die überwachte Strecke kann außerdem noch durch einen oder mehrere Reflektoren erweitert werden. Auf diese Weise kann man den geradlinigen Überwachungsbereich anpassen. Dies ist jedoch nur in bestimmten Fällen praktikabel, da dadurch die Fehleranfälligkeit stark steigt. Grund dafür ist, dass es zu einer Auslösung führt, wenn das Licht den Empfänger gar nicht oder nur teilweise erreicht. Jeder Reflektor ist demnach eine zusätzliche Fehlerquelle, die bei Falsch- ausrichtung oder anderen Problemen dazu führen kann, dass das Licht nicht auf die Sensorfläche des Empfängers trifft. Sehr häufig kommt dieses Prinzip allerdings bei Rauchmeldern zur Anwendung, die die Sender- und Empfängereinheit in einem Betriebsmittel vereinen.

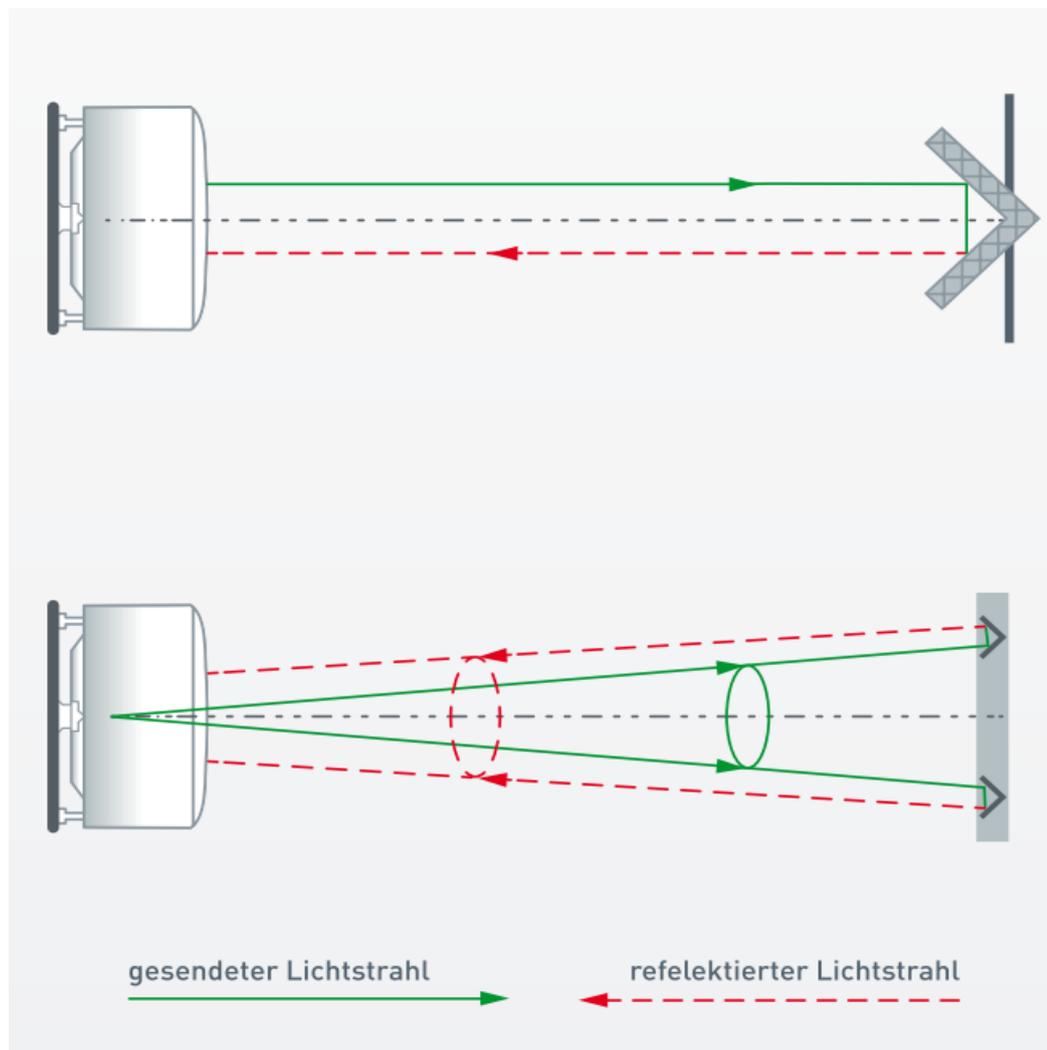


Abbildung 12: Funktionsprinzip kombinierter linearer Rauchmelder (Quelle: Schraner Rosin)

Dabei wird der Reflektor verwendet, um den Lichtstrahl auf der Empfängerseite in Richtung des Senders zurückzuwerfen. Damit kann der Empfänger in der Sendeeinheit integriert sein. Dazu ist nur eine Spannungsversorgung notwendig, da bei getrennter Ausführung sowohl der Sender als auch der Empfänger eine Betriebsspannung brauchen.^{86,87}

Linienförmige Melder gibt es außerdem in der Ausführung als Wärmemelder. Dabei gibt es drei Möglichkeiten der Detektion von Wärmeveränderungen entlang der Sensorstrecke. Diese sind die elektrische Überwachung über Leitungswiderstände, pneumatische Erkennung über Druck in einer Rohrleitung oder die optische Detektion über Fasersysteme. Im Gegensatz zu linearen Rauchmeldern ist eine Erkennung also nur über unterschiedliche Sensorleitungen möglich. Daher können diese hauptsächlich für die Überwachung von Zwischenräumen, Schächten und anderen nicht zugänglichen Bereichen genutzt werden.⁸⁷

5.1.1 Spezifische Vorschriften zur Projektierung

Zur Verwendung von linearen Rauchmeldern sind in der DIN VDE 0833-2 gesonderte Vorgaben aufgenommen worden, die zum Hauptteil in der folgenden Tabelle definiert sind.

⁸⁶ Vgl. (Rosin & Claus, 2017) Seite 18-22

⁸⁷ Vgl. (Heinze GmbH, NL Berlin, BauNetz, 2022)

Raumhöhe R_H	D_H	A	Dachneigung α	
			bis 20°	über 20°
			Abstand D_L	Abstand D_L
bis 6 m	6 m	1200 m ²	0,3 bis 0,5 m	0,3 bis 0,5 m
über 6 m bis 12 m	6,5 m	1300 m ²	0,4 m bis 0,7 m	0,4 m bis 0,9 m
über 12 m bis 16 m ^a	7 m	1400 m ²	0,6 m bis 0,9 m	0,8 m bis 1,2 m
über 16 m bis 20 m ^b	7,5 m	1500 m ²	0,8 m bis 1,1 m	1,2 m bis 1,5 m

D_H Größter zulässiger horizontaler Abstand irgendeines Punktes der Decke zum nächstgelegenen Strahl.

A Maximaler Überwachungsbereich je Melder als doppeltes Produkt des größten zulässigen horizontalen Abstandes D_H mit dem höchstzulässigen Abstand zwischen Sender und Empfänger bzw. Sender-/Empfängereinheit und Reflektor.

D_L Abstand des Melders zur Decke bzw. zum Dache.

α Winkel, den die Dach-/Deckenneigung mit der Horizontalen bildet; hat ein Dache oder eine Decke verschiedene Neigungen z. B. Sheds, zählt die kleinste vorkommende Neigung.

 Abhängig von Nutzung und Umgebungsbedingungen (z. B. schnelle Brandentwicklung und Rauchausbreitung)

^a Bei einer Raumhöhe über 12 m wird empfohlen, eine zweite Überwachungsebene vorzusehen. Melder der unteren Überwachungsebene sollten versetzt zu den Meldern der oberen Ebene angebracht werden.

^b Zulässig bei Nachweis der Wirksamkeit der Detektion.

Tabelle 4: Abswände und Überwachungsbereiche von linienförmigen Rauchmeldern⁸⁸

Im Wesentlichen besagt die Norm, dass bei der Projektierung linienförmiger Rauchmelder die Werte für den maximalen horizontalen Abstand eines Deckenpunktes zum nächsten Sensorstrahl, der maximale Überwachungsbereich je Melder und der Montageabstand des Melders von der Decke nach Tabelle 4 eingehalten werden müssen. Dabei fällt zunächst auf, dass sich die maximalen Überwachungsbereiche, gegenüber denen der punktförmigen Melder um mindestens eine Zehnerpotenz unterscheiden. Das folgt daraus, dass nach der Norm jeder Punkt entlang der Sensorlinie als ein punktförmiger Rauchmelder betrachtet wird. Auf diese Weise kann über einen linienförmigen Melder ein sehr großer länglicher Bereich zuverlässig überwacht werden. Das heißt aber auch, dass in einem Bereich von 0,5 m um den Lichtstrahl keine Hindernisse bestehen dürfen und demnach auch der Abstand zu den Wänden diesen Wert nicht unterschreiten darf. Es wird außerdem ergänzt, dass Wärmepolster an der überwachten Deckenfläche berücksichtigt werden müssen und dafür der vorgegebene Deckenabstand, unter Umständen, überschritten werden darf. Dies ist entscheidend, da die Anwendung von linienförmigen Rauchmeldern unter Dachflächen aus Glas häufig vorkommt. Aufgrund der geringen Dämmeigenschaften bildet sich unter diesen sehr leicht ein entsprechendes Wärmepolster, das ein Aufsteigen des Rauches verhindert.⁸⁹

⁸⁸ (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 41

⁸⁹ Vgl. (Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2022) Seite 40

5.1.2 Vor und Nachteile linienförmiger Melder

Der linienförmige Aufbau des Sensorbereichs bringt essenzielle Vorteile im Vergleich zur Verwendung von punktförmigen Meldern mit sich. Zunächst sind aufgrund der Betrachtung der Linie als eine unbegrenzte Menge an Sensorpunkten sehr große Überwachungsbereiche für einen einzelnen Melder möglich. Das heißt ein linearer Melder kann eine Deckenfläche abhängig von der Raumhöhe im Abstand von 6 bis 7,5 m um den Sensorstrahl bewachen. Dadurch ergibt sich eine maximale Überwachungsfläche von 1.200 bis 1.500 m². Ein weiterer Vorteil ist die abweichende Positionierung der Meldereinheit. Das heißt an einem Sensorpunkt muss kein Melder sitzen. Stattdessen befinden sich die linearen Melder seitlich an der zu überwachenden Fläche. Dadurch können sie Bereiche überwachen, an denen eine Montage von punktförmigen Meldern nicht möglich ist. Dies ist möglich, indem die linienförmigen Melder seitlich außerhalb des betroffenen Bereichs positioniert werden und die Sensorik in den Bereich geführt wird. Das gilt vor allem für die Rauchmelder der optischen Art, da durch die Detektion über Lichtstrahlen innerhalb des Bereichs keine Sensorleitung geführt werden muss. Diese können zumeist zur Abdeckung von Bereichen verwendet werden, in denen die punktförmigen Melder aus bestimmten Gründen nicht montierbar sind oder eine Verkabelung nicht möglich ist. Zusätzlich weisen linienförmige Brandmelder eine geringere Fehleranfälligkeit gegen lokale Störgrößen auf. Da das Ergebnis über die gesamte Messstrecke integriert wird, lösen sie bei Abweichungen, die nur in einem kleinen Bereich auftreten, nicht sofort aus. Sie detektieren hingegen, wenn der Rauch, wie z. B. bei hohen Räumen, zunächst sehr verteilt in geringer Konzentration auftritt. Hier kommen punktförmige Melder an ihre Grenzen.

Wie bereits erwähnt, besteht der Nachteil von linearen Wärmemeldern darin, dass entlang des gesamten Überwachungsbereichs eine Sensorleitung gezogen werden muss. Obwohl dieses Problem bei Rauchmeldern nicht besteht, bringt die optische Kenngröße eigene Probleme mit sich. So ist für die Ausbreitung des Lichtstrahls eine freie und direkte Sichtverbindung zwischen Sender und Empfänger notwendig. Der Überwachungsbereich sollte also keine optischen Hindernisse enthalten, wobei auch Glasscheiben aufgrund ihrer Reflexionen die Funktion des Melders einschränken können. Außerdem muss sichergestellt sein, dass die Sichtlinie bei Betrieb der Brandmeldeanlage nicht durch Gegenstände oder Personen unterbrochen wird, da dies unweigerlich zur Auslösung eines Brandalarms führt. Der Bereich des Lichtstrahls sollte also im normalen Gebäudebetrieb unerreichbar sein. Lineare Rauchmelder und zugehörige Reflektoren sind mit zunehmender Länge des Lichtstrahls gegenüber Positionsveränderungen sehr empfindlich. Daher müssen sie fest montiert sein und können gegebenenfalls auch auf Temperaturveränderungen ihres Montageuntergrunds reagieren. Das Ausdehnen oder Zusammenziehen kann dabei die Position der Komponenten zueinander verschieben und so eine Auslösung verursachen.

5.1.3 Anwendung in historischen Gebäuden

Den größten Einfluss auf die Umsetzung von Brandmeldeanlagen in historischen Gebäuden haben in diesem Bereich die optischen Rauchmelder. Da sie es ermöglichen, dass innerhalb des Überwachungsbereichs keine Peripherie benötigt wird, bieten sie Lösungen für die problematischsten Bereiche der Gebäude. Wie in Kapitel 4.7 festgestellt gibt es bei historischen Bauwerken eine starke Häufung historisch wertvoller Oberflächen, die als zentraler kultureller Bestandteil angesehen werden. Daher sind nahezu alle dieser Flächen Teil des Denkmalschutzes und müssen in der bestehenden Form erhalten bleiben. Eine Montage von Komponenten bzw. eine Einbringung von Verkabelung ist an diesen Oberflächen nahezu unmöglich. Während die Anbringung von sichtbaren Komponenten in vielen Fällen noch als notwendiges technisches Übel angesehen wird, ist eine Verkabelung hingegen nicht ohne Beschädigung der Oberflächen machbar, da diese in sichtbarer Ausführung im Normalfall nicht akzeptiert wird. Hier bieten die optischen Rauchmelder eine Erleichterung, da sie gerade bei historisch wertvollen Decken entlang der Wände platziert werden können. Bei dieser Ausführung reduzieren sich die benötigten Installationen auf ein Minimum und an der Decke sind sie überhaupt nicht notwendig. Dies betrifft vor allem die typischen hohen und großen Räume, denn ein linearer Rauchmelder kann im Vergleich zu den punktförmigen Meldern eine deutlich größere Fläche abdecken. Dies wird gemäß der Norm zusätzlich von den hohen Räumen begünstigt, da sich der Rauch beim Aufsteigen mehr verteilen kann. Dadurch reduziert sich die Zahl der benötigten Melder um ein Vielfaches und es sinkt damit auch der Bedarf an Verkabelungen. Die hohen Räume bieten außerdem den Vorteil, dass der Sensorstrahl nicht innerhalb des Hand- bzw. Bewegungsbereichs liegt, während die Zuverlässigkeit des Melders durch die integrierenden Eigenschaften erhöht wird. Das heißt Fehlalarme werden reduziert und die Erkennung von Bränden wird nicht durch die Raumhöhe verzögert. Dieses Merkmal begünstigt somit deutlich den Einsatz der linearen Rauchmelder. Dies ist auch durch die historischen Materialien der Fall. Während moderne Materialien wie Stahl und Metalle in ihrer Ausdehnung gegenüber Temperaturschwankungen anfällig sind, werden historischen Steinmaterialien dadurch kaum beeinflusst. Die unterschiedlichen Stahlwerkstoffe weisen einen Längenausdehnungskoeffizienten von ca. 1,1 bis 1,4 mm/(m·100K) auf. Ähnlich dazu verhält sich Beton mit 1,2 mm/(m·100K). Im Vergleich dazu ist der Ausdehnungskoeffizient für Mauerwerk mit 0,5 mm/(m·100K) nur etwa halb so groß und der von Granit bei 20° bei 0,3 mm/(m·100K) noch geringer.⁹⁰ Das führt dazu, dass die Montage linearer optischer Rauchmelder an der festen Gebäudestruktur wesentlich weniger anfällig ist, da sich die Positionsveränderung bei Temperaturschwankungen in Grenzen hält und eine Fehlauflösung aufgrund dieser Ursache wesentlich unwahrscheinlicher ist. Allerdings wurde auch deutlich mehr Holz als tragendes Material verwendet, welches z.B. bei Eiche einen etwas schlechteren Längenausdehnungskoeffizienten

⁹⁰ Vgl. (Schweizer, 2022)

von 0,8 mm/(m·100K) aufweist.⁹⁰ Dies ist im Hinblick auf die Problematik der optischen Brandmelder immer noch zuverlässiger als die heutigen Baustoffe. Allerdings bringt es das zusätzliche Risiko der leichten Brennbarkeit mit sich. Das Holz wurde dabei aber meistens als Tragkonstruktion in Bereichen mit kaum optischen Anforderungen benutzt. In diesen Bereichen mit hoher Brandgefahr können daher ohne Probleme Installationen gemacht werden. Sie bilden dadurch eine gute Anwendungsmöglichkeit für andere Arten der linearen Melder, da somit ohne Probleme eine Sensorleitung verlegt werden kann. In diesen Bereichen könnten auch punktförmige Brandmelder verwendet werden, aber aufgrund ihres integralen Verhaltens können lineare Melder eine zuverlässigere und schneller Branderkennung ermöglichen, was zu einer deutlichen Verbesserung der Gebäude- und Personensicherheit führt, da es sich ja um Bereiche mit einem erhöhten Brand- und Schadensrisiko handelt. Außerdem lassen sich lineare Brandmelder in Bereichen einsetzen, die für die Kontrolle und Wartung nicht zugänglich sind. Dort ist ein Einsatz der konventionellen Brandmelder nicht möglich, da diese in der wiederkehrenden Prüfungen immer wieder gesichtet werden müssen. Lineare Melder mit Sensorleitungen können also gut genutzt werden, um Hohlräume, Schächte, Dachstühle etc. in historischen Gebäuden zu überwachen, die oftmals durch brennbare Baumaterialien besonders gefährdet sind. Damit bieten auch sie eine deutliche Sicherheitsverbesserung. Auch die Ausführung erleichtert sich, da nur die Sensorleitung verlegt werden muss. Bei punktförmigen Meldern müssten in den schwer zugänglichen Räumen, zusätzlich zur auch notwendigen Verkabelung, noch die einzelnen Melder montiert und angeschlossen werden. Bei der linearen Variante kann die Meldereinheit dann flexibel in einem zugänglicheren Bereich montiert werden.

Ein weiteres Thema, das hier betrachtet werden muss, sind die typischen Kuppeln. Hierbei können vor allem wieder die optischen Rauchmelder nützlich sein, aber ihre Anwendbarkeit hängt sehr stark von den Proportionen der Kuppeln bzw. der Anordnung als Gebäudedecke ab. Zunächst einmal lösen sie das Problem bei der Überwachung sehr großer Kuppeln. Sobald die Platzierung eines punktförmigen Melders an der Spitze der Kuppel nicht mehr ausreicht, da die Grundfläche der Kuppel größer ist als der maximale Überwachungsbereich eines Melders, wären in einer Kuppel zusätzliche Melder notwendig. Generell kann eine Verkabelung hin zu Positionen in der Kuppel problematisch sein, da diese sehr häufig mit Verzierungen ausgestaltet sind. Mit linearen optischen Rauchmeldern lässt sich aber eine Überwachung an der Unterseite der Kuppel realisieren. Dabei wird durch den Einsatz von mehreren Meldern ein Netz aus Sensorstrahlen im unteren Bereich aufgebaut. Aufsteigender Rauch im darunterliegenden Raum kann so zuverlässig detektiert werden. Da innerhalb der Kuppel als freier Luftraum weder eine Brandlast noch eine Brandgefahr besteht, kann so für solche Raumformen eine ausreichende Branderkennung gewährleistet werden. Die zu verkabelnden Sensoren befinden sich dann nicht in sondern am Rande der Kuppel, wodurch diese selbst frei von jeglichen Installationen bleibt. Bei aus vielen kleineren Kuppeln zusammengesetzten Decken, wie in der Skelettbauweise, ist der Einsatz von linearen Meldern allerdings schwieriger. Je nach Anzahl der so entstehenden Deckenfelder, ist zumeist der Einsatz von punktförmigen Meldern an den

Spitzen sinnvoller. In diesem Fall bieten die linienförmigen Melder keine Erleichterung für die Umsetzung einer Brandmeldeanlage. Erst bei einer sehr großen Menge von kleineren Kuppeln ist ein Einsatz von linearen Meldern mit einer reihen- und spaltenweisen Überwachung der zusammengesetzten Kuppeln sinnvoll.

Bei der Verwendung optischer Linearmelder muss in historischen Gebäuden berücksichtigt werden, dass es im Gegensatz zu modernen Gebäuden eine Vielzahl von sichtbehindernden Objekten geben kann. Aufgrund der anderen statischen Bauweise können Säulen, Unterzüge oder Bögen eine freie Sichtlinie für optische Melder verhindern. Diese müssen mit einbezogen werden, wenn ein Konzept zur vollständigen Abdeckung des Überwachungsbereichs aufgestellt wird. Damit kann man in diesen Räumen nur bedingt von einer Erleichterung für die Ausführung von Brandmeldeanlagen sprechen.

Im Allgemeinen bieten lineare Melder neue Möglichkeiten für die Umsetzung von automatischen Brandmeldesystemen und für die Platzierung der Sensoren. Damit bieten sie definitiv eine Erleichterung für die Installation und bieten Möglichkeiten zur Vereinigung des Brandschutzes und des Denkmalschutzes. Dabei gibt es einige begünstigende Faktoren im generellen Aufbau historischer Gebäude, aber auch ein paar Nachteile. Sie bieten jedoch viele Möglichkeiten zur Überwachung von Bereichen, bei denen vorher zwischen sicherheitstechnischen Aspekten und Denkmalschutz abgewogen werden musste. Hier kann nun einfacher eine Überwachung stattfinden. Dadurch besteht auch eine erhöhte Personen- und Gebäudesicherheit. Dies wird vor allem deswegen begünstigt, da lineare Melder unter den architektonischen Begebenheiten wie der Raumhöhe historischer Gebäude zuverlässiger und schneller auslösen und entsprechende Maßnahmen schneller ergriffen werden können.

5.2 Funkmelder

Eine weitere Neuerung ist die Nutzung der Funktechnik in der Konzeptionierung von Brandmeldeanlagen. Dafür wurden für viele der Komponenten von konventionellen Anlagen Varianten entwickelt, die sich auf drahtlose Übertragung der Signale stützen. Somit können bestimmte Melder, Meldergruppen oder auch gesamte Brandmeldeanlagen ohne periphere Verkabelung realisiert werden. Dabei liegt der Unterschied der Betriebsmittel ausschließlich in den für die Funkkommunikation notwendigen Bauteilen und der autarken Stromversorgung. Daher gibt es die unterschiedlichen Melderarten eigene Ausführungsvarianten, die mit den Funkkomponenten versehen wurden. Teilweise wird auch die Übertragungstechnologie in einen Sockel für die herkömmlichen Brandmelder integriert. Die kombinierten Melder haben dabei den Vorteil, dass sie kompakter ausgeführt werden können. Bei der Verwendung von Funksockeln hingegen hat man, vor allem bei Anlagen mit Verkabelungs- und Funkanteil, den Vorteil überall den gleichen Brandmeldertyp

verwenden zu können.⁹¹ So können auf unterschiedliche Weisen Teile der Brandmeldeanlage mit Funktechnik ausgestattet werden, die über im Gebäude platzierte Transponder mit der Brandmeldezentrale verbunden werden. Im Normalfall sind die Transponder über Kabel mit dieser verbunden, können aber bei reinen Funkanlagen auch mit einem entsprechenden Modul an der Zentrale über Funk weiterkommunizieren. Häufiger werden allerdings geteilte Anlagen aufgebaut, in den nur in bestimmten Bereichen des Sicherheitsbereichs Daten über Funk weitergegeben werden.

Für die Umsetzung der Funkkommunikation gibt es zwei Varianten. Die einfachste ist eine sternenförmige Netztopologie, in der alle Komponenten in einem Bereich direkt mit dem Transponder verbunden sind und dieser somit den Mittelpunkt des Sterns bildet. Da die Reichweite der Funkverbindung im Freifeld zwar bei 300 m liegt, aber unter realen Bedingungen innerhalb eines Gebäudes sich auf etwa 30 m verringert, werden für größere Bereiche im Normalfall mehrere Transponder benötigt.⁹¹ Um Abhilfe zu schaffen gibt es auch die Möglichkeit so genannte Expander zu verwenden. Dabei handelt es sich um eigenständige Funkkomponenten, die als Verstärker arbeiten und die Kommunikation der anderen Netzkomponenten aufnehmen und weitergeben. So kann der abgedeckte Bereich ohne weitere Verkabelung erweitert werden. Die zweite Möglichkeit für den Aufbau des Netzwerks macht sich die aufgekommene MESH-Technologie zunutze. In dieser sind zwar die verwendeten Komponenten teurer und komplexer, jedoch ist dann jede Einzelne in der Lage fremde Signale zu routen und damit gezielt weiterzuleiten. So können komplexe, dezentrale Netzwerke aufgebaut werden, in denen die Melder teilweise übereinander mit dem Transponder kommunizieren. Das hat den Vorteil, dass jede Komponente die Reichweite des Netzwerks erhöht. So können auch große Bereiche ohne zusätzliche Kommunikationskomponenten ausgestattet werden. Darüber hinaus bietet die MESH-Technologie höhere Ausfallsicherheit als die Sterntopologie, da es durch die vielfältige Vernetzung der Komponenten untereinander oftmals mehrere redundante Wege für die Kommunikation von zwei Netzwerkteilnehmern gibt.⁹²

5.2.1 Anforderung an Funktechnologie in Brandmeldeanlagen

Die Nutzung der Funktechnologie innerhalb von Brandmeldeanlagen war aufgrund der besonderen Anforderungen an die Ausfallsicherheit der Kommunikation lange Zeit nur sehr eingeschränkt möglich. Bis zur Veröffentlichung der DIN EN 54-25 war wegen der Unbeständigkeit und begrenzten Berechenbarkeit der Funkverbindung eine Verwendung nur mit Durchführung einer fallspezifischen Abnahme möglich. In dieser Norm sind nun die erforderlichen Bedingungen für Funkübertragungen definiert, die eine ausreichende Sicherheit für die Kommunikation einer Brandmeldeanlage erfordert.

⁹¹ Vgl. (Gerber, 2018) Seite 71

⁹² Vgl. (Notifier Sicherheitssysteme GmbH, 2022)

Die erste Anforderung ist die Verwendung eines sicheren Übertragungsprotokolls, damit die Kommunikation nicht manipuliert werden kann und jeder BMA-Bestandteil bei der Kommunikation eindeutig identifiziert wird. Somit wird die generelle Anforderung für BMA erfüllt, dass eine Alarmmeldung eindeutig lokalisiert werden muss und ein Bestandteil einer BMA nicht fälschlicherweise mit einer anderen kommunizieren kann. Des Weiteren überprüft das Protokoll, dass keine Informationen verloren gehen und somit eine Alarmmeldung nicht in der Zentrale ankommt. Für die benötigte Störfestigkeit gegen Interferenzen werden genaue Kennwerte definiert, die sicherstellen, dass der Übertragungsweg auch bei Verwendung naher Frequenzen durch andere Systeme bestehen bleibt. Sollte dennoch die Kommunikation aus irgendwelchen Gründen ausfallen, muss dies innerhalb von 5 Minuten von der Anlage selbst erkannt werden und mindestens 100 Sekunden darauf als Störung angezeigt werden. Auch das Entfernen des Sensors von seinem vorgesehenen Montageort muss erkannt und angezeigt werden, da der betroffene Melder dann nicht mehr die für ihn vorgesehene Funktion erfüllt und Teile des Sicherheitsbereichs nicht mehr überwacht sind.⁹³

Zweiter Bestandteil der Anforderungen durch die Norm ist die Energieversorgung der autarken Komponenten. Da das Grundinteresse beim Umstieg auf die drahtlose Kommunikation darin besteht, die benötigte Verkabelung einsparen zu können, erfolgt die Energieversorgung im Normalfall über Batteriespeicher. Damit sind auch für die Energieversorgung keine Kabel erforderlich. Damit dennoch eine unterbrechungsfreie Funktion der Komponenten sichergestellt wird, muss auch bei der fast vollständigen Entladung eine Störungsmeldung abgegeben werden. Dieser Zustand muss für mindestens 30 Minuten vom Gerät beibehalten werden können. Dadurch kann die Energiequelle zuverlässig getauscht werden. Die Kapazität der verbauten Batterie muss ausreichen, um die zugehörigen Betriebsmittel für eine Dauer von nicht weniger als 36 Monaten versorgen zu können, damit ein Austausch nicht zu häufig notwendig wird. Um eine Entfernung der Versorgung durch Unbefugte zu verhindern, muss diese innerhalb des Gehäuses sitzen und auch im Fall der Entnahme der Batterie muss die Komponente eine Störmeldung an die Brandmeldeanlage abgeben. So kann in jedem erforderlichen Fall der Betreiber auf funktionseinschränkende Probleme reagieren.⁹⁴

5.2.2 Spezifische Vorschriften zur Projektierung

Da es sich um keine andere Art der Sensorik oder Erkennung von Brandkenngößen gibt, enthält die DIN VDE 0833-2 nur wenige gesonderte Vorgaben für die Projektierung von Funkmeldern. Es gelten die gleichen Vorgaben für Positionierung, Überwachungsbereich,

⁹³ Vgl. (Normenausschuss Feuerwehrrwesen und Deutsche Kommission für Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2008) Seite 11-13

⁹⁴ Vgl. (Normenausschuss Feuerwehrrwesen und Deutsche Kommission für Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, 2008) Seite 13-14

etc. wie bei den entsprechenden kabelgebundenen Gegenstücken. Entscheidender ist, dass die generellen Anforderungen an Übertragungswege in Brandmeldeanlagen auch für die Funkverbindungen gelten. Diese sind teilweise in den vorangegangenen spezifischen Anforderungen nach der DIN EN 54-25 enthalten. Für die Projektierung wird gefordert, dass bei einer einzelnen Störung die vollständige Funktion erhalten bleibt. Das wird in den meisten Fällen so umgesetzt, dass die Funkbetriebsmittel bei Störung einer Kommunikationsfrequenz auf die Ausweichfrequenz wechseln. Es dürfen also im Umkehrschluss über zwei Übertragungsfrequenzen auch nur die Maximalanzahlen entsprechend der Aufzählung an Betriebsmitteln angebunden werden. Werden weitere Funkgeräte verwendet, müssen vier unterschiedliche Frequenzen für die Übertragung vorgesehen werden. Der minimale Frequenzabstand, damit zwei Frequenzen als unterschiedliche Übertragungswege gelten dürfen, ist in der DIN VDE 0833-2 bei unter 1 GHz mit 10 MHz und bei über 1 GHz mit 100 MHz festgelegt. Dies ist bei der Konfiguration der Funkübertragungswege zu beachten.

5.2.3 Vor- und Nachteile Funkmelder

Der Hauptvorteil von Linearmeldern liegt in den flexiblen Einsatzmöglichkeiten. Sie eignen sich für jegliche Anlagenteile mit Verkabelung in schwer erreichbaren Positionen. Dafür muss nur in der Nähe eine Position für einen Transponder vorgesehen werden, die abgesehen von den Ausbreitungsbedingungen der Funksignale frei gewählt werden kann. Selbst übertragungstechnisch sehr schwierige Bereiche können über Mesh-Netzwerke abgedeckt werden, da die Abstände der einzelnen Komponenten selten über 10 m betragen, weil die maximalen Überwachungsbereiche zumindest für punktförmige Melder stark begrenzt sind.

Allerdings bringt der Entfall der Verkabelung einen höheren Wartungsaufwand mit sich. Zum einen müssen die Batterien in regelmäßigen Zeitabständen getauscht werden und zum anderen entsteht hier Potenzial für weitere Störungsquellen. Damit werden im Betrieb öfter Störungen auftauchen, denen der Betreiber nachgehen muss, um seiner Verpflichtung für den ordnungsgemäßen Betrieb nachzukommen und die Funktion zu sichern. Zudem ist es schwierig die Störeinflüsse auf die Funkübertragung in der Planung abzuschätzen, wodurch im Nachhinein kleinere Ergänzungen notwendig sein können. Die Dämpfung der Signale durch die Raumführung und die massiven Wände muss dabei in Betracht gezogen werden. Besonders Metallwerkstoffe begrenzen aufgrund Einflüsse auf magnetische und elektrische Felder die Ausbreitung sehr stark. Daher ist die Betrachtung in Innenräumen sehr komplex und gewisse Störeinflüsse fallen erst im Betrieb auf. Solche Störeinflüsse können auch Signale mit ähnlichen Frequenzen sein, die von anderen

Funkteilnehmern ausgesendet werden oder beim Betrieb größerer elektrischer Maschinen wie etwa in der Industrie entstehen.⁹⁵

5.2.4 Anwendung in historischen Gebäuden

Bei einer Anwendung in der Sanierung von historischen Gebäuden wird die Funktechnologie durch die sehr groß ausfallenden Räume begünstigt. Die hohen Deckenhöhen sind dabei für den Einsatz von Funkmeldern weniger problematisch als bei der normalen Verkabelung. So können auch Kuppeln bis zu einer gewissen Größe gut mit punktförmigen Meldern über Funk überwacht werden, besonders wenn sie ähnlich wie bei den Linearmeldern angesprochen eine Überwachung ohne Verkabelung durch historisch wertvolle Oberflächen ermöglichen. Ein Nachteil dabei ist allerdings, dass die Komponente dann dennoch an der Spitze der Kuppel montiert werden muss. Ähnliches gilt auch bei anderen denkmalgeschützten Decken. Die Melder müssen dennoch im Bereich der Decke platziert werden, da die Positionierung der DIN VDE 0833-2 entsprechen muss, um die Brandkenngößen zu detektieren. Trotzdem ermöglicht die Technologie eine vollständige Ausstattung von den bei der Sanierung sehr problematischen Bereichen ohne große Abstriche beim Erhalt und der Ästhetik zu machen. Somit kann der Personen- und Gebäudeschutz deutlich leichter gewährleistet werden.

Es bestehen entgegen den großen Räumen auch Nachteile im Hinblick auf die Signalausbreitung. Dabei werden der verwinkelte Aufbau und die Notwendigkeit der Säulen zu einem Nachteil. Da es sich bei diesen häufig um sehr massive Materialien handelt, werden die elektromagnetischen Wellen an diesen Bauteilen gedämpft. Im Fall der Säulen ist der Einfluss allerdings nicht so stark, da vor allem großflächige Hindernisse ein Problem darstellen, während hier durch die Beugungseffekte der Wellen diese auch in die Bereiche hinter der Säule dringen, sofern das Hindernis nicht besonders breit ist. Die verwinkelten Räume sind allerdings in der Planung zu berücksichtigen, da sie einen eindeutigen Nachteil für die Nutzung der Funktechnik darstellen. Einen gegenteiligen Effekt haben die typischen Materialien, da wie in Kapitel 4.7 festgestellt wurde, der Stahl- bzw. Stahlbetonbau erst später begonnen hat. Aus diesem Grund wird man in den Gebäuden aus dem betrachteten Zeitraum nahezu keine großflächigen Metalleinbauten finden. Dies würde eine Ausbreitung der Funksignale besonders stören. Genauso wird man keine hochfrequenten Störsignale wie in Industrieanlagen vorfinden.

Als letztes Thema sind hier noch die zusätzlichen Wartungsaufwendungen zu erwähnen, die durch den zusätzlichen Batterietausch anfallen. Die hohen Decken stellen einen zusätzlichen Nachteil dar, da sich die zu wartenden Betriebsmittel hauptsächlich dort befinden. Durch die lange Mindestbetriebsdauer nach Norm von mindestens drei Jahren hält sich der Aufwand in Grenzen. Besonders wenn dieser in Relation zu den

⁹⁵ Vgl. (Gerber, 2018) Seite 71

Sanierungskosten nach einer Verkabelung und dem möglichen Schadenspotential bei Entstehung eines Brandes betrachtet wird.

Zusammengefasst bieten die Umstände in historischen Gebäuden sowohl Vor- und Nachteile für den Einsatz der Funktechnologie. Sie gestalten sich dennoch sehr attraktiv, da die potenziell kabellose Anbindung von allen Komponenten der Brandmeldeanlage die Umsetzung unter Wahrung der Ziele des Denkmalschutzes wesentlich vereinfacht. Daher kann die Technologie in historischen Gebäuden sehr gut eingesetzt werden und bietet auch flexible Sonderlösungen, um die Brandüberwachung der schwierigen Bereiche zu ermöglichen. Sie verhindert, dass Abstriche im Brandschutz gemacht werden müssen und bewirkt einen deutlichen Schritt hin zu einer besseren Gebäude- und Personensicherheit durch zuverlässige Alarmierung.

5.3 Brandfrüherkennung mit Kameras

Eine weitere Neuerung in der Brandmeldetechnik ist der Einsatz von Infrarotkameras. Aufgrund der Weiterentwicklungen in diesem Gebiet sind mittlerweile hochauflösende Temperaturmessungen in einem optischen Sichtkegel möglich. Da eine gewisse Schwelltemperatur Grundvoraussetzung für die Entstehung von Bränden ist, können diese Kameras im Brandschutz als Brandmelder eingesetzt werden. Dabei misst die Kamera im Überwachungsbereich permanent die Temperatur und gleicht diese mit dem eingestellten Schwellenwert ab. Dieser Schwellenwert wird entsprechend den Umgebungsbedingungen wie Materialien, Belüftung, usw. so konfiguriert, dass er unter der notwendigen Temperatur für die Entstehung eines Feuers liegt. Dadurch wird eine Brandgefahr noch vor Beginn des Brandes gemeldet und im Bildbereich genau lokalisiert. Die Messung erfolgt wie bei einer gewöhnlichen Kamera über einen Sensorchip, dessen Pixel die eingehende Wärmestrahlung messen und so für jeden einzelnen Bildpunkt die Temperatur bestimmen. Auch hier wird das eingehende Bild mithilfe eines optischen Systems auf den Sensorchip gebündelt.⁹⁶ Durch die hohe Auflösung der Kameras können beim Abgleich der Temperatur mit dem Schwellenwert mehrere nebeneinanderliegende Pixel berücksichtigt werden. Dadurch können punktuelle Messfehler bereinigt werden und eine Fehlalarmierung ist so unwahrscheinlicher. Obwohl die Technologie in den betreffenden Normen noch nicht geregelt ist, wird sie in Sonderfällen wie z. B. in Industrielageranlagen bereits sehr häufig eingesetzt. Die Infrarotsensoren können auch optisch versteckte Brandherde früh erkennen und so größere Schäden verhindern. Bei einer schneller Reaktion kann so ggfs. auch die Entstehung des Brandes verhindert werden.

Eine andere Möglichkeit der Umsetzung dieser Idee ist die Branderkennung mittels herkömmlicher Kameras. Diese werden durch Controller ergänzt, die über eine angelegte

⁹⁶ Vgl. (Fluke Deutschland GmbH, 2022)

künstliche Intelligenz Rauch oder Flammen im optischen Bild erkennt und so zu einer Auslösung kommt. Diese Variante bietet einiges an Potenzial, da so Brandmeldetechnik und Videoüberwachung kombiniert werden können und auch zusätzliche Informationen aus dem Bildmaterial wie gefährdete Personen und Art des Brandes gelesen werden können. Jedoch ist dieses System noch weit davon entfernt in die gesetzlichen Bestimmungen aufgenommen zu werden, sodass ein Einsatz als Teil einer normgerechten Brandmeldeanlage erschwert wird. Das liegt vor allem daran, dass der Nachweis über die ausreichende Zuverlässigkeit in allen Situationen und anderen sicherheitsrelevanten Anforderungen aufgrund der komplexen Softwaremechanismen nur schwer zu erbringen und auch schwer zu definieren ist.

5.3.1 Normative Anforderungen

Die Branderkennung mit Infrarotkameras ist eine recht neue Technologie, weswegen weder in der DIN VDE 0833-2 noch in der Reihe DIN EN 54 Anforderungen für solche Melder enthalten sind. Daher werden diese auch noch sehr selten verwendet, da ein normkonformer Einsatz dieser Geräte nicht definiert ist. Eine Abnahme ist also nur in Einzelfällen in direkter Abstimmung mit der Prüfstelle notwendig. Dennoch ist diese Technologie auf dem Vormarsch und wird voraussichtlich in Zukunft Teil des Repertoires für Brandmeldeanlagen sein, da sie bereits jetzt die allgemeinen Anforderungen an Brandmelder erfüllen.

Da wäre zunächst die Möglichkeit zur eindeutigen Lokalisierung der Brandmeldung. Da Infrarotkameras aufgrund ihrer Komplexität zumeist als vollständige Netzwerkkomponenten ausgeführt sind, lassen sich die Geräte auch beim Einsatz in einer Brandmeldeanlage eindeutig identifizieren und sich somit auch der zugehörige Überwachungsbereich zuordnen. Darüber hinaus ist es möglich das Sichtfeld der Kamera zusätzlich in mehrere Zonen zu unterteilen und so die Zuordnung noch zu verbessern.⁹⁷ Es ist auch kein Problem an der Kamera die geforderte optische Alarmanzeige vorzusehen, damit der Auslösezustand auch vor Ort erkennbar ist.⁹⁸ Wie bei gewöhnlichen Meldern kann das über eine rote LED am Gehäuse umgesetzt werden.

Ähnlich wie in diesem Fall sind viele Anforderungen von der sich unterscheidenden Erkennungsmethode unabhängig und können daher übertragen werden. So wie bei den Funkmeldern im vorherigen Kapitel muss die Ausfallsicherheit des Kommunikations- und des Versorgungsweges gewährleistet werden. Da der Energieverbrauch mit der komplexeren Sensorik höher ausfällt als bei punktförmigen Meldern, ist eine kabelgebundene Spannungsversorgung notwendig. Daher ist auch die Kommunikationsanbindung über Kabel am sinnvollsten und die Anforderungen an Übertragungswege sollten nicht von

⁹⁷ Vgl. (Vanselow, 2022)

⁹⁸ Vgl. (DIN- Normenausschuss Feuerwehrewesen (FNFW), 2018) Seite 9

denen herkömmlicher Brandmelder abweichen. Allerdings wird wahrscheinlich eine selbstständige Überwachung der Übertragungswege durch die Anforderungen an elektrische Leitungen der DIN 0833-2, aber auch der Sensorik und Software des Melders notwendig sein, damit im Fehlerfall wie bei Funkmeldern eine zu behebbende Störung übermittelt wird. Auch das stellt aber mit den heutigen Mitteln und der Netzwerkanbindung kein Problem dar. Das gilt auch für die Einrichtung einer Reaktion auf mechanische Beschädigung bzw. Manipulation. So kann der Melder auch bei Entfernung vom vorgesehenen Montageort eine entsprechende Störung weitergeben.

In der Projektierung sind im Allgemeinen Brandmelder so zu platzieren, dass eine geringe Gefahr für Beschädigungen bzw. Manipulationen besteht. Da es für eine Überwachung der kritischen Bereiche in Bodennähe mit Infrarotkameras ohnehin sinnvoll ist, die Komponente oberhalb des Hand- und Bewegungsbereichs zu platzieren, ist auch diese Vorgabe leicht zu erfüllen. Dennoch besteht hier der Hauptunterschied bei der Projektierung. Für die flächendeckende Überwachung werden hier nicht mehr die Raucheigenschaften genutzt, sondern die Lichteigenschaften der Infrarotstrahlung. Die Positionierung der Kameras muss daher unter Berücksichtigung der Sichtkegel erfolgen und der Fokus liegt dabei eher auf dem Bereich des Raumvolumens, in denen tatsächlich eine Brandlast zu erwarten ist. Wie für alle Brandmelder muss dabei bedacht werden, dass die Umgebungseinflüsse vor Ort die Branderkennung des Melders nicht beeinflussen.

Bei der Genauigkeit und der Zuverlässigkeit sind die Infrarotmelder gegenüber den Rauchmeldern im Vorteil. Durch die sehr genaue Messung der Temperatur an allen Punkten in Sichtlinie können sie potenzielle Brandherde akkurat mit dem Überschreiten einer gewissen erkennen. Daher erfüllen sie auch die Anforderung der Auslösung bei sich langsam entwickelnden Bränden, die bei herkömmlichen Meldern schwieriger zu erreichen ist. Auch Bedingungen bei der Auslösegeschwindigkeit sind für Infrarotmelder wenig relevant, da die Auslösung schon mit Erreichung der für die Brandentstehung kritischen Temperatur erfolgt.

Weitere spezifische Anforderungen an automatische Brandmelder sind eine genaue Dokumentation, die elektromagnetische Verträglichkeit und die Präzision bei mehrfachem Auslösen. Hier unterscheiden sich die Wärmebildkameras als elektrische Komponenten wenig von anderen Brandmeldearten, wodurch auch hier die notwendigen Maßnahmen möglich sein werden, um den breiteren Einsatz in Brandmeldeanlagen im Hinblick auf die Norm zu definieren.

5.3.2 Vor- und Nachteile

Der Hauptvorteil der Infrarotkameras liegt in der Erkennung von überhöhten Temperaturen vor der Brandentstehung. Damit wird sehr viel Zeit für notwendige Gegenmaßnahmen gewonnen und in der Folge das Sicherheitsrisiko und mögliche Schadenspotenziale verringert. Die Entstehung des Brandes kann dann durch Temperaturabsenkung, Sauerstoffzug oder ggf. das Ausschalten von Geräten noch wesentlich leichter verhindert werden kann. Erst ab dem Start des Feuers beginnt dann die Beschädigung und die

Gefährdung durch Brandrauch. Somit können viele Gefahrensituationen abgewendet werden, ohne dass es zu Schäden kommt. Die Technologie profitiert auch sehr stark davon, dass es in der Vergangenheit bereits andere lukrative Anwendungsfelder wie etwa Störungssuche in Industrieanlagen, in Überwachungstechnik und die Suche von Wärmebrücken im Bau gegeben hat. So profitiert auch die Brandmeldetechnik von einer hohen Auflösung und Messgenauigkeit. Sie bieten eine geringe Fehleranfälligkeit, da für den Brandherd mehrere Messpunkte vorliegen und vermeiden in dieser Hinsicht Fehlalarme. Jedoch detektieren sie nur eine Überschreitung der eingestellten Grenztemperatur und lösen demnach auch bei Temperaturänderungen einen Alarm aus, die nicht durch einen potenziellen Brand verursacht wurden. Es besteht also der Nachteil, dass sie für Überwachungsbereiche mit teilweisen hohen Temperaturen nicht geeignet sind, auch wenn sich teilweise Abhilfe schaffen lässt, indem man den optischen Auslösebereich in der Kamera softwaretechnisch anpasst.

Diese Melderart eignet sich hingegen hervorragend für die Überwachung von großen und hohen Hallen. Da viele dieser Systeme Erkennungsreichweiten von 100 m und mehr ermöglichen⁹⁹, ist ohne Probleme eine höhere Positionierung der Kameras möglich.

Dadurch vergrößert sich der mögliche Überwachungsbereich eines Melders mit dem zugehörigen Sichtbereich deutlich. Sofern die Sicht nicht blockiert ist, kann sich der abgedeckte Bereich durch die hohe Reichweite auch weit in die Ferne erstrecken. Durch das optische Bild des Bereichs und die Temperaturangabe lassen sich auch noch nützliche Informationen über die Brandstelle ablesen. Wenn das Wärmebild in der Brandmeldezentrale sichtbar gemacht wird, kann daraus die genaue Position und die Art des Brandes bestimmt werden. So können effektiv Gegenmaßnahmen von den Personen vor Ort bzw. von der Feuerwehr getroffen werden. Dabei ermöglichen die Eigenschaften der Wärmestrahlen auch, dass z. B. in Materialhaufen auch eine unter dem Material verborgene Gefährdung sichtbar gemacht wird, die sonst erst wesentlich später detektierbar wird.

Gegen das System spricht, dass die Anschaffungskosten der Infrarotkameramelder im Gegensatz zu anderen Meldeeinrichtungen hoch sind. Dazu kommt der höhere Aufwand bei der Zulassung als Teil der Brandmeldeanlage, da wie schon im vorherigen Abschnitt angesprochen, noch keine Berücksichtigung in den einschlägigen Normen vorliegt. Als optischer Melder ist auch wie bei den gleichartigen Linearmeldern eine Abhängigkeit von der Sichtlinie vorhanden. Das heißt Hindernisse im Raum schränken den Sichtbereich ein und Glasscheiben können die Messwerte beeinflussen. Dies muss bei der Planung berücksichtigt werden. Auch Verunreinigungen auf dem Glas der Kameralinse sind Einflussfaktoren für die Messungen, weswegen eine regelmäßige Reinigung der Linse in Kombination mit der Wartung des Melders notwendig und ein Einsatz in stark mit Staub belasteten Bereichen nicht ratsam ist.

⁹⁹ Vgl. (GROMA247 Branderkennung GmbH, 2022)

5.3.3 Anwendung in historischen Gebäuden

Ein entscheidender Einfluss auf die Anwendung an historischen Gebäuden sind die damals verwendeten brennbaren Baumaterialien. Auch die Infrarotkameras können für die Überwachung von hölzernen Tragstrukturen sehr wichtig sein. Die komplexe Beschaffenheit dieser bietet zwar keine einfache Umsetzung eines solchen Überwachungssystems, kann aber die Sicherheit in den Gebäuden stark verbessern. Problematisch sind zunächst einmal die Balken und Stützen in diesen Strukturen, die das Sichtfeld optisch einschränken können und in der Planung eine Herausforderung darstellen. Die Meldung der Gefahr vor Brandentstehung bedeutet hingegen, dass diese noch vor einer Beschädigung des Materials erfolgt. Es besteht also Potenzial das Problem zu beheben oder rechtzeitig zu flüchten, bevor die Tragfähigkeit beeinflusst wird und damit ein Zusammenbruch der Struktur immer wahrscheinlicher wird. Das bietet nicht nur mehr Sicherheit in Bezug auf Schäden am Gebäude, sondern reduziert auch die Gefährdung von Personen. Damit bietet sich ein Einsatz auch durch die häufige öffentliche Nutzung der Bauwerke an. In der Regel befinden sich in diesen Gebäuden viele ortsfremde Personen, die entsprechend mehr Zeit benötigen, um sich in Sicherheit zu bringen. Eine Einbringung ist dennoch auch in den Haupträumlichkeiten nicht leicht, da auch die verwinkelten Räume und Säulen wie bei den optischen Linearmeldern ein Hindernis in der Sichtlinie darstellen. Die Kameras sind davon allerdings noch stärker betroffen, da sie statt der freien Sichtlinie einen ganzen Sichtkegel mit möglichst wenig Hindernissen brauchen, damit ihr möglicher Überwachungsbereich ausgeschöpft werden kann. Sollte eine vollständige Abdeckung nicht machbar sein, bieten sie sich dennoch als zusätzliche Maßnahme zur Erhöhung der Personen und Gebäudesicherheit an.

Für den Einsatz der Infrarotkameras in historischen Gebäuden sprechen allerdings die weitläufig verbreiteten hohen Raumhöhen. Wie beim Einsatz in Hallen begünstigen diese durch eine Erhöhung des wahrnehmbaren Bereichs eine Anwendung der Technologie. Damit werden für eine Räumlichkeit weniger Melder benötigt und die durch diese bedingte Peripherie wird reduziert, da der Überwachungsbereich deutlich größer ist als der von punktförmigen Brandmeldern. Dieser Umstand stellt eine eindeutige Erleichterung in der Umsetzung dar. Zusätzlich spielen hier wieder die historisch wertvollen Oberflächen eine große Rolle. Nicht nur dass diese von der höheren Gebäudesicherheit und demzufolge weniger Schäden profitieren, sondern auch die Beschädigungen durch die Einrichtung der Melderverkabelungen werden geringer. Auch die Infrarotkameras sind flexibel einsetzbar und ermöglichen neue Positionierungen der Brandmeldekomponente in kritischen Bereichen. Analog zu den Linearmeldern lassen sich die Kameras seitlich vom Überwachungsbereich bei Kuppeln oder historischen Decken setzen, was neue Möglichkeiten in der Planung bietet. So können Bereiche bewacht werden, die zuvor aus denkmalchutztechnischen Gründen vernachlässigt worden wären, wodurch es wieder eine Erhöhung bei der generellen Gebäudesicherheit gibt. Dies ist, wie im vorherigen Absatz erklärt, besonders in Bereichen wichtig, die öffentlich zugänglich sind. Insbesondere da die bauliche Struktur aufgrund der alten Gebäudesubstanz nur bedingt so saniert werden kann, dass sie

modernen Sicherheitsstandards wie bei Neubauten entspricht. Durch den freien Zugang zum Gebäude findet man hier auch häufig eine Videoüberwachung vor, die mit dieser Brandmeldetechnologie den Vorteil birgt, dass die Positionierung von Überwachungskameras und Brandmeldekameras sehr ähnlich sein können. Das heißt die Kabelwege zu diesen Punkten sind ohnehin notwendig und die Eingriffe in die Bausubstanz bei der Verkabelung werden geringgehalten. Zudem bieten die hochwertigen Oberflächen einen weiteren Grund jegliche Schäden am Gebäude gering zu halten, da bestimmte denkmalgeschützte Gebäudeteile im Nachhinein nicht mehr zu ersetzen sind. Auch gibt es ein weiteres Zusammenspiel der Infrarotüberwachung und dem Denkmalschutz. Die von den Wärmebildkameras gemessenen Temperaturdaten sind hilfreich bei der Pflege von klimaempfindlichen Oberflächen, die in historischen Gebäuden in Form der zahlreichen Wandfresken und Reliefs vorkommen. Aus den ohnehin durch die Brandmeldeanlage ermittelten Daten kann also ein zusätzlicher Nutzen gezogen werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Umstände in vielen Aspekten einen Einsatz der Wärmebildkameras für die Brandmeldeanlagen attraktiver machen. Jedoch erschweren sie aufgrund ihrer baulichen Struktur den Einsatz in mehrererlei Hinsicht. Es überwiegen jedoch die Vorteile in der Gebäude- und Personensicherheit, sodass sich eine Menge Anwendungsmöglichkeiten in historischen Gebäuden bieten.

6 Fazit

Die Ergebnisse weisen viele, über die einzelnen Neuentwicklungen hinweg, Parallelen auf. Daher lässt sich in Bezug auf die in der Arbeit behandelten Thematiken Folgendes zusammenfassen:

Die besonderen Umstände in historischen Gebäuden gegenüber der heutigen Bauweise begünstigen den Einsatz moderner Brandmeldetechnik.

Für jede der betrachteten Technologien gibt es Merkmale historischer Gebäude, die im Allgemeinen einen Einsatz in solcher Gebäudesubstanz begünstigen. So sind zum Beispiel die großen und hohen Räume in vielerlei Hinsicht vorteilhaft. Sie erhöhen sowohl für Linearmelder als auch für Infrarotkammermelder die möglichen Überwachungsbereiche und vor allem Erstere bieten eine höhere Zuverlässigkeit, auch bei größeren Installationshöhen. In Räumlichkeiten mit vielen historisch wertvollen Oberflächen bringen alle der drei neuen Technologien eindeutige Vorteile mit sich. Jedoch sind genauso einige der erarbeiteten Merkmale Hindernisse beim Einsatz der Neuentwicklungen. Ein übergreifendes Beispiel sind der verwinkelte Aufbau und Säulen innerhalb der Gebäude. Ob als Einschränkung in der Sichtlinie der optisch basierten Melder oder als Störung des Übertragungssignals der Funkkommunikation innerhalb der Brandmeldeanlage bilden sie neue Herausforderungen bei der Überwachung der betroffenen Bereiche. Die Aussage kann also weder eindeutig bestätigt noch widerlegt werden. Das Konzept einer Brandmeldeanlage für die Sanierung eines historischen Gebäudes wird daher in den meisten Fällen aus einer Kombination der herkömmlichen Mittel und der neuen Technologie bestehen. Da aber je nach Gebäude und nach Bereich in den einzelnen Gebäuden die Merkmale unterschiedlich ausgeprägt sein werden, existiert eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten der benannten Ergänzungen der Brandmeldetechnik.

Die neuen Technologien der Brandmeldetechnik erleichtern die Umsetzung einer Brandmeldeanlage in historischen Gebäuden.

Alle vorgestellten Technologien bieten Vereinfachungen in unterschiedlichen Formen bei der Umsetzung einer Brandmeldeanlage in bestehenden historischen Gebäuden. Zunächst sind die möglichen Überwachungsbereiche eines einzelnen Melders sowohl für lineare Melder als auch für Infrarotkammermelder um ein Vielfaches höher als sie für punktförmige Melder erlaubt sind. In der Folge werden deutlich weniger einzelne Melder benötigt, um die gleiche Fläche in die Überwachung einzubinden. Da die Erhaltung der

Gebäudesubstanz und der Oberflächen eine der größten Herausforderungen bei der Sanierung von historischen Gebäuden darstellt, ergibt sich durch die Verringerung der benötigten Peripherie eine elementare Erleichterung. Auch bei der Funktechnologie verringern sich die notwendigen Installationen durch die Verwendung des drahtlosen Übertragungswegs. So ist es viel leichter möglich, die technischen Notwendigkeiten im Brandschutz mit den Bemühungen im Denkmalschutz zu vereinigen, da die entstehenden Konflikte begrenzt werden. Diese Weiterentwicklungen der Brandmeldetechnik bringen darüber hinaus neue Möglichkeiten in der Planung mit sich, da neue Montageorte für die Melderkomponenten erschlossen werden. Die bisherigen punktförmigen Rauchmelder waren hierbei sehr eingeschränkt. Durch die Abhängigkeit von den Rauchausbreitungseigenschaften war immer nur eine Positionierung nahe des höchsten Deckenpunktes möglich. Bei der besonderen Architektur historischer Gebäude ist dies dann im Normalfall auf sehr wenige Optionen beschränkt. Ein weiterer wichtiger Punkt ist hier allerdings die begünstigte Erweiterbarkeit durch die Verwendung von Funktechnologie. Ihre Modularität ermöglicht das Ergänzen bestehender Anlagen und Erschließen neuer Bereiche mit der Brandüberwachung mit nur sehr wenigen Maßnahmen. Damit bildet sie die wohl größte Erleichterung für die Umsetzung von Brandmeldeanlagen in zu sanierenden Gebäuden.

Die Neuentwicklungen in der Sicherheitstechnik ermöglichen eine bessere Gewährleistung der Personen und Gebäudesicherheit in historischen Gebäuden.

Da die Interessen des Denkmalschutzes und des Brandschutzes häufig im Gegensatz zueinanderstehen, musste aufgrund des Mangels an Alternativen in der Vergangenheit in vielen Fällen ein Kompromiss getroffen werden. Bei diesen Kompromissen wurden dann oft auch Abstriche im Hinblick auf die Personen- und Gebäudesicherheit gemacht. Eine Einschränkung in der Überwachung der Brandmeldeanlage geht allerdings mit einer erhöhten Gefahr im Ernstfall einher, da ein Brand entweder erst später oder gar nicht erkannt wird. Die anwesenden Personen beginnen so erst verzögert zu flüchten und Maßnahmen zur Eingrenzung des Feuers können erst später umgesetzt werden. Infolgedessen steigt auch der entstandene Schaden in jeglicher Form. Alle der behandelten Neuentwicklungen geben neue Möglichkeiten der Umsetzung von Brandmeldeanlagen und ermöglichen auch in denkmalchutztechnisch schwierigen Bereichen eine Abdeckung durch die Brandmeldeanlage. Sie bewirken damit, dass weniger Einschränkungen notwendig sind und sich der Sicherheitsstandard, dem in modernen Neubauten angleicht. So steigern die Möglichkeiten die Gebäude- und Personensicherheit gleichermaßen zu gewährleisten. Darüber hinaus profitiert man vor allem bei der Verwendung von linearen Brandmeldern und Infrarotkamerameldern von einer höheren Zuverlässigkeit und Erkennungsgeschwindigkeit, besonders bei den typischen hohen Räumen. Dabei stechen vor allem die Kameras durch die Früherkennung deutlich hervor und bieten das Potenzial durch die alte Bausubstanz bestehenden Nachteile im baulichen Brandschutz durch eine besonders frühe Warnung vor der entstehenden Gefahr auszugleichen. In Bereichen erhöhter Gefährdung bieten sie sich auch als Zusatzmaßnahme an, wenngleich eine vollständige

Überwachung durch z.B. ein eingeschränktes Sichtfeld nicht möglich ist. Die Aussage lässt sich also augenscheinlich bestätigen.

Literatur

Antiquarium Kunsthandel. (24. 01 2023). *Stephansdom*. Von Planet Vienna: <https://planet-vienna.com/stephansdom/> abgerufen

Arens, F. (2012). *Der Dom zu Mainz*. Darmstadt: wbg Academic Verlag.

Ausschuss für Arbeitsstätten. (MAi 2018). *Baua - Bundesanstalt für Arbeitsschutz*. Von Technische Regeln für Arbeitsstätten - Maßnahmen gegen Brände: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/ASR-A2-2.html> abgerufen

Bundesministerium für Arbeit und Soziales. (2004). *Verordnung über Arbeitsstätten*. Berlin: juris GmbH.

Bundesverband technischer Brandschutz e. V. (15. 01 2023). *Brände in denkmalgeschützten Gebäuden und kulturhistorischen Stätten*. Von Bundesverband technischer Brandschutz-Website: <https://www.bvfa.de/217/aktuelles/statistiken/braende-in-kulturstaetten/> abgerufen

Deutscher Feuerwehrverband e. V. (27. 02 2022). *Entwicklung der Zahlen der Brandtoten*. Berlin, Berlin, Deutschland.

Deutsches Institut für Normung e. V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik. (2014). *Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall Teil 1*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.

Deutsches Institut für Normung e.V. und Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik. (2022). *Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall - Teil 2: Festlegungen für Brandmeldeanlagen*. Berlin: Beuth Verlag.

DIN- Normenausschuss Feuerwehrwesen (FNFW). (2018). *DIN EN 54 Teil 7: Rauchmelder - Punktförmige Rauchmelder nach dem Streulicht-, Durchlicht- oder Ionisationsprinzip*. Berlin: Beuth Verlag.

DIN-Normenausschuss Feuerwehrwesen (FNFW), Firefighting and Fire Protection Standards Committee. (2020). *Brandmeldeanlagen - Teil 1: Aufbau und Betrieb*. (D. G. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Hrsg.) Berlin, DE: Beuth Verlag GmbH.

Dolgner, D. (1991). *Klassizismus*. Leipzig: Seemann, E A.

- Fluke Deutschland GmbH. (18. 11 2022). *Wie funktionieren Wärmebildkameras?* Von Fluke: <https://www.fluke.com/de-de/mehr-erfahren/blog/thermografie/wie-funktionieren-waermebildkameras#:~:text=Eine%20Wärmebildkamera%20erkennt%20und%20misst,des%20zu%20messenden%20Gegenstands%20darstellt.> abgerufen
- Frisch, S. (24. 10 2022). *Merkmale des Historismus: Epoche der Kunstgeschichte.* Von FreieReferate: <https://freie-referate.de/kunst/merkmale-des-historismus> abgerufen
- Gerber, G. (2018). *Brandmeldeanlagen - Planen, Errichten, Betreiben.* Heidelberg: Hüthig Verlag.
- Görgens, M. (2006). *Schnellkurs Romanik.* Köln: Dumont Verlag.
- GROMA247 Branderkennung GmbH. (20. 11 2022). *Brandfrüherkennung mit Infrarot - Technische Daten.* Von Groma 247 Brandfrüherkennung: <https://www.groma.at/#technische-daten> abgerufen
- Heinze GmbH, NL Berlin, BauNetz. (17. 12 2022). *Der Begriff und Geltungsbereich "Sicherheitstechnik".* Von Baunetz_Wissen: <https://www.baunetzwissen.de/sicherheitstechnik/fachwissen/grundlagen/der-begriff-und-geltungsbereich-sicherheitstechnik-164722> abgerufen
- Heinze GmbH, NL Berlin, BauNetz. (31. 10 2022). *Sondermelder.* Von Baunetz_Wissen: <https://www.baunetzwissen.de/brandschutz/fachwissen/brandmeldeanlagen/sondermelder-3181423> abgerufen
- Heinze GmbH; NL Berlin; BauNetz. (10. 26 2022). *Entwicklung des Betons bis 1900.* Von Baunetz Wissen: <https://www.baunetzwissen.de/beton/fachwissen/einfuehrung/entwicklung-des-betons-bis-1900-150906> abgerufen
- Helmerking, D. (2020). *Brandschutz.* Basel: Birkhäuser Verlag GmbH.
- Hermann, S. (9. März 2017). *Patentnr. DE 10 2016 204 807 A1.*
- Hubertus, G. (2010). Die sogenannte Wiederbelebung der antiken Architektur in der Renaissance. In W. Nerdinger, *Geschichte der Rekonstruktion, Konstruktion der Geschichte* (S. 56-77). München: Ausstellungskatalog.
- Imrek, C. (2014). *Historische Gebäudetypen im Stadtzentrum von Wien und deren aktuelle Nutzung.* Graz: Karl-Franzens-Universität Graz.
- Interior Design Berlin City West. (24. 10 2022). *Historismus Architektur.* Von Interior Design Berlin City West: <https://www.innenarchitekten-in-berlin.de/architektur/historismus-architektur.htm> abgerufen

- Kern, A. (15. 01 2023). *Brandschutz in Kirchen und historischen Gebäuden*. Von Österreichischer Bundesfeuerwehrverband-Website: <https://www.bundesfeuerwehrverband.at/2019/04/16/brandschutz-in-kirchen-und-historischen-gebaeuden/#tab-id-2> abgerufen
- Kingen, S. K. (1999). *Der Übergang vom Rokoko zum Klassizismus in Architektur und Dekoration der südwestlichen Sakralkunst*. Düsseldorf: Friedrich-Wilhelms-Universität.
- Lang, J. (2016). *Erhebung von Todesursachen in Brandtodesfällen*. Halle: Medizinische Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- Lessig, R., Teske, J., & Wilk, E. (2002). *Die Belastung des Menschen im Brandrauch*. Aachen: Druckerei und Verlagshaus Mainz.
- Monrose, F., & Rubin, A. (1997). *Autentication via Keystroke Dynamics*. Scientific Literature Digital Library, NEC Research Institute.
- Normenausschuss Feuerwehrwesen (FNFW) im DIN. (2010). *DIN 14011 Begriffe aus den Feuerwehrwesen*. Berlin: Beuth Verlag.
- Normenausschuss Feuerwehrwesen im DIN und DKE im DIN und VDE. (2008). *DIN EN 54-25 Brandmeldeanlagen - Teil 25: Bestandteile, die Hochfrequenz-Verbindungen nutzen*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- Normenausschuss Feuerwehrwesen und Deutsche Kommission für Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik. (2008). *DIN EN 54 Teil 25: Bestandteile, die Hochfrequenzverbindungen nutzen*. Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
- Notifier Sicherheitssysteme GmbH. (10. 11 2022). *Funk-Brandmeldesysteme*. *Notifier Broschüre*, S. 6.
- Pöppelmann, C. (2010). *Architektur*. München: Circon Verlag GmbH.
- RedaktionsNetzwerk Deutschland GmbH. (15. 01 2023). *Vor zwei Jahren brannte Notre-Dame: Das ist seitdem passiert*. Von RND.de: <https://www.rnd.de/panorama/notre-dame-wie-kam-es-zur-brandkatastrophe-im-jahr-2019-was-ist-seitdem-passiert-P6QBHL74SBFNJEJA7VFUOZ4JXQ.html> abgerufen
- Rosin, H., & Claus, B. (2017). *Handbuch der linearen Rauchmelder*. Erlangen: Schramer GmbH.
- Sächsisches Staatsministerium für Inneres. (2004). *Sächsische Versammlungsstättenverordnung*. Dresden: SV SAXONIA Verlag GmbH.

- Sächsisches Staatsministerium für Inneres. (2005). *Sächsische Beherbergungsstättenbaurichtlinie*. Dresden: SV SAXONIA Verlag GmbH.
- Schlaginweit, H., & Forstner, H. K. (2003). *Kunstgeschichte*. Basel: Schwabe Verlag.
- Schweizer, A. (04. 11 2022). *Ausdehnungs-Koeffizienten von Metallen und Flüssigkeiten*. Von www.schweizer-fn.de Formelsammlung und Berechnungsprogramme: <https://www.schweizer-fn.de/stoff/waermedehnung/waermedehnung.php> abgerufen
- Schwerdtfeger, A. (2018). *Konzeption und Evaluierung eines Prozesses zur ganzheitlichen Sicherheitsbewertung von Mobile-Access-Systemen*. Wuppertal: Begische Universität Wuppertal.
- Seresse, V. (2011). *Kirche und Christentum - Grundwissen für Historiker*. Paderborn: Ferdinand Schöningh Verlag.
- Statista GmbH. (15. 01 2023). *Geschätzte Kosten für die Arbeiten zum Wiederaufbau der Kathedrale Notre-Dame im Jahr 2019*. Von [statista.com](https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1055383/umfrage/kosten-fuer-den-wiederaufbau-der-kathedrale-notre-dame/): <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1055383/umfrage/kosten-fuer-den-wiederaufbau-der-kathedrale-notre-dame/> abgerufen
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. (20. 10 2022). Von Baden Württemberg Statistisches Landesamt: <https://www.statistik-bw.de/HandwBauwirtsch/Bautaetigkeit/LRt1213.jsp> abgerufen
- Usemann, K. W. (2003). *Brandschutz in der Gebäudetechnik*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH.
- Vanselow, T. (18. 11 2022). *Brandfrüherkennung mit Wärmebild-Kameras (Infrarot)*. Von Camtelligence: <https://www.camtelligence.de/videoeueberwachung/brandfrueherkennung-mit-waermebild-kameras-industrie/> abgerufen
- Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V. (2020). *vfdb-Brandschadensstatistik - Untersuchung der Wirksamkeit von (anlagentechnischen) Brandschutzmaßnahmen*. Münster: Sebastian Festag & Ernst-Peter Döbbling.
- Westermeir, G. (2004). *Diversitäre Zugangs- und Sicherheitsmechanismen angewendet in automatisierten Gebäuden*. München: Technische Universität München.
- Wilkinson, P. (2013). *Architektur 50 Schlüsselideen*. Berlin: Springer Verlag.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Mittweida, den 06.05.2023

Sebastian Fricke