

MARKUS BRÜGGEN
Aufstiegsbeamter
Stadt Neuss
Amt für Brandschutz und Rettungswesen



Brandwände verschiedener Ausführung

Facharbeit gemäß § 21 VAP 2.2-Feu NRW

Aufgabenstellung

Brandwände verschiedener Ausführung

Nach § 30 Absatz 5 der Musterbauordnung (MBO) und der Landesbauordnung Nordrhein-Westfalen (BauO NRW 2018) sind Brandwände mit drei verschiedenen Ausführungen des oberen Anschlusses zulässig. Vergleichen sie die Wirksamkeit der drei verschiedenen Ausführungen und stellen sie deren jeweilige Vor- und Nachteile detailliert gegenüber.

Leiten sie daraus Anwendungen, Anwendungsgrenzen und geeignete Kompensationsmaßnahmen ab und begründen sie diese nachvollziehbar.

Zusammenfassung

In dieser Arbeit werden Brandwand-Dachanschlüsse betrachtet, die schon über 60 Jahre in der MBO und der BauO NRW festgeschrieben sind.

Nach einer kurzen Erläuterung der gesetzlichen Grundlagen zu Brandwänden und Baustoffen, erfolgt die detailreiche Betrachtung der drei Ausführungsformen. Der daraus resultierende Vergleich zieht bautechnische, aber auch einsatztaktische Einflüsse in Betracht.

Von der technischen und rechtlichen Erläuterung werden die Vor- und Nachteile beschrieben. Sehr eindeutig kann dabei ein Brandwand-Dachanschluss als bestmögliche Ausführung benannt werden. Entscheidend ist hier die erfolgreiche Unterbindung von Wärmeübertragungseffekten.

Die Thematik wird nicht nur aus Sicht der Feuerwehr betrachtet. Auch die Belange der am Bau Beteiligten sind ebenfalls Gegenstand dieser Arbeit.

Dieser Beitrag ist aber auch ein klares Bekenntnis zur Einigkeit zwischen Schutzzieldefinition und der Feuerwehreinsatztaktik. Die gemeinsame Schnittmenge aus beiden „Gewerken“ führt zum Einsatzerfolg und somit zur Erfüllung der höchsten staatlichen Aufgabe, die körperliche Unversehrtheit der Bürger zu schützen.

So lassen sich aus den Anwendungsbeispielen und Anwendungsgrenzen auch Kompensationsmaßnahmen ableiten, die allesamt ein konsequentes Durchsetzen der bautechnischen und einsatztaktischen Möglichkeiten erfordern.

Inhalt

Zusammenfassung	I
Inhalt	II
Verzeichnisse	IV
1.0 Einleitung	1
1.1 Einführung	1
1.2 Schutzziele	2
1.3 Brandwand.....	2
1.4 Grundlagen	3
1.5 Alternativen.....	3
1.6 Abstufungen.....	4
1.7 Prüfung	4
1.7.1 Baustoffe.....	4
1.7.2 Bauteile.....	5
1.8 Sonderfälle.....	6
1.8.1 Wände anstelle von Brandwänden	6
1.8.2 Bauart einer Brandwand	6
1.8.3 Komplextrennwände	7
1.9 Brandabschnitte	7
1.10 Brandwand und Dach	7
1.11 Die Brandausbreitung über den Dachanschluss.....	8
2.0 Hauptteil	10
2.1 Dachanschlüsse	10
2.2 Über Dach geführte Brandwand	10
2.2.1 Wirksamkeit	11
2.2.2 Vor- und Nachteile	11
2.2.3 Anwendungen	12
2.2.4 Anwendungsgrenzen	12
2.3 Beiderseits auskragende feuerbeständige Platte.....	12
2.3.1 Wirksamkeit	12
2.3.2 Vor- und Nachteile	13
2.3.3 Anwendung	13
2.3.4 Anwendungsgrenzen	13
2.4 Führung bis unter die Dachhaut.....	13
2.4.1 Wirksamkeit	14

2.4.2	Vor- und Nachteile	14
2.4.3	Anwendung	15
2.4.4	Anwendungsgrenzen	15
2.5	Sonstige Vor- und Nachteile	16
2.6	Kompensationsmaßnahmen	17
2.6.1	Über Dach geführte Brandwand.....	18
2.6.2	Beiderseits auskragende feuerbeständige Platte.....	18
2.6.3	Führung bis unter die Dachhaut.....	19
3.0	Fazit.....	20
	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	21
	Anhang A.....	24
	Anhang B.....	25
	Eidesstattliche Erklärung	26

Verzeichnisse

Abbildungen:

Abbildung 1: Zweischalige Brandwand [10]	10
Abbildung 2: Isothermenverlauf [16]	11
Abbildung 3: Feuerbeständige Kragplatte [10]	12
Abbildung 4: Führung bis unter die Dachhaut [10]	14
Abbildung 5: Dieses Bild hängt in der Kantine der Landesfeuerwehrschule Bruchsal aus. Es zeigt die waghalsige Brandbekämpfung von einem Satteldach aus und hat ironischen Charakter.	15
Abbildung 6: Schnittmenge der Gefahrenmatrix und den Schutzz Zielen § 14 MBO (Autor)	24

Tabellen:

Tabelle 1: Schutzz Zielle	2
Tabelle 2: Vor- und Nachteile der Brandwand-Dachanschlüsse	17
Tabelle 3: allgemeine Kompensationsmaßnahmen.....	18
Tabelle 4: Baustoffklassen nach DIN 4102-1 [14]	25
Tabelle 5: Klassifizierung des Brandverhaltens auf Europäischer Ebene [34]	25

Abkürzungen:

ETK	Einheits-Temperaturzeitkurve
MBO	Musterbauordnung Fassung 2002 (zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 13.05.2016)
BauO NRW	Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen 2018
LBO	Bauordnungen der Länder
GK	Gebäudeklasse

1.0 Einleitung

1.1 Einführung

Der Ausdruck Brandwand bezeichnet eine feuerbeständige Wand, die die Ausbreitung eines Gebäudebrandes, nach außen oder über das Dach hinaus, aufhalten soll. Es handelt sich demnach um eine räumliche und bauliche Trennung von Gebäuden und Gebäudeteilen. [1]

Die Anforderungen an Brandwände und deren Dachabschlüsse werden durch die Gesetzgebung geregelt und durch die am Bau Beteiligten, der Bauaufsicht und den Brandschutzdienststellen, allgemein auch Gefahrenvorbeugung genannt, umgesetzt und überwacht.

Maßgebend hierfür sind die Musterbauordnung (2016) und die Bauordnung des Landes Nordrhein-Westfalen (2018), die im § 30 Abs. 5 diese Anforderungen vorgeben. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass sich Teile der BauO NRW, u.a. besagter Paragraph, derzeit in Revision befinden [2].

Die am Bau Beteiligten müssen Kundenwünsche, rechtliche Regelungen und die technische Ausführung von Brandwand und Dachanschluss im Bauprojekt sowie die Belange des abwehrenden Brandschutzes vereinigen. Dabei stehen die Bauaufsicht und die Brandschutzdienststellen überwachend, aber auch beratend zur Seite.

Die Feuerwehren haben im System der vorbeugenden und abwehrenden Maßnahmen zur Verhinderung der Brandausbreitung und der Durchführung wirksamer Löschmaßnahmen eine zentrale Rolle, werden diese doch operativ direkt am Bauteil Brandwand an der Einsatzstelle tätig.

Die rechtlichen Bedingungen stehen im Fokus dieser Arbeit. Sie beziehen sich auf die Brandwände, sowohl in Form der Gebäudeabschlusswände, als auch der Trennwände eines Brandabschnittes (innere Brandwand), sowie deren Dachabschlüsse [1].

Auch wenn rechtliche Rahmenbedingungen einen großen Teil der Anforderungen ausmachen, sollte die Errichtung, also die Fertigstellung der Bauprojekte, nicht außer Acht gelassen werden. Denn letztlich ist für die Erfüllung der Schutzziele nach § 14 der Musterbauordnung ein Zusammenspiel aus Bauordnungsrecht und Gefahrenabwehrrecht erforderlich.

Durch eine umfangreiche Literaturrecherche und Gespräche mit renommierten Fachleuten wurde das Portfolio der Regelwerke und praktischen Erfahrungen zusammengetragen. Die verschiedenen Ausführungsformen der Brandwand-Dachanschlüsse können so in dieser Arbeit detailliert verglichen werden, um letztlich geeignete Kompensationsmaßnahmen abzuleiten.

1.2 Schutzziele

Schutzziele werden durch die Musterbauordnung (MBO) und die Bauordnungen der Länder (LBO) definiert. Es erfolgt hierbei eine Festlegung, welches Sicherheitsniveau durch Bauwerke und bauliche Anlagen gegeben sein muss. Eine Risikoreduzierung auf null ist empirisch unmöglich. Die MBO führt im sogenannten Sicherheitsparagraph 14 aus: „*Bauliche Anlagen sind so anzurichten, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung von Feuer und Rauch vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.*“ Für die Entstehung von Bränden sind neben fahrlässiger oder vorätzlicher Brandstiftung vor allem Elektrizität, Überhitzung oder offenes Feuer verantwortlich [3]. Um eine Brandentstehung zu verhindern eignen sich bauliche Maßnahmen allerdings zumeist nicht. Die Ausbreitung von Bränden kann durch die Einteilung von Gebäuden in Abschnitte und durch raumabschließende Bauteile mit Brandschutzeigenschaften verhindert oder dieser zumindest entgegengewirkt werden. Die Rettung von Menschen und Tieren, im baurechtlichen Sinne ist hier die Eigenrettung gemeint, kann durch kurze Wege ins Freie, eine frühzeitige Alarmierung sowie eventuelle Kennzeichnungen von Rettungswegen wirkungsvoll baulich ermöglicht werden [1]. Für die Rettung von Personen mit eingeschränkter Mobilität, wie z. B. Rollstuhlfahrer*innen oder pflegebedürftige Menschen können hier besondere Anforderungen entstehen. Ein weiteres Schutzziel (siehe Tabelle 1) ist es, wirksame Löschmaßnahmen zu ermöglichen. Der Einbau von beispielsweise Löschwasserleitungen oder Maßnahmen zur Rauchfreihaltung oder Entrauchung sind hierbei zu nennen. Die Dimensionierung einer Feuerwiderstandsdauer erlaubt es der Feuerwehr abzuschätzen, ob ein Bauteil auch nach längerer Brandeinwirkung standhält oder ob von einem Einsturz auszugehen ist. Über die grundsätzlichen Schutzziele hinaus kann es für bestimmte Gebäude individuell festgelegte Schutzziele geben, welche besondere Brandschutzmaßnahmen notwendig machen. So ist der Schutz von besonderen Kulturgütern, hohen Sachwerten oder empfindlichen technischen Einrichtungen baurechtlich nicht grundsätzlich definiert und kann im Einzelfall höhere Anforderungen begründen (vgl. §51 Sonderbauten MBO).

Schutzziel 1:	Vorbeugung der Entstehung von Feuer und Rauch
Schutzziel 2:	Vorbeugung der Ausbreitung von Feuer und Rauch
Schutzziel 3:	Ermöglichung der Rettung von Menschen und Tieren
Schutzziel 4:	Ermöglichung wirksamer Löscharbeiten

Tabelle 1: Schutzziele

1.3 Brandwand

Stadtbrände waren noch Anfang des 19. Jahrhunderts gefürchtete Katastrophen, die es mit allen Mitteln zu verhindern galt [4]. Noch bevor leistungsfähige Feuerwehren gegründet wurden war bekannt, dass stabile Mauern die Fähigkeit besitzen, ein Feu-

er in seiner Ausbreitung zu behindern. Diese Erkenntnis führte zur Errichtung von Mauern (seit 1910 in der preußischen BauPolVO erwähnt [4]) mit dem Ziel, eine Ausbreitung von Feuer und Rauch im Brandfall zu unterbinden. Dabei können die sogenannten Brandwände als tragende, sowie als nichttragende Bauteile errichtet werden. Brandwände haben sich bei vielen Brandereignissen bestens bewährt. Herr Maiworm führt aus, dass sich Brandwände als „*Last Line of Defence*“ [5] beschreiben lassen.

1.4 Grundlagen

Brandwände müssen als raumabschließende Bauteile zum Abschluss von Gebäuden oder zur Unterteilung von Gebäuden in Brandabschnitte eine Ausbreitung von Feuer und Rauch verhindern. Das Konzept der Abschnittsbildung, auch um wirksame Löschmaßnahmen zu ermöglichen, findet sich ebenfalls im Paragraph 30 der MBO. Gleichzeitig wird dort definiert, wann Brandwände zu errichten sind:

- Brandwände müssen grundsätzlich errichtet werden, wenn der Abstand zur Grundstücksgrenze weniger als 2,50 m beträgt.
- Zur Unterteilung ausgedehnter Gebäude in Abständen von höchstens 40 m.
- Zur Unterteilung in Brandabschnitte in je 10.000 m³ Rauminhalt bei landwirtschaftlichen Gebäuden.
- Zwischen Wohn- und landwirtschaftlichen Gebäudeteilen.

Die MBO beschreibt nicht nur wann Brandwände zu errichten sind, sie lässt auch alternative Ausführungen zu.

1.5 Alternativen

Brandwände sind feuerbeständige Mauern aus nichtbrennbaren Baustoffen, welche zusätzlich eine definierte mechanische Belastbarkeit aufweisen. Paragraph 30 der MBO beschreibt die grundsätzlichen Anforderungen an eine Brandwand und stellt die Kriterien für eine Errichtung dar:

- Brandwände müssen auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung feuerbeständig sein.
- Gebäudeabschlusswände müssen als Brandwände ausgeführt werden, wenn der Abstand zur Grundstücksgrenze weniger als 2,50 m beträgt.
- Brandwände müssen aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen.
- Öffnungen sind in Brandwänden grundsätzlich unzulässig
- Brandwände dürfen nicht mit brennbaren Baustoffen unterbrochen werden.
- Brandwände müssen grundsätzlich 30 cm über Dach geführt oder mittels jeweils 50 cm auskragenden Platte in feuerbeständiger Ausführung errichtet werden. Für Gebäude der GK 1-3 reicht eine Ausführung bis dicht unter die Dachhaut.
- Brandwände müssen in allen Geschossen übereinander angeordnet sein.
- Bei Gebäuden, die über Eck zusammenstoßen, muss der Abstand der Brandwand von der inneren Ecke 5 m betragen.

1.6 Abstufungen

Die MBO lässt abhängig von der Gebäudeklasse (GK)¹ Abstufungen in Bezug auf Brandwand und Dachanschlussart zu:

- Für den Dachbereich sind die Anforderungen der MBO an Bauteile wie Trennwände niedriger. Deshalb müssen kompensatorische Maßnahmen dafür Sorge tragen, dass eine Brandausbreitung über Dach nicht erfolgt. Dies kann durch eine über Dach führende Brandwand oder mittels einer feuerbeständigen Auskragung von jeweils 50 cm beidseits erfolgen.
- Es genügt in den Gebäudeklassen 1 bis 3 eine hochfeuerhemmende, also mit 60 min. Feuerwiderstand dimensionierte Wand. Wird ein Bauwerk der Gebäudeklasse 4 zugerechnet, muss die Wand zusätzlich einer definierten mechanischen Belastung standhalten.
- Alle Öffnungen, die bei inneren Brandwänden ausnahmsweise zulässig sind, müssen in derselben Feuerwiderstandsklasse geschottet oder mit entsprechenden Feuerschutzabschlüssen versehen werden.
- Brandwände können mit alternativen Dachanschlüssen ausgeführt werden.
- In Ausnahmefällen kann vom Grundsatz, dass die Brandwand in allen Geschossen übereinander angeordnet sein muss, abgewichen werden. Eine geschossweise versetzte Anordnung kann unter Auflagen erfolgen. [1]

1.7 Prüfung

Bauprodukte werden entsprechend ihrer Brennbarkeit sowie ihrer Feuerwiderstandsdauer in unterschiedliche Baustoffklassen und Feuerwiderstandsklassen eingeteilt. Die Klassifizierung erfolgt in der Bundesrepublik Deutschland über die DIN 4102 sowie über die DIN EN 13501. Eines der wichtigsten Kriterien für die Beurteilung von Baustoffen und Bauteilen ist ihr Verhalten im Brandfall. Brandwände müssen der Prüfnorm DIN EN 4102-3 entsprechen, oder mit den klassischen Brandwänden aus der DIN 4102-4 Ziffer 4.8 übereinstimmen.

1.7.1 Baustoffe

Ein Baustoff ist ein aus nur einem einzigen Stoff bestehendes Material und wird zum Errichten von Bauwerken und Gebäuden benutzt. Dabei kommen Baustoffe sowohl in ihrer ursprünglichen Form als auch als weiterverarbeitetes Produkt (Bauprodukt) zum Einsatz. Die brandschutztechnische Einstufung von Baustoffen erfolgte bisher nach der DIN 4102-1. Dort wird zwischen nichtbrennbaren Baustoffen (Klasse A) und brennbaren Baustoffen (Klasse B) unterschieden. Durch die Europäische Kommission wurde im Jahr 2000 ein neues Klassifizierungssystem eingeführt, welches sich in der DIN EN 13501 wiederfindet. Eine Einstufung in die sogenannten Euroklassen erfolgt entweder über die festgelegten Prüfverfahren oder bei bewährten Bauproduk-

¹ Die Einteilung von Gebäuden in Klassen richtet sich nach Höhe und Fläche der Nutzungseinheiten. Je höher die Gebäudeklasse, desto höher die Anforderungen an Baustoffe und Bauteile [1].

ten über Tabellen. So sind Beton, Ziegelstein oder keramische Erzeugnisse beispielsweise den nichtbrennbaren Baustoffen der Klasse A1 zugeteilt. Diese Einteilung macht einen Nachweis über das Brandverhalten entbehrlich (siehe Tabelle 4).

Als Bewertungsmaßstab für das Brandverhalten von Baustoffen diente bisher die DIN 4102-1. Die Entscheidung vom 08.02.2000 der Europäischen Kommission regelt die Klassifizierung auf europäischer Ebene (siehe Tabelle 5).

Bauteile, also auch Brandwände, bestehen aus Baustoffen. Die brandschutztechnische Einstufung eines Baustoffes lässt jedoch keinen Schluss auf das Brandverhalten eines Bauteils zu. Bauteile werden deshalb entsprechend ihrer Klassifizierung durch Brandversuche in Feuerwiderstandsklassen eingeteilt.

1.7.2 Bauteile

Bauteile setzen sich aus mindestens zwei oder mehreren Baustoffen zusammen. Als Bauteile dieser Norm gelten z.B. Wände, Decken, Stützen, Treppen oder Unterzüge. In Bezug auf die Standhaftigkeit von Bauteilen ist die Aussage über die Brennbarkeit auch nicht aussagekräftig genug. Stahlbauteile beteiligen sich z.B. nicht am Brandgeschehen, verlieren aber schon nach kurzer Brandeinwirkung ihre Stabilität. Holz hingegen beteiligt sich am Brandgeschehen, kann aber über eine ausreichende Dimensionierung lange seine statisch erforderlichen Qualitäten behalten. Daher werden entsprechend der nationalen DIN 4102 und der europäischen DIN EN13501 Bauteile entsprechend ihrer Prüfung in Feuerwiderstandsklassen eingeteilt. Die Zahl gibt dabei an, wieviel Minuten das Bauteil im Brandversuch entsprechend der festgelegten Prüfkriterien standgehalten hat. Aus der DIN 4102 ergeben sich die Feuerwiderstandsklassen:

- F 30: Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten, feuerhemmend,
- F 60: Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten, hochfeuerhemmend,
- F 90: Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten, feuerbeständig²,
- F 120: Feuerwiderstandsdauer von 120 Minuten,
- F 180: Feuerwiderstandsdauer von 180 Minuten.

Die DIN 4102 kennt weiterhin Bezeichnungen wie R90 (Brandschutzisolierungen) oder K90 (Brandschutzklappen), die ebenfalls die Feuerwiderstandsdauer von definierten Bauteilen angeben, hier aber nicht weiter betrachtet werden. Bei der Prüfung nach DIN 4102 wird die Tragfähigkeit (Gebrauchs- und Eigenlast), der Raumabschluss (sofern Prüfkriterium des Bauteils) sowie die Wärmedämmung (sofern Prüfkriterium des Bauteils) eines Bauteils in Gänze geprüft. Die Prüfung gilt als nichtbestanden, sobald ein Kriterium nicht erreicht wird.

² Die Begriffe feuerhemmend, hochfeuerhemmend und feuerbeständig stammen aus der MBO.

Eine Klassifizierung der Brandwand nach DIN 4102-2 ist also F90+M, dabei steht F90 für Feuerwiderstand 90 Minuten und das M für die nachgewiesene Standsicherheit bei einer zusätzlichen mechanischen Belastung.

Für die Beschreibung des Feuerwiderstands teilt die DIN EN 13501 den Feuerwiderstand unabhängig von der Funktion des Bauteils ein. Vielmehr werden die brandschutztechnisch relevanten Eigenschaften der Bauteile oder der Bauprodukte sowie ihr Feuerwiderstand in Minuten klassifiziert. Dabei werden die Kriterien Tragfähigkeit (R), Raumabschluss (E) und Wärmedämmung (I) unterschieden.

Die Staffelung der Feuerwiderstandsdauer ist feingliedriger als bei der DIN 4102 und wird mit den folgenden Zahlen angegeben: 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 und 360 Minuten.

Weitere Möglichkeiten einer Klassifizierung ergeben sich durch Zusätze wie z.B.:

- Begrenzung der Wärmestrahlung (W),
- Mechanische Stabilität (M),
- Begrenzung der Rauchdurchlässigkeit (S),
- Selbstschließend (C),
- Aufrechterhaltung der Energieversorgung (P).

Tragende Brandwände werden somit nach DIN EN 13501 als REI 90-M bezeichnet, nichttragende Brandwände als EI 90-M.

1.8 Sonderfälle³

1.8.1 Wände anstelle von Brandwänden

„Wände anstelle von Brandwänden“ sind Brandwände die im Wesentlichen für die Gebäudeklassen 1 – 4 zulässig sind. Diese Wände werden wie folgt unterteilt:

- Wände, die auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung hochfeuerhemmend sind F60-A+M oder REI60-M: GK 4,
- Wände, die hochfeuerhemmend sind F60-A oder REI60: GK 1 – 3,
- Gebäudeabschlusswände, die von innen nach außen die Feuerwiderstandsfähigkeit feuerhemmender Bauteile, und von außen nach innen die Feuerwiderstandsfähigkeit feuerbeständiger Bauteile haben (F30-F90 oder REI30-REI90): GK 1 - 3.

1.8.2 Bauart einer Brandwand

Bei der „Bauart einer Brandwand“ handelt es sich um eine gemäß § 30 Abs. 3 MBO zulässige, alternative Ausführung einer Brandwand. Im Unterschied zur klassischen Variante ist ein über die Dachhaut hinausführen nicht zwingend erforderlich. Türöff-

³ Die Kurzbezeichnungen beziehen sich jeweils auf das Beispiel tragende Wände.

nungen sind auch unterhalb der Feuerwiderstandsklasse T 90 zulässig. Nur die Stoßbeanspruchung bleibt als maßgebliches Prüfkriterium für herkömmliche Brandwände erhalten. Um diesen Kriterien zu genügen, sind die Wände in der Regel so massiv ausgeführt, dass sie dadurch ohnehin eine höhere Feuerwiderstandsklasse erreichen. [6]

1.8.3 Komplextrennwände

Komplextrennwände sind in den technischen Bestimmungen der Versicherungswirtschaft beschrieben und nicht baurechtlich begründet [7]. Für diese Wände bestehen wesentlich höhere Anforderungen. Komplextrennwände müssen einen Feuerwiderstand von 180 Minuten gewährleisten, einer höheren dreimaligen Stoßbeanspruchung standhalten und werden bis zu 80 cm über Dach geführt. Die Kurzbezeichnung lautet F 180-A oder REI 180-M. Deshalb findet diese besondere Ausführung nur in der Fußnote der DIN 4102-3 Erwähnung.

1.9 Brandabschnitte

Abstand und Abschottung sind die häufig zitierten Maßnahmen, die zur Erfüllung des zweiten Schutzzieles dienen. Dabei ist der Abstand zum Nachbargrundstück und Nachbargebäude als äußerer Brandabschnitt zu sehen, der durch Gebäudeabschlusswände der Nachbarobjekte gewährleistet wird. Innere Brandwände unterteilen ausgedehnte Gebäude in ihrem Inneren nach maximal 40 m Länge. Auf diese Weise kommt es zu Brandabschnittsgrößen von 1.600 m² [1], [8]. Dabei ist die Geometrie der Gebäude entscheidend. Bei Gebäuden in Form eines Quadrates oder eines Rechteckes sind die Anordnungen von Brandwänden und somit das Ermöglichen wirksamer Löscharbeiten unproblematisch. Der Abstand von 40 m lässt sich bis zur „Preußischen Einheitsbauordnung (EBO)“ v. 25. April 1919 zurückverfolgen. Schon damals war vorgeschrieben, dass „*Brandmauern [...] herzustellen [sind] [...] in ausgedehnten Gebäuden mindestens in Abständen von 40 m*“ (§ 14 EBO). Dieser Abstand wurde sowohl in die erste Fassung der Musterbauordnung übernommen (§ 36 Abs. 2 Nr. 3 MBO 1960) als auch in die erste Fassung der Landesbauordnung (§ 32 Abs. 6 Nr. 3 BauO NW 1962). Da § 30 Abs. 2 S. 1 Nr. 2 BauO NRW 2018 dem Schutzziel der Vorbeugung der Ausbreitung von Feuer und Rauch dient und darauf abzielt, dass ein Brandereignis innerhalb eines Brandabschnitts für die Feuerwehr beherrschbar bleibt, ist das MBHKG NRW zu dem Schluss gekommen, dass der Abstand von 40 m aus der Eindringtiefe der Feuerwehr bzw. der Wurfweite eines Strahlrohres von ca. 20 m resultiert (Löschangriff von zwei Seiten, d. h. 2 x 20 m = 40 m) [9].

1.10 Brandwand und Dach

Das Dach muss vielen technischen Anforderungen gerecht werden. Vom Witterschutz gegen Regen, Hagel und UV-Strahlung über Wärme- und Schallschutz bis hin zum Brandschutz. Das Dach ist das Gesamtkonstrukt aus Tragwerk, Unterkonstruktionen wie Schalung oder Lattung, Dämm- und Sperrsichten und der Dachhaut. Es bildet den oberen Abschluss von Gebäuden oder die Decke eines Dachraumes (z.B. beim Flachdach), Dabei kann es sich über Aufenthaltsräumen befinden oder den Abschluss von Dachböden oder Dach-Hohlräumen darstellen. Dachböden, die nach

Baurecht nicht als Aufenthaltsraum dienen, gelten auch nicht als Geschoss (§32 MBO).

Die MBO beschreibt im § 32, dem Abschottungsprinzip entsprechend, eine Widerstandsfähigkeit der harten Bedachung von außen durch Flugfeuer und strahlende Wärme. Das Gegenteil zur harten Bedachung bildet der Begriff „weiche Bedachung“. Dieser Begriff findet sich nicht in den Baurechtsbestimmungen. Er stammt aus den Beschreibungen der zulässigen Kriterien, wenn die Anforderungen an die harte Bedachung nicht erfüllt werden können. Er hat sich durch die Bau- und Brandschutzliteratur als geeignet erwiesen. Die für die weiche Bedachung zulässigen Kriterien sind im §32 MBO Abs. 2 detailliert beschrieben und verweisen grundsätzlich auf die Einhaltung von Abständen zwischen Gebäuden mit dieser Art der Bedachung. Diese Prinzipien vereinen sich auch im Anschluss von Brandwand an das Dach. Abstände werden durch die vorgegebenen Brandabschnittsgrößen bestimmt, die Art der Brandwand und die des Dachanschlusses werden durch die Gebäudeklasse oder bautechnischer Vorgaben bestimmt. Zur qualitativen Bemessung wird in dieser Arbeit beschrieben, wie zuverlässig eine Ausbreitung von Feuer und Rauch über Dach durch die unterschiedlichen Ausführungen der Brandwände verhindert werden kann.

1.11 Die Brandausbreitung über den Dachanschluss

In diesem Kapitel wird die nicht Einhaltung des Schutzzieles 2 (Verhinderung der Ausbreitung von Feuer und Rauch, siehe Tabelle 1) über den Brandwand-Dachanschluss aus wissenschaftlicher Sicht beschrieben. Zur Beschreibung der Ausbreitung von Feuer und Rauch dienen die physikalischen Effekte der Wärmeübertragung. Von der Zündung eines kleinen Bereiches (bei Baustoffen schwankt die Zündtemperatur um 300 °C [8]) bis zum Übergreifen auf einen Brandabschnitt oder ein Nachbargebäude sind es stets Wirkungen und Wechselwirkungen der Wärmeübertragungseffekte, die die Ausbreitung ermöglichen. Dies sind die Wärmeleitung, Wärmeströmung und Wärmestrahlung. Wärmeleitung ist die Wärmeübertragung durch feste Körper. Die Wärmeströmung oder Wärmekonvektion erfolgt grundsätzlich über die Luftatmosphäre. Es kommt durch große Temperaturunterschiede zu Strömungseffekten, die durch Wind oder Druckunterschiede der Luftmassen in Gebäuden beeinflusst werden. Auch die Ausbreitung von Rauch ist eine Form der Wärmeströmung. Die markantesten Effekte der „Rauch-Wärmeströmung“ sind in feststoffbefeuerten Wärmegewöhnungsanlagen bei der Flashover-Simulation zu beobachten. Durch die Wärmeströmung entsteht Thermik, die glühende oder gar brennende Teile mitreißen kann, das Flugfeuer. Die Wärmestrahlung ist eine medienunabhängige Wärmeübertragung durch elektromagnetische Wellen. So kann Strahlung grundsätzlich abgeschirmt werden, aber ihre Wirkung geht in alle Richtungen. Eine hohe Brandtemperatur hat hohe Strahlungsenergie zur Folge. Andere Brandausbreitungseffekte wie Herabfallen, -fließen oder –tropfen von brennenden Materialien oder Stichflammen und Explosionserscheinungen sind für den Feuerübergriff über den Brandwand-Dachanschluss von geringerer Bedeutung [8]. Das zu beschreibende

Schadensbild für den Feuerübergriff sieht für alle drei Dachanschlüsse⁴ gleich aus. Ein Brand auf einer Seite der Brandwand oder der Dachkonstruktion zerstört diese und wird in Folge von Brandausbreitungseffekten auf die noch nicht betroffene Seite des Daches, also der Brandwand, übergreifen bzw. dies versuchen.

Dabei lassen sich drei Szenarien unterscheiden:

- die Brandeinwirkung von außen auf die Dachhaut,
- Feuerübergriff vom Nachbargebäude durch Flugfeuer oder strahlende Wärme,
- Brandeinwirkung aus dem Rauminneren auf die Unterseite der Dachkonstruktion. [10]

Der Begriff Dachhaut ist auf unterschiedliche Weise definiert. In einigen Quellen wird die Dachhaut als die Schicht des Daches bezeichnet, die den Witterungsschutz / Regenschutz der Dachkonstruktion darstellt. Ein Sprachgebrauch, der sich bereits in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts findet: „... die getragenen Dachdeckung, als das Schutzmittel gegen Witterungseinflüsse im Gegensatz zum tragenden Dachgerüst.“ [11]. Üblicherweise beginnt die Dachhaut beim Satteldach mit der Unterspannbahn, also oberhalb des Sparrens. Dazu gehört dann noch die Lattung / Konterlattung und die Eindeckung (z. B. Dachziegel). Die Unterspannbahn führt durchgedrungenes Wasser zur Regenrinne ab. Daher zählt man sie ebenfalls zur Dachhaut. Aus Sicht des Brandschutzes funktioniert diese Definition aber nicht, denn die Brandwand würde, im Fall der Gebäudeklasse 1 – 3, ihre Funktion verfehlen. Da wäre die Dachhaut (entsprechend § 30 MBO Abs.5) eigentlich die Dachdeckung, sprich der Ziegel, die Schindel oder das Blech. Geht die Brandwand nur bis zur Unterspannbahn, können Feuer und Rauch ungehindert von einem Brandabschnitt in den anderen übergehen. Also muss der Bereich oberhalb so gedämmt und ausgebildet werden, dass kein Feuerüberschlag erfolgt, aber gleichzeitig keine Wärmebrücke entsteht [12]. Der Erfolg der Brandbekämpfung im Falle der Brandausbreitung über den Dachanschluss hängt von vielen Faktoren ab. Zahl der zu rettenden Menschen, Brandlast, Zugänglichkeiten, Löschwasserversorgung uvm. Im Sinne dieses Kapitels stehen das Brandereignis und die Feuerwiderstandsdauer im Vordergrund der Überlegungen. Je nach Gebäudeklasse sind unterschiedliche Feuerwiderstandsdauern der Bauteile und der Brandwände (und deren Ableger) zugelassen. Bei einer späten Brandentdeckung, also langer Vorbrennzeit, und vor allem, wenn die ersteintreffenden Einsatzkräfte umfangreiche Maßnahmen zur Menschenrettung durchführen müssen, bevor sie die Brandbekämpfung einleiten können, könnte die Wirksamkeit der Brandwand sowie ihres Anschlusses an das Dach jede Wirksamkeit verloren haben. So ist die Wirksamkeit der Brandwand-Dachanschlüsse im hier genannten Fall für den gesamten Einsatzerfolg von großer Bedeutung.

⁴ Über Dach geführte Brandwand, beiderseits auskragende feuerbeständige Platte und Führung bis unter die Dachhaut.

2.0 Hauptteil

2.1 Dachanschlüsse

Der Begriff Wirksamkeit ist an die Erreichung eines bestimmten Ziels geknüpft. Die Güte dieser Zielerreichung ist dabei die Effektivität. In diesem Kapitel ist unter Wirksamkeit nur die Verhinderung des Feuerüberschlags durch den Brandwand-Dachanschluss beschrieben. Er ist dann wirksam, wenn der Feuerüberschlag von der einen Seite des Brandabschnittes auf die andere Seite auch über Dach über einen definierten Zeitraum verhindert wird. Dabei gibt es in der Effektivität keine Abstufungen. Es gilt das Prinzip Null oder Eins. Grundsätzlich gilt die berechtigte Annahme, dass die unter den bestehenden gesetzlichen Regelungen angewandten Dachanschlüsse (§ 30 MBO Abs. 5), in der jeweiligen Gebäudeklasse und bei korrekter Bauweise, einwandfrei funktionieren. Ebenso haben sich diese Dachanschlüsse mittlerweile bewährt in dem sie den Feuerüberschlag nachweislich verhindert und die Einsatztaktik der Feuerwehr unterstützt haben [4]. Die feuerschutztechnische Wirksamkeit einer Wand wird durch die in der DIN 4102 beschriebenen Prüfverfahren belegt. Sie beziehen sich allerdings nicht auf deren Dachanschlüsse.

Eine Kombinationsprüfung aus Wand und Dachanschluss gibt es derzeit nicht!
[13] [14] [15]

2.2 Über Dach geführte Brandwand

Die über Dach geführte Brandwand ist die Bauart, die am längsten per „Bauordnung“

in dieser Form als Dachanschluss⁵ verwendet wird. Die Preußische Einheitsbauverordnung von 1919 (EBO) sah schon das Maß „30 cm über Dach“ vor [4]. Dieses Maß ist heute noch in der MBO vorhanden und wird nur durch die Musterindustriebaurichtlinie mit 50 cm übertroffen. Aber es gab in den Augen der Gesetzgebung der Vergangenheit schon Anlass das Maß von 30 cm festzulegen, denn in der Bau-Polizei-Ordnung für Berlin war einst gefordert, dass „eine massive Brandmauer [...] 20 cm über Dach geführt werden [muss]“ [9].

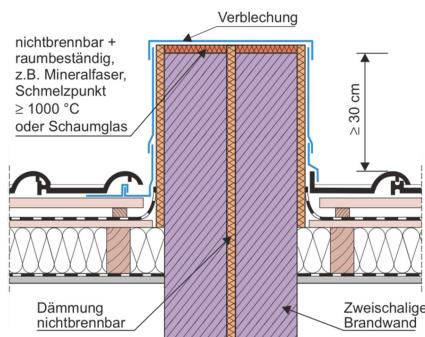


Abbildung 1:
Zweischalige Brandwand [10]

⁵ Die Art der Brandwand ist von der Gebäudeklasse abhängig. Außerdem sind die in Abbildung 1, Abbildung 3 und Abbildung 4 dargestellten beispielhafte Prinzipskizzen.

2.2.1 Wirksamkeit

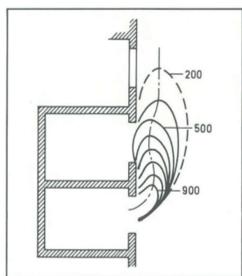


Abbildung 2:
Isothermenverlauf
[16]

Schon die Tatsache, dass diese Art des Brandwand-Dachanschlusses nunmehr seit mindestens über 100 Jahren in den Bauordnungen gefordert wird, lässt den Schluss zu, dass sich die Wirksamkeit bewährt hat. Das Abschottungsprinzip der über Dach geführten Brandwand wirkt, in dem die Wärmeleitung und Wärmeströmung unterbunden wird. Ein offener Dachbrand, unmittelbar neben der Brandwand, führt allerdings auch zu Effekten der Wärmestrahlung. Am oberen Ende der Brandwand, also 30 cm (+Brandwandstärke) über der noch unbetroffene Dachhaut, beginnt die Wärmestrahlung der Brandseite auf den Nachbarbrandabschnitt einzuwirken. Dabei wirken sich die Verdunstungseffekte in der Flammenzone positiv aus. Denn je länger und höher die Flammenzone, desto geringer ist die Temperatur der Flammenzone und folglich der Strahlensintensität (siehe Abbildung 2). Für das hier beschriebene Schadensbild existieren keine wissenschaftlich belegbaren Realbrandversuche. Dem Szenario am ähnlichsten sind die Lehrter Brandversuche⁶. In diesen wissenschaftlichen Brandversuchen wurde unter anderem der vertikale Feuerüberschlag von übereinanderliegenden Nutzungseinheiten untersucht. In den Versuchsanordnungen wurde der Vollbrand einer Wohnung mit Flammenausschlag aus dem Fenster herbeigeführt. Durch wohl überlegt angeordnete Messinstrumente, wurde die Temperaturentwicklung an den Fenstern der Brandwohnung und der Wohnung darüber gemessen. Dadurch konnte unter anderem die Temperaturentwicklung in der Flammenzone und den darüber liegenden Messstellen aufgezeichnet werden [16]. Überträgt man diese Erkenntnisse auf das Schadensbild „Dachdurchbrand“ neben einer über Dach geführten Brandwand, dann ist festzustellen, dass auch die Wärmestrahlung bei zugelassener Brandlast, normalen Windverhältnissen (d.h. die Flammen werden durch den Wind nicht auf die andere Seite des Brandabschnittes gedrückt) und harter Bedachung keinen schädlichen Einfluss auf die Dachseite des noch unbetroffenen Brandabschnittes haben wird.

2.2.2 Vor- und Nachteile

Für die Feuerwehr liegt der Vorteil der über Dach geführten Brandwand in ihrer hohen Sicherheit. Denn die Wärmeübertragungseffekte werden bei der über Dach Führung nahezu vollständig abgeschaltet. Über Dach geführte Brandwände sind von Feuerwehreinsatzkräften auch ohne die Einsichtnahme von Feuerwehrplänen (wenn überhaupt vorhanden) von außen erkennbar. Außerdem bieten sie Deckung und Halt beim Vortragen eines Löschangriffes vom Dach des Nachbarbrandabschnittes aus. Nachteile sind überwiegend auf der bauphysikalischen Seite zu sehen. Über Dach geführte Brandwände bilden bei schlechter Ausführung schnell Wärmebrücken und sind auchabdichtungstechnisch schwieriger zu lösen (Tauwasserausfall / Feuchteschäden).

⁶ Das gilt auch für die beiderseits auskragende feuerbeständige Platte.

2.2.3 Anwendungen

Für Gebäude der GK 5 wird dieser Dachanschluss mit voller Brandwandqualität (auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen) verwendet. Oder er tritt in Kombination mit Wänden anstelle von Brandwänden in der GK 4 auf. Auch hier muss die Brandwand unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung hochfeuerhemmend sein [1]. Bei Anbauten bietet sich meist nur die über Dach Führung der Brandwand an. Aufgrund der Dachhöhe der Gebäude der GK 4 + 5 ist das hohe Schutzniveau, das die über Dach geführte Brandwand bietet, aus Sicht der Feuerwehr die wünschenswerte Form des Brandwand-Dachanschlusses. Eine Verteidigung des noch unbetroffenen Brandabschnittes vom Dach aus und/oder unter Zuhilfenahme von Hubrettungsgeräten ist (bei ausreichender Absturzsicherung) [17], wenn über das Dach vorgegangen wird) hinter dem Überstand einer über Dach geführten Brandwand gut durchführbar. Tatsächlich werden gerade bei Brandabschnitten mit großen Brandlasten, wie sie im Industriebau zu finden sind, ausschließlich über Dach geführte Brandwände gefordert (siehe oben). Hier ist ein Dachüberstand von 50 cm gefordert [7].

2.2.4 Anwendungsgrenzen

Zur Erfüllung der Schutzziele gemäß § 14 MBO ist die über Dach geführte Brandwand das wirksamste Bauteil. Das sichere Unterbinden der gängigen Wärmeübertragungseffekte hat sich bei diesem Dachanschluss über Jahre bewährt. Somit bestehen den baulichen Brandschutz betreffend keine wirklichen Anwendungsgrenzen. Für die Errichter*innen und Betreiber*innen*innen von Gebäuden können der Denkmalschutz, das Vermeiden von Wärmebrücken oder die Anordnung von Dachaufbauten, wie Photovoltaikanlagen, Atriumlichteinlässe oder Dachbegrünung eine Anwendungsgrenze aus bauplanerischer Sicht sein.

2.3 Beiderseits auskragende feuerbeständige Platte

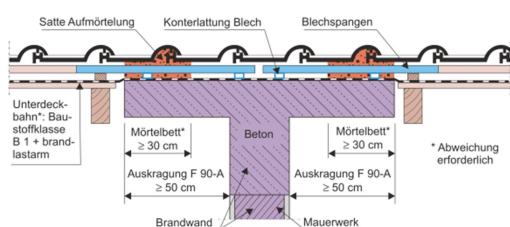


Abbildung 3:
Feuerbeständige Kragplatte [10]

Die umgangssprachlich genannte „Kragplatte“ wird seit 1960 in MBO und der BauO NRW erwähnt. [18] Ebenso wird das Verbot brennbare Teile des Daches über die Kragplatte hinwegzuführen zitiert. Eine weitere Variante der Kragplatte wurde bis 1984 in NRW gestattet. Diese war bis zu 2 m breit und für Gebäude mit „größerer Brandgefahr“ vorgesehen [4].

2.3.1 Wirksamkeit

Wirkprinzip ist auch hier der Abstand. Bei einem Dachflächen- oder Dachdurchbrand, der unmittelbar neben der Kragplatte verläuft, beträgt die Entfernung zur nächsten Dachhautzone mindestens 1 m. Auch hier führen die oben beschriebenen Verdunstungseffekte in der Flammenzone dazu, dass die Strahlungsintensität von der Flammenspitze bis zur Dachhaut des Nachbarbrandabschnittes soweit herabgesetzt ist, dass kein Brandüberschlag erfolgt. Zumindest wenn die Windverhältnisse und

Brandlasten auf der Brandseite keine weitere Wärmeübertragung ermöglicht. In der Literatur wird die Ausführung als Kragplatte als Kompromiss bezeichnet, der den Gestaltungswünschen von Erbauer*innen und Entwurfsverfasser*innen entgegenkommen soll [19].

2.3.2 Vor- und Nachteile

Aufgrund der beiderseitigen Auskragung kann sie nur als Brandwand-Dachanschluss von inneren Brandwänden eingesetzt werden [1]. Über einer Gebäudeabschlusswand käme es zu nachbarschaftsrechtlichen Problemen. Dachaufbauten können bei dieser Variante gut eingesetzt werden, solange es sich nicht um brennbare Teile handelt. Zudem bietet sie Vorteile für Planer, denn die Kragplatte beeinflusst das optische Bild des Daches nicht.

2.3.3 Anwendung

Wie die über Dach geführte Brandwand, wird auch dieser Brandwandanschluss über Wänden mit voller Brandwandqualität und über Wänden anstelle von Brandwänden (in der GK 4 + 5) zugelassen. Die Kragplatte muss, ihrer Beschreibung gemäß, beiderseits auskragen. So kann sie also nur über einer inneren Brandwand eingeplant werden. Abgesehen von der einseitigen Länge von 50 cm kann die Kragplatte als „umgeklappte Brandwand über Dach“ bezeichnet werden. Gemäß der heutigen MBO ist die feuerbeständige Platte beiderseits der Brandwand 0,5 m auszukragen. Der § 30 der BauO NRW bezieht sich gemäß seiner Überschrift auf die Brandwand und nicht etwa auf das Dach, welches im § 35 BauO NRW geregelt wird. Daher ist die beidseitige Auskragung in der Feuerwiderstandsklasse F90 vom Grundsatz her eine Ausführungsalternative der zentralen Brandwand und somit nicht eine Ertüchtigung des Daches gegen eine Brandweiterleitung [20].

2.3.4 Anwendungsgrenzen

Aufgrund der klaren Definition im § 30 MBO Abs. 5 „[...] beiderseits 0,5 m auskragenden feuerbeständigen Platte [...]“ darf dieser Brandwand-Dachanschluss nicht über einer Gebäudeabschlusswand eingesetzt werden. Die grundsätzliche Überlegung in diesem Fall anstelle von 0,5 m beiderseits, die Kragplatte 1 m in Richtung des eigenen Brandabschnittes laufen zu lassen, scheidet aufgrund der baurechtlichen Vorschriften aus, mitunter treten statische Probleme auf. Auch die Bekleidung von Sparrenkonstruktionen vom Rauminnen aus scheitert an der statischen Kopplung zwischen Dachtragwerk und der Brandschutzbekleidung. Errichter*innen und Betreiber*innen haben das konstruktive Problem des Anschlusses zwischen der „normalen Bedachung“ und der feuerbeständigen Platte sauber zu lösen und auszuführen. Die Vermeidung von Wärmebrücken oder die Beachtung des Denkmalschutzes können auch hier als Anwendungsgrenze beschrieben werden.

2.4 Führung bis unter die Dachhaut

Auch dieser Dachanschluss wird schon seit 1962 in der MBO und einigen LBO aufgeführt [18]. Die beispielhafte Konstruktion aus Abbildung 4 ist im Prinzip „nur“ der Brandwandkopf, der den Anschluss an die Dachhaut bildet. Die mehrteilige Verbin-

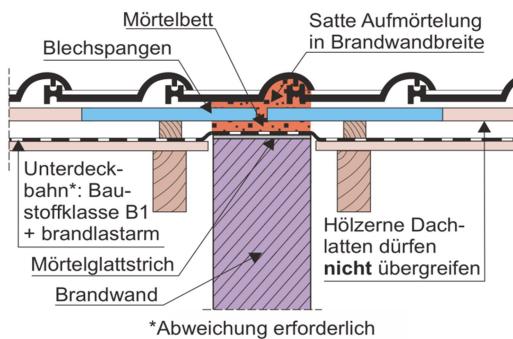


Abbildung 4:
Führung bis unter die Dachhaut [10]

dung aus Unterdeckbahn, in Blechspangen gesetzte Dachlatten, Dämmmaterial und die in Mörtel gesetzten Dachziegel bilden die Gesamtkonstruktion dieses Brandwandkopfes. Dabei ist auch die Lage der Dämmung auf, unter oder zwischen den Sparren zu beachten, denn in jedem Fall muss die Hohlräumbildung verhindert werden [10]. Die Art der Sparrenführung oder die Lage der Brandwand zur Traufkante ist ebenfalls für den Aufbau des Brandwandkopfes entscheidend.

2.4.1 Wirksamkeit

Das Abschottungsprinzip bei diesem Brandwand-Dachanschluss ist stark geschwächt. Grundsätzlich sind die Wärmeübertragungsmöglichkeiten gehemmt. Dennoch ist die oben beschriebene mehrteilige Verbindung immer nur so widerstandsfähig, wie das schwächste Glied dieser Kette. Die Verbindung von Mörtel und Dachziegel kann hier noch als die stabilste Variante bezeichnet werden, denn hier verlaufen keine brennbaren Baustoffe. Aber genau diese Stelle des Brandwanddachanschlusses muss die gesamte Wärmeeinwirkung abhalten.

2.4.2 Vor- und Nachteile

Die im Mörtelbett verlaufenden Blechspangen dehnen sich bei Wärmebelastung aus und die in ihrem Inneren geführten Dachlatten aus Holz vergrößern die Brandbelastung zusätzlich. Die Ausdehnung der Blechspangen kann zu Schubkräften führen, die die Verbindung von Mörtel und Dachziegel schwächen. Dieser Effekt ist allerdings nicht durch Brandversuche belegt und kann durch die korrekte Errichtung in Form einer Trennung der Blechspange (Abbildung 4) unterbunden werden. Auch ohne den Einsatz von Blechspangen ist die gesamte Unterkonstruktion der Mörtelschicht entscheidend. Denn wo die Blechspangen unter Umständen Schubkräfte entwickeln, kann eine Unterkonstruktion aus Holz durch Abbrand bis zur Mörtelschicht die Standsicherheit dieser Brandwandverlängerung gefährden. Diese Ausführung weist auch bautechnische Nachteile auf, die zwar der Energieeinsparverordnung sowie der Musterbauordnung genügen, in der Praxis aber einen Feuerüberschlag nicht verhindern [21]. Als Grund werden in der Literatur die mit Mineralwolle gestopften Hohlräume benannt, die gemäß der Definition § 30 MBO Abs. 5, Satz 3 „[...] vollständig mit nicht brennbaren Baustoffen auszufüllen sind.“ Allerdings entspannt sich Mineralwolle über die Jahre und es entstehen Hohlräume, die die Wärmeübertragung, also die Ausbreitung von Feuer und Rauch auf den Nachbarbrandabschnitt, ermöglichen. Die Unterdeckbahn soll als brandlastarm gefertigtes Bauprodukt der Baustoffklasse B1, keinen nennenswerten Beitrag zum Brand leisten. Die korrekte Ausführung der Gesamtkonstruktion dieses Brandwand-Dachanschlusses ist für die Wirksamkeit im Brandfall entscheidend. Bei einem Dachstuhlbrand muss die Dachhaut in unmittelbarer Nähe zur Brandwand durch Feuerwehreinsatzkräfte geöffnet werden [10]. Denn von außen ist nicht unbedingt erkennbar, wo die Brandwand unter der Dachhaut verläuft und zum anderen ist der

Durchbrand oder zumindest die Zerstörung des Brandwandkopfes unbedingt zu erkunden. Die Einsatzleitung der Feuerwehr kann eine derartige Einsatzstelle nicht ohne Gewissheit über eine mögliche Ausbreitung von Feuer und Rauch auf die Nachbarabschnitte, in Form von Glutnestern, welche unterhalb der Dachhaut unentdeckt bleiben können, freigeben. Doch gibt es einen Grund, warum diese vermeintlich schwächere Bauart durch die Gesetzgebung zugelassen wurde. Hier kommt die Frage der Perspektive ins Spiel. Denn bei der Entstehung von Gesetzen sind viele Ausschüsse und Interessengruppen beteiligt. Bauen soll sicher sein. Bauvorhaben sollen aber auch schnell vollzogen werden und Wohnraum soll den Umständen entsprechend günstig sein. So sind die Kosten für die Errichtung von Brandschutzmaßnahmen und deren Instandhaltungskosten zu berücksichtigen. Die geschlossene Dachabdichtung, mit z. B. Ziegeln, ist vergleichsweise kostengünstig und wortungsfreundlich.

2.4.3 Anwendung

Für die Gebäudeklasse 1 – 3 ist die Führung der Brandwand bis unter die Dachhaut zulässig [1]. Aus Sicht der Feuerwehr stellt diese Bauart eine Reduzierung des Schutzzielinneaus dar. Sie soll und darf in diesen GK eingesetzt werden, damit alle Akteure im Gesetzgebungsverfahren Gehör finden. Aus Sicht der Legislative ist die bis unter die Dachhaut geführte Brandwand eine Minimalausführung, die der Schutzzielerreichung nicht entgegensteht und das Bauen wirtschaftlicher gestalten soll. Die Gesetzgebung geht davon aus, dass bei einem Vollbrand eines Gebäudes bzw. eines GK 1 – 3 Brandabschnittes, die Wurfweite und vor allem Wurfhöhe der Strahlrohre der Feuerwehr ausreicht, um die Ausbreitung von Feuer und Rauch auf den Nachbarbrandabschnitt / das Nachbargebäude auch mit einem Löschangriff von der Geländeoberfläche aus oder gar mit Hilfe von tragbaren Leitern durchzuführen ist [9]. Dieser Brandwand-Dachanschluss ist auch in der GK 4 + 5 zulässig. Und zwar über den Treppenraumwänden, der GK 5 in Form Bauart einer Brandwand, und in der GK 4 als Wand anstelle einer Brandwand.

2.4.4 Anwendungsgrenzen



Abbildung 5: Dieses Bild hängt in der Kantine der Landesfeuerwehrschule Bruchsal aus. Es zeigt die waghalsige Brandbekämpfung von einem Satteldach aus und hat ironischen Charakter.

Als Anwendungsgrenze wird hier die Gefährdung des Schutzzieles 4 verstanden. Denn unter wirksamen Löscharbeiten versteht die Fachkommission Baurecht zwar das Halten des Nachbarbrandabschnittes (unter in Kauf genommener Aufgabe des betroffenen Brandabschnittes). Die Feuerwehr versteht darunter unter heutigen Aspekten allerdings den sparsamen Einsatz von Löschwasser. Ein Löschangriff von außen kann durch die Einsatzkräfte nur unter Vernachlässigung des Wasserschadens durchgeführt werden. Und Wasserschäden wirken sich bekanntlich auch brandabschnittsübergreifend aus [22]. Auf der Seite der Errichter*innen sind ebenfalls Anwendungsgrenzen erkennbar. Die Treppenraumwände der GK 4 + 5 dürfen, wie oben erwähnt, ebenfalls bis unter die Dachhaut geführt werden. Die effektive Verteidigung dieses Dachbereiches ist mit der normalen Wurf-

höhe von Strahlrohren der Feuerwehr von der Geländeoberfläche aus nicht möglich, wenn dies auch ein recht fiktiver Fall ist. In Bezug auf die derzeitige Novellierung der Bauordnung in Nordrhein-Westfalen erscheint diese Problematik realer. Hier sollen zukünftig bei der Aufstockung von Gebäuden mit Wohnungen, die vor dem 01.01.2019 zulässigerweise errichtet wurden und [...] dadurch zu einem Gebäude der GK 4 werden, Brandwände bis unter die Dachhaut geführt werden dürfen [2]. Wenn sich durch diesen Umbau die Kubatur des Gebäudes nicht ändert, besteht kein Nachteil zum Bestandsbau. Aber wenn schon das Verteidigen der Brandwand in der GK 3 eine Art Widerspruch zum Grundsatzpapier der Projektgruppe Brandschutz [23] darstellt, so wäre ein noch höher liegender Brandwand-Dachanschluss erst recht ein Eingriff in die Aufgaben, in diesem Fall die Einsatztaktik, der Feuerwehr. Ein Löschangriff mit Hilfe von tragbaren Leitern⁷ ist nur unter hoher Eigengefährdung der Einsatzkräfte möglich. Auf Schrägdächern sind meist keine geeigneten Standplätze für den Strahlrohrführer zu finden. Auch Sekuranten⁸ oder andere geeignete Anschlagpunkte fehlen hier. Bei mit tragbaren Leitern erreichbaren Flachdächern wäre ein Löschangriff vom Nachbardach zumindest vorstellbar. An dieser Stelle kommt die Schnittmenge aus Einsatztaktik und Schutzzielerfüllung zum Tragen. Was die Schutzzielerfüllung für das Bauordnungsrecht ist, ist die Gefahrenmatrix für die Einsatztaktik. Sie wurde 1998 durch die Veröffentlichung in einem Lehrbuch eingeführt und wird seitdem in der Taktikausbildung eingesetzt. [24] [25] Im Anhang A wird die Schnittmenge beider Normen dargestellt. Einsturz, Atemgifte und Ausbreitung, müssen durch die Maßnahmen der Gefahrenvorbeugung und der Gefahrenabwehr gleichermaßen gut beherrschbar bleiben⁹. Für die Gefahrenabwehr stellt die über Dach geführte Brandwand das Optimum dar. Denn hier bleibt das Baurecht hinter den Möglichkeiten zurück, weil die vollständige Entkopplung der Wäremübertragung nicht gegeben ist, und der Zeitvorteil der Feuerwiderstandsdauer einer über Dachgeföhrten Brandwand zu früh aufgegeben werden muss.

2.5 Sonstige Vor- und Nachteile

Vor- und Nachteile können auch aus Sicht der Errichter*innen beschrieben werden. Denn wo die Bauweise, wie in Abbildung 4, die schwächere Form des Brandwand-Dachanschlusses aus Sicht der Feuerwehr darstellt, sehen die Errichter*innen technische Notwendigkeiten in dieser Bauweise. Neben dem Brandschutz müssen auch Gebäudeschäden, die durch den normalen Betrieb eines Gebäudes entstehen kön-

⁷ Vorausgesetzt an geeigneter Stelle ist eine Aufstellfläche für tragbare Leitern zu finden, denn diese Aufstellflächen sind ausschließlich für die Rettungsfenster des zweiten Rettungsweges vorgesehen. Zusätzlich muss die tragbare Leiter entsprechend lang sein. Auch in der GK 1 – 3 kann die Höhe der Traufkante über Einsatzlänge einer Steckleiter liegen. Noch halten die Feuerwehren dreiteilige Schiebleitern vor. Langfristig muss das allerdings nicht der Fall bleiben.

⁸ Auch für die Einsatzkräfte der Feuerwehr gelten die Regeln der Absturzsicherung.

⁹ Die übrigen Gefahren eines Brandedesatzes, wie Angstreaktion, Elektrizität, Erkrankung/Verletzung oder Explosion (Rauchgasdurchzündung, Druckbehälterzerknall usw.) werden hier nicht als Schnittmenge der Gefahrenabwehr und -vorbeugung betrachtet.

nen, verhindert werden. Dies kann zum Beispiel die Durchbrechung der Wärmebrücke im Dachanschlussbereich sein, was durch den Einsatz von Dämmmaterial (nicht brennbar, mit einem Schmelzpunkt ≥ 1000 °C) und den Unterdeckbahnen erreicht wird. Zudem können Baufehler gerade im Dachbereich verheerende Folgen haben. Der Verbau der Dämmung zur Einhaltung der Energiesparverordnung oder der Ausbau von Dachräumen sowie die Reparatur von Dacheindeckungen sind nur wenige Beispiele. Eine zusätzliche Herausforderung ist der Denkmalschutz, der im Rahmen der städtebaulichen Nachverdichtung häufig zu beachten ist [13].

	Vorteile		Nachteile	
	Gefahrenabwehr / Gefahrenvorbeugung	Errichter / Nutzer	Gefahrenabwehr / Gefahrenvorbeugung	Errichter / Nutzer
Über Dach geführte Brandwand	<ul style="list-style-type: none"> Hohe Verlässlichkeit für den Einsatzleiter (Standfestigkeit von 60 – 180 Minuten möglich) Von außen erkennbar Garantierte Schutzzielerfüllung 	<ul style="list-style-type: none"> vielseitig planbar funktionelle Risikominimierung Abstände zu Öffnungen (usw. siehe §32 MBO Abs. 5) im Dach können verringert werden 	<ul style="list-style-type: none"> Beim drohendem oder erfolgtem Feuerüberschlag muss die gesamte Einsatztaktik angepasst werden. Ggf. vergrößert sich das Kräfte- und Mittelvolumen 	<ul style="list-style-type: none"> Höhere Baukosten Aufwendigere Dämmung
Kragplatte	<ul style="list-style-type: none"> Hohe Verlässlichkeit für den Einsatzleiter (Standfestigkeit von 60 – 180 Minuten möglich) Garantierte Schutzzielerfüllung 	<ul style="list-style-type: none"> funktionelle Risikominimierung (zumindest über inneren Brandwänden) Kragplatte bietet sich meist bei Dachaufbauten an 	<ul style="list-style-type: none"> nicht von außen erkennbar Beim drohendem oder erfolgtem Feuerüberschlag muss die gesamte Einsatztaktik angepasst werden. Ggf. vergrößert sich das Kräfte- und Mittelvolumen 	<ul style="list-style-type: none"> nur über inneren Brandwänden einsetzbar Funktionelle Risikominimierung
Bis unter die Dachhaut geführte Brandwand	<ul style="list-style-type: none"> geringer Prüfaufwand für Bauaufsicht und Brandschutzhilfeservice Schnelle Erkundung des Nachbarbrandabschnittes möglich (ggf. durch Öffnen der Dachhaut) 	<ul style="list-style-type: none"> Wartungsaufwand Vor allem der Dachanschluss mit dem Satteldach ist konstruktiv erprobt Baukostensenkung Zügige Errichtung Dachaufbauten, Dachbegründung möglich (ja nach Dachart) 	<ul style="list-style-type: none"> GK 4 + 5 Treppenraumwände sichern hier das Schutzziel 3 i. V. m. einem niedrig qualitativen Brandwand-Dachanschluss Vergleichsweise kurze Feuerwiderstandsdauer der Bauteile in der GK 1 – 3. Folge: Beim <u>Dachdurchbrand</u> ist das Nachbarobjekt frühzeitig gefährdet Ggf. keine geeignete Anleiterstelle für die Verteidigung des betroffenen Brandabschnittes 	<ul style="list-style-type: none"> in der GK 3: Beim Ausbau von Dach- und Spitzböden zu Aufenthaltsräumen oder bei der Aufstockung, steigt das Gebäude zur GK 4 auf. Die Folge: Wände anstelle von Brandwänden, über Dach Führung dieser Brandwand, Errichten einer Aufstellfläche für Kraftfahrdrehleitern, RWA im TR Im Rahmen der Nachverdichtung kann durch die Erhöhung der Gebäudeklasse eine Errichtung aller bisher vorhanden Bauteile nötig sein

Tabelle 2: Vor- und Nachteile der Brandwand-Dachanschlüsse

2.6 Kompensationsmaßnahmen

In der hiesigen Thematik sind mit den abzuleitenden Kompensationsmaßnahmen geeignete Maßnahmen und Vorgehensweisen beschrieben, die die Schutzzielerfüllung in der Gefahrenvorbeugung und Gefahrenabwehr ermöglichen. Unabhängig vom Dachanschluss sind allgemeine Kompensationsmaßnahmen in Tabelle 3 aufgeführt.

In Deutschland wird keine von der Gesetzgebung geforderte Statistik über Brandergebnisse geführt. Aber durch die Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren wird ein „Evaluierungsbogen zu Maßnahmen des Vorbeugenden Gefahrenschutzes“ (Einsatzstellenbegehung) empfohlen [26]. Dieser Evaluierungsbogen wird nur von wenigen Feuerwehren verwendet und nicht durch Behörden abgefragt. Besonders die Berufsfeuerwehr München erstellt mit Hilfe dieses Bogens eine Datenlage über bemerkenswerte Brandereignisse [27]. Eine amtliche Datenlage würde die Qualität der Brandwand-Dachanschlüsse in Verbindung mit der jeweils verbauten Anzahl und der Verrechnung mit den bemerkenswerten Brandereignissen (hier: Feuerüberschlag über die Brandwand) deutschlandweit auswertbar machen. Die daraus ge-

wonnenen Daten können hilfreich sein, um zielgenaue Kompensationsmaßnahmen abzuleiten.

Maßnahme	Anmerkung
Bekiesung bei Flachdächern	Die Wärmestrahlung kann abgeschirmt werden. Allerdings muss die Dicke der Kiesschicht mindestens 5cm betragen, was wiederum Einfluss auf die Statik des Gebäudes hat [28].
Abstände von Dachöffnungen	Abstände von Dachöffnungen zum nächsten Brandabschnitt können erhöht werden (Abstandsprinzip).
Einbau von Löschanlagen	Sehr kostenintensiv und eher im Industriebau, aber kaum im Wohnungsbau denkbar.
Brandabschnittsgröße	Die Größe der Brandabschnitte kann so gewählt werden, dass viele kleine Brandabschnitte oder Brandbekämpfungsabschnitte entstehen. In Verbindung mit einem über Dach geführtem Brandwand-Dachanschluss erhöhen sich die taktischen Chancen der Feuerwehr die übrigen Brandabschnitte zu halten.
Steigleitungen	Ermöglichung von Löschaßnahmen im Bereich des Brandwand-Dachanschlusses.
Aufstellplätze für Hubrettungsgeräte	Ermöglichung der Menschenrettung und von Löschaßnahmen.

Tabelle 3: allgemeine Kompensationsmaßnahmen

2.6.1 Über Dach geführte Brandwand

Zur Verhinderung der Brandausbreitung über den Brandwand-Dachanschluss sind bautechnische Maßnahmen auf und unter der Bedachung denkbar. Allerdings sind hier auch wirtschaftliche Aspekte zu betrachten. Was die oben beschriebene Aufstockung der GK 3 zur GK 4 betrifft, so ist die Errichtung einer über Dach geführten Brandwand im Rahmen einer Baumaßnahme ggf. zumutbar und nicht zwingend mit höheren Kosten verbunden. Wird die Brandwand bereits über Dach geführt, so kann bei Vorhandensein von weicher Bedachung auch die Erhöhung der Brandwand empfohlen werden [29].

2.6.2 Beiderseits auskragende feuerbeständige Platte

Der Einsatz von Kragplatten über den Treppenraumwänden der GK 4 + 5 kann den Erhalt der Dachkonstruktion über dem Treppenraum allerdings sichern und würde die dort bis unter die Dachhaut geführte Brandwand substituieren. Die Substitution der Kragplatte allerdings ist schwierig. § 30 MBO Abs. 5 beschreibt ausdrücklich, „[...] oder in Höhe der Dachhaut mit einer beiderseits 0,50 m auskragenden feuerbeständige Platte“. Wird nun alternativ eine vergleichbare Konstruktion mit Brandschutzplatten und Ausfachung gewählt, wird lediglich die Platte substituiert, nicht jedoch die Grundkonstruktion geändert. Das heißt, dass es einer beiderseits 0,50 m auskragenden Konstruktion bedarf. Die kritische Befestigung von Teilen der Konstruktion mit Winkeleisen an der Brandwand, wird hierbei nicht näher betrachtet [20].

2.6.3 Führung bis unter die Dachhaut

Die Nachteile dieses Brandwand-Dachanschlusses sind überwiegend durch die Stärkung der Schutzziele 3 und 4 kompensierbar. D.h. Menschenrettung und Brandbekämpfung müssen durch die Feuerwehr mit dem für Wohngebäude üblichen Kräfteansatz unter Berücksichtigung der Feuerwiderstandsdauer von maximal 30 Minuten durchgeführt werden. Dabei spielen die Brandentwicklung bei Eintreffen der Feuerwehr und die Anzahl der zu rettenden Menschen eine große Rolle. Durch die Anhebung der GK können Aufstellflächen für Hubrettungsgeräte nötig werden, wenn sich die Kubatur ändert.

Auch vernetzte und hausinterne Alarmierungseinrichtungen sind vorstellbar, um den Bewohnern eine frühzeitige Selbstrettung zu ermöglichen. An diese Alarmierungseinrichtungen sollten dann höhere Ansprüche, als an die in § 47 der BauO NRW geforderten Rauchwarnmelder haben. Da diese Alarmierungseinrichtung eine Art Bauteilkompensation darstellt, muss der Funktionserhalt nach DIN 14675 und VDE 0833 gesichert werden. [2] [20] [30] [31]

Die Betrachtung der bautechnischen Kompensation bezieht sich auf die korrekte Ausführung dieses Brandwand-Dachanschlusses. Die oben erwähnten Hohlräume müssen sachgerecht gefüllt werden, damit eine nichtbrennbare Entkopplung hergestellt wird [13]. Es soll aber auch das Augenmerk auf das Schutzziel 1 gerichtet werden. Denn ein mit Lagergut vollgestelltes Dachgeschoss eines Gebäudes der GK 3 verfügt über eine bis unter die Dachhaut geführte Brandwand, wie das zum Wohnraum ertüchtigte bewohnte Dachgeschoss der GK 4 [2]. Nur mit dem Unterschied, dass der „GK 3-Lagerspeicher“ schon heute Alltag¹⁰ ist und durch eine späte Brandentdeckung und die Brandlast erheblich höhere Gefahren für die Nachbarbrandabschnitte darstellen kann.

¹⁰ Besonders in älteren Bestandsbauten, denn Wohnungen in Dachgeschossen, waren zur Kriegszeit unerwünscht. Deshalb wurde der Dachraum eher zur Lagerung genutzt und entsprechend ausgestaltet.

3.0 Fazit

Die Beachtung der Grundrechte ist die höchste staatliche Aufgabe. Der Staat muss das Recht auf körperliche Unversehrtheit seiner Bürger schützen. Auf diese Basis stützen sich viele rechtliche Regelungen der Gefahrenabwehr und –vorbeugung.

Im Gesetzgebungsverfahren kommt es zu gesellschaftlich notwendigen Kompromissen, die in der hiesigen Thematik allerdings nicht die Grundprinzipien der Schutzzieldefinition nach MBO und auch nicht die Grundprinzipien der Feuerwehreinsatztaktik herabsetzen dürfen.

Diese Grundprinzipien verzahnen sich im Gefahrenfall. So stellt beispielsweise der Dachgeschoßbrand mit paralleler Menschenrettung die Feuerwehr vor große Herausforderungen. Der Einsatzleitung bleibt keine Wahl. Sie muss die Brandbekämpfung und die eventuell drohende Ausbreitung von Feuer und Rauch auf den Nachbarbrandabschnitt als zweite Priorität behandeln.

Wenn die Kombination aus Brandwand und Dachanschluss die geforderte Feuerwiderstandsdauer erbringt, so sind die Schutzziele des vorbeugenden Brandschutzes und die taktischen Ziele der operativen Gefahrenabwehr vereinigt (Abbildung 6).

So gilt aus Sicht der Feuerwehr das Maximalprinzip, dass der Feuerüberschlag so lange wie möglich verhindert werden muss. Aus Sicht der Erbauer*innen und Mieter*innen gilt das Prinzip der Wirtschaftlichkeit. Knappe Personalressourcen und die zeitkritische Tätigkeit der Feuerwehr stehen der Wohnraumknappheit und den Baukosten gegenüber.

Da die über Dach geführte Brandwand die meisten Wärmeübertragungswege ausschaltet ist sie für die Feuerwehr die geeignete Form des Brandwand-Dachanschlusses. Würde sie stets anstelle der anderen beiden Formen verwendet, bzw. diese Formen ersetzen, wäre die Gefahr der Brandausbreitung auf den Nachbarbrandabschnitt über diesen Dachanschluss deutlich minimiert. Für den Neubau bzw. den massiven Umbau von Gebäuden ist die über Dach geführte Brandwand auch wirtschaftlich vertretbar.

In NRW steigt die Einsatzbelastung der Feuerwehren von Jahr zu Jahr an [32]. Bei allen Feuerwehreinsätzen zielen die Maßnahmen der Einsatzkräfte auf die Erfüllung der staatlichen Aufgabe, das Recht auf körperliche Unversehrtheit durchzusetzen, ab [33]. Diese Maßnahmen können durch die Verwendung der über Dach geführten Brandwand konsequent forciert werden und stellen dann die Vereinigung der Schutzzielerfüllung und Feuerwehreinsatztaktik dar.

Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] **Musterbauordnung.** Musterbauordnung, Fassung November 2002; Zuletzt geändert durch Beschluss der Bundesbauministerkonferenz vom 13.05.2016. *Musterbauordnung*. 2016.
- [2] **MHKBG, Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen.** Gesetz zur Änderung der Landesbauordnung 2018.
- [3] **IFS-Schadensdatenbank.** *Brandschäden 2019.* Kiel : Institut für Schadensforschung der öffentlichen Versicherer e.V.
- [4] **M. Dietrich, B.-D. Rassek, S. Rassek, S. Brütsch.** Historische Bauordnungen Nordrheinwestfalen. Feuertrutz, 2016.
- [5] **Maiworm, Dipl. Phys., Branddirektor Björn.** *Interview zur Facharbeit.* 13.10. 2020.
- [6] **Hahn, Christian.** Neuerungen im Brandschutz. *Normung und Anwendung in der Praxis.* Hamburg :2002.
- [7] **VdS-Verlag.** *Brand- und Komplextrennwände ; Merkblatt für die Anordnung und Ausführung.* 2018.
- [8] **Kurt Klingsohr, Joseph Messerer, Peter Bachmeier.** *Vorbeugender baulicher Brandschutz.* Kohlhammer, 2012.
- [9] **Michael Schleich, Dr. Ing., Referat Brandschutz, Sonderbauten, Technische Gebäudeausstattung MHKBG NRW.** *Interview zur Facharbeit.* 15.10.2020.
- [10] **Josef Mayr, Lutz Battran.** 6.2.2 Brandwände. Josef Mayr. *Brandschutzzatlas.* Feuertrutz Verlag für Brandschutzzpublikationen, 2006.
- [11] **Wasmuth, Günther.** *Wasmuths Lexikon der Baukunst.* s.l. : Ernst Wasmuth, 1929 - 1932.
- [12] **Melanie Muthers, Dipl. Ing. (FH) Architektin, Oberfinanzdirektion NRW, Bauabteilung.** *Interview zur Facharbeit.* 05.10.2020.
- [13] **Mayr, Dipl. Ing. (FH) Josef.** *Interview zur Facharbeit.* 04.11.2020.
- [14] **Deutsches Institut für Normung.** DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. Deutsches Institut für Normung.

- [15] **Krause-Czeranka, Thomas.** Interview zur Facharbeit. Materialprüfungsamt NRW, Brandprüfzentrum Erwitte, 9.12.2020.
- [16] *Brandversuche Lehrte: Brandversuche an einem zum Abbruch bestimmten viergeschossigen modernen Wohnhaus in Lehrte.* **Rolf Bechtold, Klaus Peter Ehrt, Jürgen Wesche.** Bau- und Wohnungsforschung, Bonn-Bad Godesberg : Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, 2016, Bde. Schriftenreihe des Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau.
- [17] **Ausschuss Feuerwehrangeliengkeiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung (AFKzV).** Grundtätigkeiten - Lösch- und Hilfeleistungseinsatz - AFKzV, 2006.
- [18] **Musterbauordnungskommission.** 1. Musterbauordnung für die Länder des Bundesgebietes einschließlich des Landes Berlin, 1960.
- [19] **Horst Gädtke, Dr. Markus Johlen, Gerhard Wenzel, Wolfgang Hanne, Karl-Olaf Kaiser, Stefan Koch, Andreas Plum, Mechtilde Bökamp-Gerdemann.** *BauO NRW Kommentar.* Werner Verlag, 2019.
- [20] **Thomas Baum, Dipl. Ing. (FH), Brandamtmann, Bezirksregierung Düsseldorf Dezernat 22.** Interview zur Facharbeit. 16.10.2020.
- [21] **Battran, Lutz.** *Probleme bei unter Dach geführten Brandwänden Baupraxis versus Schadenerfahrung.* 2019.
- [22] **Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten, RLP.** *Leitfaden Brandschadensfälle.* MUEFF, 2019.
- [23] **Projektgruppe Brandschutz ARGEBAU, G. Famers, J. Messerer.** "Rettung von Personen" und "wirksame Löscharbeiten" - bauordnungsrechtliche Schutzziele mit Blick auf die Entrauchung. *Ein Grundsatzpapier der Fachkommission Baurecht,* 2008.
- [24] **Marc Hübner, IdF NRW, Dezernat B3 - Verbandsführer.** Interview zur Facharbeit. 18.11.2020.
- [25] **Schläfer, Heinrich.** *Das Taktikschema - Grundlagen der Einsatzführung.* Kohlhammer, 1998.
- [26] **Fachausschuss Vorbeugender Brand- und Gefahrenschutz der deutschen Feuerwehren (FA VB/G), Ltd. BD Dipl. Ing. (FH) Peter Bachmeier.** Evaluierungsbogen zu Maßnahmen des Vorbeugenden Brand- und Gefahrenschutzes (Einsatzstellenbegehung). *Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren und des Deutschen Feuerwehrverbandes.* 21.04.2020.

- [27] **Bachmeier, Ltd. BD Dipl. Ing. (FH) Peter.** *Interview zur Facharbeit.* 09.10. 2020.
- [28] **VdS-Verlag.** *Brandschutzmaßnahmen für Dächer; Merkblatt für die Planung und Ausführung.* VdS-Verlag, 2001.
- [29] **Versicherungskammer Bayern.** *Brandwände und Öffnungen in Brandwänden. Technische und rechtliche Anforderungen.* Versicherungskammer Bayern, Risk Management, 1999.
- [30] **Deutsches Institut für Normung.** DIN 14675-1:2020-01 Brandmeldeanlagen Teil 1: Aufbau und Betrieb.
- [31] **VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.** DIN VDE 0833-1:2014-10 Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall. VDE Verlag, 2014.
- [32] **Ministerium des Inneren des Landes Nordrhein-Westfalen.** *Gefahrenabwehr in Nordrhein-Westfalen; Jahresbericht 2018.* IM NRW, 2018.
- [33] **Klaus Schneider, Andrea Berg.** *Brandschutz-, Hilfeleistungs-, Katastrophenschutzgesetz Nordrhein-Westfalen-Kommentar für die Praxis.* Deutscher Gemeindeverlag GmbH, 2016.
- [34] **EU-Kommission.** Durchführung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates im Hinblick auf die Klassifizierung des Brandverhaltens von Bauprodukten. *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften.* Brüssel: 2000/147/EG.

Anhang A

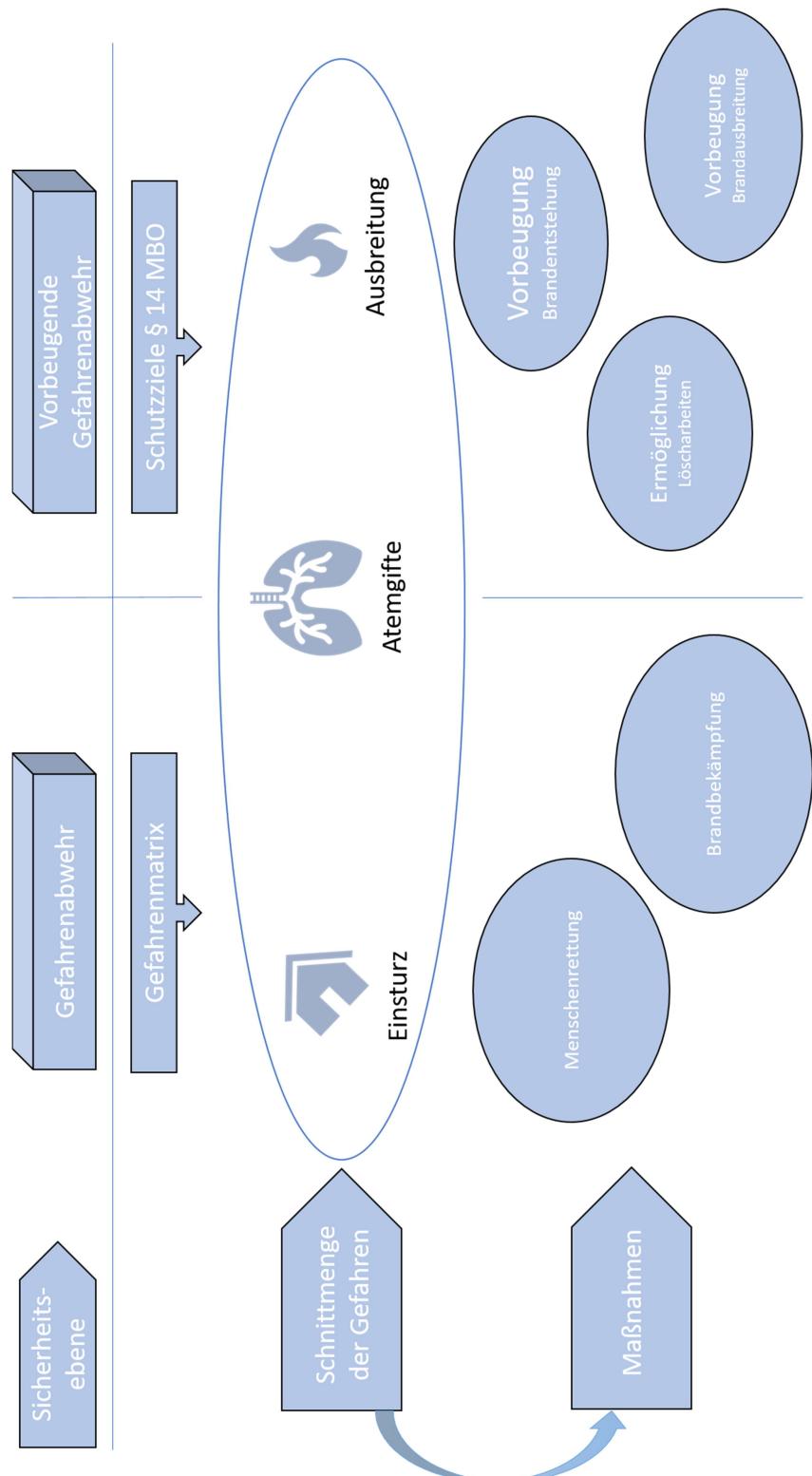


Abbildung 6: Schnittmenge der Gefahrenmatrix und den Schutzz Zielen § 14 MBO (Autor)

Anhang B

	Brennbarkeit	Anforderungsniveau
A 1	nichtbrennbar	Kein Beitrag zum Brand.
A 2	nichtbrennbar (mit brennbaren Bestandteilen)	Vernachlässigbarer Beitrag zum Brand.
B 1	schwerentflammbar	Sehr geringer Beitrag zum Brand.
B 2	normalentflammbar	Hinnehmbarer Beitrag zum Brand.
B 3	leichtentflammbar	Keine Anforderungen- für Bauteile nicht zugelassen.

Tabelle 4: Baustoffklassen nach DIN 4102-1 [14]

	Brennbarkeit	Anforderungsniveau
A 1	nichtbrennbar	Kein Beitrag zum Brand.
A 2	nichtbrennbar	Vernachlässigbarer Beitrag zum Brand.
B	schwerentflammbar	Sehr geringer Beitrag zum Brand.
C	schwerentflammbar	Geringer Beitrag zum Brand.
D	normalentflammbar	Hinnehmbarer Beitrag zum Brand.
E	normalentflammbar	Hinnehmbares Brandverhalten.
F	leichtentflammbar	Keine Anforderungen- für Bauteile nicht zugelassen.

Tabelle 5: Klassifizierung des Brandverhaltens auf Europäischer Ebene [34]

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Markus Brüggen, die vorliegende Arbeit selbständig, ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der von mir angegebenen Quellen angefertigt zu haben. Alle aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche gekennzeichnet.

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

Köln, 18.12.2020

.....
Markus Brüggen