

hhpberlin  
**Blaue Hefte**

# **Anwendbarkeit vom Massivholzbau im Kontext des Brandschutzes von Wohngebäuden**

Vincent Böhm



Ingenieure für Brandschutz

Bachelorthesis

im Studiengang Hazard Control

betreut und erstellt in Zusammenarbeit mit der Firma  
hhpberlin Ingenieure für Brandschutz GmbH.



# Anwendbarkeit vom Massivholzbau im Kontext des Brandschutzes von Wohngebäuden

vorgelegt von

**Vincent Böhm**

Matrikel-Nr.: [REDACTED]

**Gutachter:** Prof. Dr. Dipl.-Ing. B. Kellner (HAW Hamburg)

**Gutachter:** Dr.-Ing. J. Sothmann (hhpberlin)

Hamburg, 25. Januar 2019



# Inhaltsverzeichnis

|          |  |          |
|----------|--|----------|
| <b>1</b> | <b>Problemstellung</b>                                     | <b>1</b> |
| 1.1      | Anlass und Kontext . . . . .                               | 1        |
| 1.2      | Rechtliches Rahmenwerk . . . . .                           | 1        |
| 1.3      | Lösungsansatz . . . . .                                    | 2        |
| 1.4      | Relevanz . . . . .   | 2        |
| <b>2</b> | <b>Gesetzliche Umgebung und technische Anwendungen</b>     | <b>3</b> |
| 2.1      | Begriffsdefinitionen . . . . .                             | 3        |
| 2.1.1    | Aufenthaltsraum . . . . .                                  | 3        |
| 2.1.2    | Höhe eines Gebäudes . . . . .                              | 3        |
| 2.1.3    | Nutzungseinheit . . . . .                                  | 4        |
| 2.1.4    | Gebäudeklassen . . . . .                                   | 4        |
| 2.1.5    | Raumabschluss . . . . .                                    | 5        |
| 2.1.6    | Regelungslücken . . . . .                                  | 6        |
| 2.1.7    | Brandwände . . . . .                                       | 6        |
| 2.2      | Normen und Rechte . . . . .                                | 7        |
| 2.2.1    | Rechtliches Rahmenwerk . . . . .                           | 8        |
| 2.2.2    | Schutzziele der Hamburgischen Bauordnung . . . . .         | 9        |
| 2.2.3    | Normen mit brandschutztechnischen Anforderungen . . . . .  | 10       |
| 2.2.3.1  | DIN EN 13501 . . . . .                                     | 10       |
| 2.2.3.2  | DIN 4102 . . . . .   | 11       |
| 2.2.3.3  | Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen . . . . . | 12       |
| 2.2.3.4  | Zusammenführung . . . . .                                  | 13       |
| 2.3      | Grundlagen des Holzbaus . . . . .                          | 14       |
| 2.3.1    | Variationen der Holzbauteile . . . . .                     | 14       |
| 2.3.1.1  | Vollholzträger . . . . .                                   | 14       |
| 2.3.1.2  | Brettschichtbinder . . . . .                               | 14       |
| 2.3.1.3  | Brettstapelbauweisen . . . . .                             | 14       |
| 2.3.1.4  | Brettsperrholz . . . . .                                   | 15       |
| 2.3.2    | Konstruktionsweisen . . . . .                              | 15       |
| 2.3.2.1  | massive Bauweise . . . . .                                 | 15       |
| 2.3.2.2  | Holzskelettbau . . . . .                                   | 15       |
| 2.3.2.3  | Holzrahmenbau . . . . .                                    | 16       |
| 2.3.2.4  | Holztafelbauweise . . . . .                                | 16       |
| 2.3.2.5  | Hybrid-Bauweise . . . . .                                  | 16       |
| 2.4      | Feuerwiderstandsbemessung von Holzbauteilen . . . . .      | 18       |
| 2.4.1    | DIN 4102-4 . . . . .                                       | 19       |
| 2.4.2    | DIN EN 1995 . . . . .                                      | 19       |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>3</b> | <b>Konkretisierung der Gebäudeparameter sowie der rechtlichen Regelungen</b> | <b>22</b> |
| 3.1      | Parameter des Mustergebäudes . . . . .                                       | 22        |
| 3.2      | Massivholzbaukonstruktion für die Gebäudeklasse 5 . . . . .                  | 22        |
| 3.2.1    | Tragende und aussteifende Bauteile . . . . .                                 | 23        |
| 3.2.2    | Trennwände, Flurwände und Brandwände . . . . .                               | 24        |
| 3.2.3    | Geschossdecken . . . . .   | 26        |
| 3.2.4    | Treppenräume . . . . .   | 26        |
| 3.2.5    | Fassaden . . . . .   | 26        |
| 3.3      | Brandschutz Anforderungen an die Gebäudeklasse 5 . . . . .                   | 27        |
| 3.3.1    | Bauteilanforderungen der Hamburgischen Bauordnung . . . . .                  | 27        |
| 3.3.1.1  | Tragende und aussteifende Bauteile . . . . .                                 | 27        |
| 3.3.1.2  | Außenwände, Trennwände und Brandwände . . . . .                              | 27        |
| 3.3.1.3  | Geschossdecken . . . . .   | 29        |
| 3.3.1.4  | Dach . . . . .   | 29        |
| 3.3.1.5  | Notwendige Treppen und notwendige Treppenräume . . . . .                     | 30        |
| 3.3.1.6  | Notwendige Flure . . . . .   | 30        |
| 3.3.1.7  | Aufzüge . . . . .  | 31        |
| 3.3.1.8  | Anlagen und Installationen . . . . .   | 31        |
| 3.3.2    | Bauteilanforderungen des Bauprüfdienstes für Massivholzbau . . . . .         | 32        |
| 3.3.2.1  | Brennbare Oberflächen . . . . .  | 32        |
| 3.3.2.2  | Rauchdichtigkeit nach Maßgabe des Bauprüfdienstes . . . . .                  | 32        |
| 3.3.2.3  | Nutzungseinheiten . . . . .  | 33        |
| 3.3.2.4  | Brandabschnitte . . . . .  | 33        |
| 3.3.2.5  | Treppenraumwände, Brandwände und Außenwände . . . . .                        | 33        |
| 3.3.2.6  | Fassaden . . . . .   | 34        |
| 3.3.2.7  | Leitungsanlagen . . . . .  | 34        |
| <b>4</b> | <b>Gegenüberstellung der Anforderungen</b>                                   | <b>35</b> |
| 4.1      | Integration der Ansprüche . . . . .  | 35        |
| 4.1.1    | Tragende und aussteifende Bauteile . . . . .                                 | 35        |
| 4.1.2    | Außenwände und Fassadenbekleidung . . . . .                                  | 36        |
| 4.1.3    | Trennwände und Flurwände . . . . .   | 37        |
| 4.1.4    | Brandwände . . . . .   | 37        |
| 4.1.5    | Geschossdecken . . . . .   | 38        |
| 4.1.6    | Treppen und Treppenräume . . . . .   | 38        |
| 4.1.7    | Dämmstoffe . . . . .   | 39        |
| 4.1.8    | Leitungsanlagen und -führungen . . . . .                                     | 40        |
| 4.2      | Handhabung von entstanden Regelungslücken . . . . .                          | 41        |
| 4.2.1    | Außenwände und Fassadenbekleidungen . . . . .                                | 41        |

---

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 4.2.2    | Trenn- und Flurwänden . . . . .          | 42        |
| 4.2.3    | Brandwänden . . . . .                    | 42        |
| 4.2.4    | Treppen und Treppenraumwänden . . . . .  | 43        |
| 4.2.5    | Dämmstoffe . . . . .                     | 45        |
| 4.2.6    | Leitungsanlagen und -führungen . . . . . | 46        |
| <b>5</b> | <b>Zusammenfassung</b>                   | <b>47</b> |
|          | <b>Literaturverzeichnis</b>              | <b>IX</b> |
|          | <b>Eidesstattliche Erklärung</b>         | <b>X</b>  |

## Tabellenverzeichnis

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | Kenndaten der Gebäudeklassen [1, S.6] . . . . .                                     | 4  |
| 2 | Rechtliche Rahmenwerke . . . . .  | 7  |
| 3 | Baustoffklassen nach DIN 4102-1 [12, S.3] . . . . .                                 | 11 |
| 4 | Feuerwiderstandsdauern der Feuerwiderstandsklassen [13, S.3-10] . . . . .           | 12 |
| 5 | Dauer der Feuerwiderstandsfähigkeit [6, S.37-38] . . . . .                          | 12 |
| 6 | Vereinigung der Normen /VVTB/, DIN 4102-2 und DIN EN 13501-2 [13] [5] [6] . . . . . | 13 |

## Abbildungsverzeichnis

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | Kennzeichnungsbeispiel nach DIN EN 13501-2 . . . . .    | 10 |
| 2 | Aufbau der Wandelemente [17, S.102] . . . . .           | 16 |
| 3 | Ablaufdiagramm und Verbindungen der Normungen . . . . . | 18 |
| 4 | Darstellung einer gelenkig gelagerten Stütze . . . . .  | 23 |

## Abkürzungsverzeichnis

|              |   |
|--------------|---|
| abP          | Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnisses            |
| /BPD 3/2018/ | Bauprüfdienst „Bauen in Massivholzbauweise“             |
| /BPD 5/2012/ | Bauprüfdienst „Brandschutztechnische Auslegung (BTA)“   |
| EFTA         | Europäischen Freihandelsassoziation                     |
| EU           | Europäische Union                                       |
| /HBauO/      | Hamburgische Bauordnung                                 |
| MLAR         | Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie                       |
| MVV TB       | Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen |
| OKFF         | Oberkannte Fertigfußboden                               |
| OSB-Platte   | Grobspanplatte (oriented strand board)                  |
| /VVTB/       | Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen        |

# 1 Problemstellung

## 1.1 Anlass und Kontext

In diesem Abschnitt wird der Anlass für die Überlegungen sowie die Umgebung, in der sich die Fragestellungen ergeben haben, umrissen. Dabei fließen unterschiedlichste Interessen zusammen. Diese werden im folgenden Absatz eingegrenzt und beschrieben.

In der heutigen Zeit zieht es die Menschen in die Städte. Daraus entsteht ein ungleiches Verhältnis des Wohnungsangebotes und der Nachfrage von Wohnraum. Vor diesem Hintergrund wird der Bedarf an bezahlbaren Wohnungen immer größer und damit steigt die urbane Nachverdichtung. Dies geschieht durch den Bau von immer höheren Gebäuden auf einer möglichst geringen Grundstücksfläche. Auch die Ausbildung bzw. Erstellung von Staffelgeschossen auf Bestandsgebäuden ist dabei eine denkbare Methode. Unter Hinzunahme des Faktors der Nachhaltigkeit in der Baubranche sowie Belange der Statik beim Bauen auf dem Bestand wird schnell deutlich, dass die Möglichkeiten des Holzbaues beide Erwartungen erfüllen. Zu den Vorteilen der Holzbauvariationen zählen das Eigengewicht der Konstruktion, das einfache Aufstellen und die Nachhaltigkeit durch die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen. Das grundsätzliche Problem stellt die gesetzliche Zulässigkeit und damit die Genehmigungsfähigkeit dar. Da das aktuelle Baurecht nur unter speziellen Bedingungen brennbare Bauprodukte für Gebäude mit einer Fußbodenoberkante über 12 und bis zu 22 m (Gebäudeklasse 5) zulässt. Die Höhe der Fußbodenoberkante wird im Sinne des § 2 Absatz drei /HBauO/ verstanden [1, S.6].

Die benannten Faktoren der Nachhaltigkeit, der statischen Anforderungen an tragende und aussteifende Bauteile und der gesetzlichen Rahmenbedingungen werden in Zusammenhang gebracht und geben damit einen umfassenden Überblick darüber, wie die Fragestellung dieser Bachelorthesis entstanden ist.

## 1.2 Rechtliches Rahmenwerk

Der Abschnitt „Rechtliches Rahmenwerk“ benennt die Grundlagen, welche der Gesetzgeber den beteiligten Planern vorgibt. Dafür kommen verschiedene Formen der Regelungen, wie Verordnungen, Richtlinien, Handlungsempfehlungen etc. zur Anwendung.

Regelungen zum Errichten und Betreiben von Gebäuden werden in Deutschland auf Landesebene beschlossen. Somit wird in jedem Bundesland die Bauordnung unabhängig von anderen Bundesländern eingeführt. Diese Tatsache führt dazu, dass es grundsätzlich 16 verschiedene Bauordnungen in Deutschland gibt. Der Umfang dieser Bachelorthesis beschränkt sich auf den Geltungsbereich des Landes Hamburg. Als rechtliche Grundlagen werden überwiegend die



Hamburgische Bauordnung und der Bauprüfdienst „Bauen in Massivholzbauweise“ von März 2018 zu Grunde gelegt. Diese Verordnung sowie die Empfehlung beschreibt und grenzt den genehmigungsfähigen Bereich ein. Dabei sind Abweichungen nach § 69 Absatz eins /HBauO/ per se möglich. Im speziellen entscheidet die jeweilige Genehmigungsbehörde, inwieweit Abweichungen genehmigungsfähig sind. Daher werden im Rahmen dieser Bachelorthesis grundsätzlich Überlegungen betrachtet und beurteilt, welche nach Bauordnung zulässig sind.

In diesem Abschnitt wurden die gesetzlichen Grundlagen aufgeführt. Weiterhin wurde eine Eingrenzung der rechtlichen Rahmenbedingungen vorgenommen. Dabei werden die Bestimmungen mit Gültigkeit im Land Hamburg festgeschrieben.

### 1.3 Lösungsansatz

Der Lösungsansatz wird in drei Schritte unterteilt. Im ersten Schritt werden die Belange der Baubranche, wie die Anforderungen aus dem Bereich der bautechnischen Umsetzung angeführt. Der zweite Schritt stellt die gesetzlichen Anforderungen und Möglichkeiten dar. Im dritten und maßgeblichen Schritt erfolgt die Zusammenführung der Inhalte der vorausgegangenen Schritte und der damit verbundene Abgleich. Der Abgleich soll dabei aufzeigen, welche Möglichkeiten durch die Änderungen in der /HBauO/ und die Einführung des /BPD 3/2018/ entstanden sind. Des Weiteren können etwaige Regelungslücken sowie maßgebende Voraussetzungen für den Massivholzbau in Hamburg benannt werden.

### 1.4 Relevanz

Die Relevanz dieser Bachelorthesis wird in zwei Bereichen gesehen. Dabei wird das Hauptaugenmerk auf dem Bereich „Regelungslücken“ gelegt. Ergänzend hierzu werden maßgebliche Voraussetzung herausgearbeitet.

Durch die geltenden Verordnungen und Regelungen wird eine Vielzahl an Vorgaben gestellt. In Verbindung mit den o. g. beschriebenen Faktoren können sog. Regelungslücken entstehen. Diese stellen alle am Bau Beteiligten vor große planerische Herausforderungen. Weiterhin werden die baulichen Besonderheiten herausgearbeitet. Damit kann eine Einschätzung über den Aufwand erlangt werden, um ein genehmigungsfähiges Massivholzgebäude in Hamburg zu errichten.

Der Abschnitt „Relevanz“ kann zusammenfassend in der Umsetzungs- und Genehmigungsfähigkeit von Massivholzgebäuden in Hamburg gesehen werden. Gleichzeitig kann diese Bachelorthesis auch als umfassender Anforderungskatalog zur Planung von Massivholzgebäuden dienen.

## 2 Gesetzliche Umgebung und technische Anwendungen

Im Abschnitt 2.1 werden zunächst die verwendeten Begrifflichkeiten definiert. Diese Fixierung ist für das einheitliche Verständnis erforderlich und gibt inhaltlich die Auffassung der Hamburgischen Bauordnung wieder. Im Abschnitt 2.2 auf Seite 7 wird das rechtliche Rahmenwerk sowie die angewendeten Normen mit brandschutztechnischen Anforderungen beschrieben. Im Abschnitt 2.3 auf Seite 14 werden technische Grundlagen im Holzbau und deren Umsetzung vorgestellt.

### 2.1 Begriffsdefinitionen

Damit die verwendeten Begrifflichkeiten einheitlich verstanden werden, sind diese in den folgenden Abschnitten definiert. Die verwendete Literatur gibt dabei die sinngemäße Bedeutung vor.

#### 2.1.1 Aufenthaltsraum

Im § 2 der /HBauO/ werden Begrifflichkeiten, wie der Aufenthaltsraum, definiert. Aufenthaltsräume sind als Räume beschrieben, die für den zeitlich unbegrenzten Aufenthalt von Personen bestimmt und geeignet sind [1, S.8]. Eine Konkretisierung dieser Formulierung ist im siebten Abschnitt der /HBauO/ durch den § 44 gegeben. Dadurch kann weiterhin ausgesagt werden, dass Aufenthaltsräume i. d. R. beheizt, belüftet und mit Tageslicht beleuchtet sein müssen. Im Übrigen muss ein Raum, der zum Aufenthalt vorgesehen ist, eine Mindestraumhöhen von 2,40 m aufweisen. Ebenfalls müssen Fenster grundsätzlich mit einem Rohbaumaß von einem Achtel der Nettogrundfläche vorhanden sein. [1, S.42-43]

Herr Dietmar Grütze definiert Räume als Aufenthaltsraum, wenn diese zum Wohnen, Schlafen, Arbeiten oder Verkaufen dienen. Weiterhin benennt er auch die Größe eines Raumes als Kriterium, welches zur Definition eines Aufenthaltsraumes miteinbezogen werden muss. [2, S.21]

#### 2.1.2 Höhe eines Gebäudes

Die Höhe eines Gebäudes bzw. einer baulichen Anlage richtet sich nach der Oberkante des fertigen Fußbodens (OKFF) des höchstgelegenen Geschosses. Innerhalb dieses Geschosses muss der Aufenthalt im Sinne eines Aufenthaltsraumes erlaubt sein. Als gegenüberliegender Messpunkt wird die mittlere Geländeoberfläche benannt. Da ein Gebäude auch an einer schiefen Ebene bzw. an einem Hang errichtet werden kann, wird als Ausgangshöhe die Höhe im Bebauungsplan angenommen. Alternativ dazu kann die Bauaufsichtsbehörde die Höhe der Geländeoberfläche festlegen. [1, S.6]

### 2.1.3 Nutzungseinheit

Der Definition der /HBauO/ nach ist eine Nutzungseinheit ein für sich allein nutzbarer Bereich innerhalb einer baulichen Anlage bzw. eines Gebäudes. Darunter sind Wohnungen und Räume mit selbstständiger Nutzung als Nutzungseinheit zu verstehen. Im Rahmen der Hamburgischen Bauordnung ist für die Bestimmung der Grundfläche der Nutzungseinheit die Bruttogrundfläche anzunehmen. [1, S.6] Für die Bestimmung der Bruttogrundfläche ist die Fläche einschließlich der sie begrenzenden Wände anzunehmen. Dabei sind Stützen oder Schächte in der Nutzungseinheit, welche als frei im Raum angesehen werden können mit anzurechnen. [3, S.10]

### 2.1.4 Gebäudeklassen

In diesem Abschnitt werden die unterschiedlichen Gebäudeklassen benannt und beschrieben. Dabei wird die /HBauO/ als maßgebende Bauordnung verwendet. Seit dem 01.04.2006 werden Gebäude durch die /HBauO/ abhängig von ihrer Nutzung, ihrer Höhe und der Anzahl der Nutzungseinheiten in eine Gebäudeklasse eingruppiert [4, S.8]. Durch den § 2 der /HBauO/ werden fünf verschiedene Gebäudeklassen beschrieben [1, S.6]. Diese sind in der folgenden Tab. 1 mit den jeweiligen Kenndaten zusammen aufgeführt.

Tab. 1: Kenndaten der Gebäudeklassen [1, S.6]

| Gebäudeklasse | Kenndaten  |
|---------------|--|
| 1             | freistehende Gebäude bis zu einer Höhe von 7 m,<br>max. zwei Nutzungseinheit und zusammen $\leq 400 \text{ m}^2$ ,<br>freistehende land- oder forstwirtschaftlich genutzte Gebäude |
| 2             | Gebäude bis zu einer Höhe von 7 m,<br>max. zwei Nutzungseinheiten und zusammen $\leq 400 \text{ m}^2$  |
| 3             | sonstige Gebäude bis zu einer Höhe von 7 m   |
| 4             | Gebäude bis zu einer Höhe von 13 m,<br>Nutzungseinheit jeweils $\leq 400 \text{ m}^2$  |
| 5             | sonstige Gebäude,<br>ebenfalls dazu zählen unterirdische Gebäude   |

Im Rahmen der Gebäudeklassifizierung fließen neben den benannten Kenndaten auch die Nutzungsart sowie weitere Besonderheiten des Gebäudes mit ein. Im Kontext der Bauordnung werden diese als Sonderbautatbestände betitelt. Für die Konkretisierung, unter welchen Kriterien ein Gebäude als Sonderbau zu bewerten ist, werden im Absatz vier des § 2 der /HBauO/ 18 Sonderbautatbestände benannt. Dazu zählen z. B. Gebäude mit einer Höhe von mehr als 22 m. Diese werden bis zu einer Höhe von 60 m als Hochhäuser bezeichnet. Häuser mit einer Höhe von mehr als 60 m werden ugs. „hohe Hochhäuser“ genannt. Neben

den Besonderheiten wird auch die Nutzung berücksichtigt. Dabei ist es relevant wie viel Grundfläche ein Gebäude haben wird. Ebenso ist für die Eingruppierung des Gebäudes die Personenanzahl, welche sich in dem Objekt befinden wird mitentscheidend. Soll es innerhalb eines Gebäudes Versammlungsräume für mehr als 200 Personen geben, dann muss beispielsweise die Rettungswegsituation entsprechend angepasst sein. [1, S.6]

Verallgemeinernd kann ausgesagt werden, dass alle Gebäude, welche sich ohne Einschränkungen einer Gebäudeklasse zuordnen lassen und ohne Sondernutzung geplant sind, als Regelbau anzusehen sind. Im Umkehrschluss führt jegliche Abweichung, der Nutzung zu einem Sonderbautatbestand.

### 2.1.5 Raumabschluss

Der Raumabschluss ist eine geforderte Eigenschaft von Bauteilen, welche durch die DIN EN 13501-2 beschrieben wird. Der Raumabschluss gilt als gegeben, wenn das Durchdringen von Feuer oder heißen Gasen für ein definiertes Zeitintervall verhindert wird. Dabei gilt die nicht beflamnte Seite des Bauteils – außerhalb des Brandraumes – als maßgebende Seite. Für die Erfüllung des Raumabschlusses dürfen die folgenden Merkmale nicht eintreten:

- o Entzünden eines Wattebausches,
- o anhaltender Flammendurchschlag,
- o Bildung von Öffnungen und Spalten, welche ein vordefiniertes Maß überschreiten.

Tritt während der Versuchsdurchführung das Versagen der Tragfähigkeit auf, so ist nach Angaben der DIN EN 13501-2 auch der Raumabschluss als nicht mehr gegeben zu bewerten. [5, S.17]

In der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (/VVTB/) werden zusätzlich zu den o. g. Ansprüchen weitere Bedingungen fixiert. Hinzu kommt die Forderung, dass die Baustoffe eines raumabschließenden Bauteils per se als nicht brennbar einzustufen sein müssen. Damit geht einher, dass eine Beteiligung am Brandgeschehen ausgeschlossen ist. Auch wird festgelegt, dass Öffnungen in diesen Bauteilen unzulässig sind, sofern weiterführende Verordnungen und/oder Richtlinien Öffnungen nicht explizit als zulässig ausweisen. Weiterhin wird beschrieben, welche Baustoffe zum Verfüllen von Hohlräumen und Spalten in raumabschließenden Bauteilen als zulässig gelten. [6, S.38]

### 2.1.6 Regelungslücken

Für den Rahmen dieser Bachelorthesis wird die Begrifflichkeit „Regelungslücken“ dahingehend verstanden, dass durch die unterschiedlichen Anforderungen bzw. Empfehlungen aus den verschiedenen Regelwerken Differenzen entstehen. Diese werden sich insofern ergeben, da erwartet wird, dass die rechtlichen Anforderungen an unterschiedlichen Stellen durch weiterführende Regelwerke übergangen werden. Ebenso wird von Regelungslücken gesprochen, wenn eine Empfehlung stark abweichende Beschreibungen enthält.

### 2.1.7 Brandwände

Brandwände werden durch die /HBauO/ gefordert, damit im Falle eines Brandes die Ausbreitung von Feuer und Rauch auf das gesamte Gebäude verhindert wird [7, S.317]. Außenwände, die den Anforderungen von Brandwänden genügen, werden auch als Gebäudeabschlusswand betitelt. Sie sind erforderlich, wenn das Gebäude weniger als 2,50 m von der Grundstücksgrenze oder weniger als 5,00 m von anderen Gebäuden entfernt ist. Nach den Angaben der /HBauO/ müssen innerhalb eines Regelbaus alle 40 m innere Brandwände errichtet werden. [1, S.26]

Laut der /VVTB/ müssen Brandwände drei Bedingungen genügen [6, S.155]. Diese werden durch die DIN 4102-3:1977-09 detaillierter beschrieben. In erster Linie müssen Brandwände aus Baustoffen der Kategorie A (nicht brennbar) bestehen. Weiterhin müssen sie ohne eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung die Feuerwiderstandsklasse F 90 erfüllen und einer Stoßbelastungsprüfung entsprechend dem Abschnitt 4.3.3 der DIN 4102-3 standhalten [8, S.2].

## 2.2 Normen und Rechte

Im Abschnitt „Normen und Rechte“ werden die betrachteten und zur Anwendung kommenden Grundlagen aufgeführt. Als geltende Rechtsgrundlage ist hauptsächlich die Hamburgische Bauordnung zu nennen. Weiterhin werden die Erläuterungen der Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen in Form von Bauprüfdiensten dazu gezählt. Im Abschnitt 2.2.3 sind die anerkannten Regeln der Technik durch die erforderlichen Normungen benannt. Deren Umfang sowie deren Geltungsbereich sind in den jeweiligen Unterabschnitten zusammenfassend beschrieben. Tab. 2 stellt die zitierten Rechte und Normen dar. Weiterhin dient sie dazu, die in dieser Arbeit verwendeten Abkürzungen mit den jeweiligen Titeln in Verbindung zu bringen.

Tab. 2: Rechtliche Rahmenwerke

| Abkürzung        | Verordnung, Richtlinie, Vorschrift  |
|------------------|---|
| /HBauO/          | Hamburgische Bauordnung (HBauO) vom 14. Dezember 2005; Zuletzt geändert am 23.01.2018   |
| /BPD 3/2018/     | Bauprüfdienst „Bauen in Massivholzbauweise“ (BPD Massivholzbau); März 2018  |
| /BPD 5/2012/     | Bauprüfdienst „Brandschutztechnische Auslegungen“ (BTA); Mai 2012   |
| /VVTB/           | Änderungen und Ergänzungen der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) in der Freien und Hansestadt Hamburg  |
| /MVV TB/         | Muster-Verwaltungsvorschrift Technischer Baubestimmungen  |
| /DIN EN 13501-2/ | Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen |
| /DIN 4102-1/     | Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 1: Baustoffe, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen   |
| /DIN 4102-2/     | Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 2: Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen  |
| /DIN 4102-3/     | Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 3: Brandwände und nichttragende Außenwände Begriffe, Anforderungen und Prüfungen  |
| /DIN 4102-4/     | Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile  |
| /DIN 1995-1-2/   | Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1995-1-2:2004 + AC:2009                             |

### 2.2.1 Rechtliches Rahmenwerk

Als das rechtliche Rahmenwerk werden sämtliche Gesetze, Verordnungen, Richtlinien etc. verstanden, die sich inhaltlich mit den baulichen Anforderungen eines Gebäudes befassen. In Deutschland teilt sich das öffentliche Baurecht in zwei Bereiche. Zum einen wird durch den Bund das Bauplanungsrecht festgelegt. Auf der anderen Seite wird das Bauordnungsrecht durch die Länder geregelt [9]. Damit sind die Bundesländer dazu berechtigt und beauftragt Verordnungen und Regelungen zu erlassen, welche den Bau und den Betrieb von Gebäuden reglementieren. Somit wird in jedem Bundesland die jeweilige Bauordnung unabhängig von anderen Bundesländern eingeführt.

Auf Bundesebene werden durch die Bauministerkonferenz Empfehlungen für die Länder herausgegeben. Zu den Teilnehmer der Bauministerkonferenz gehören die Bauminister und Senatoren aller 16 Bundesländer der Bundesrepublik Deutschland. Der Ausschuss kommt einmal jährlich zusammen, um Änderungen und Vorschläge zu diskutieren, abzustimmen und als Vorschlag an die Bundesregierung heranzutragen. Durch Abstimmungen werden die als Handlungsempfehlung herausgegebenen Musterbauvorschriften und -erlasse als Grundlage für die unterschiedlichen Landesbauordnungen beschlossen. [9]

In der Freien und Hansestadt Hamburg wurde die aktuell gültige Bauordnung am 14. Dezember 2005 erlassen und ist in ihrer letzten Fassung vom 23. Januar 2018 damit rechtsgültig. In dieser Fassung wird erstmals – vgl. Hamburgische Bauordnung in der Fassung vom 17.02.2016 – der § 24 (Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen) /HBauO/ um den dritten Absatz erweitert [10, S.23].

Die Absätze eins und zwei legen fest, welche Anforderungen an das Brandverhalten und an die Feuerwiderstandsfähigkeit von Baustoffen und Bauteilen gestellt werden. Der Satz 3 des zweiten Absatzes schließt den Kreis von Anforderungen an die Baustoffe und deren Verwendung in Bauteilen, welche eine Feuerwiderstandsfähigkeit aufweisen müssen. Es wird festgelegt, dass Bauteile, welche feuerbeständig sein müssen, ausschließlich aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen dürfen. Im Absatz drei des § 24 der /HBauO/ werden Bedingungen gestellt, welche erfüllt sein müssen, damit eine Massivholzbauweise für die tragenden und aussteifenden sowie raumabschließenden Bauteile, die feuerbeständig oder hochfeuerhemmend sein müssen, als zulässig angesehen werden kann. Die geforderte Feuerwiderstandsdauer muss durch anerkannte Verfahren bestätigt sein. Genauer ist damit eine Bauweise mit brennbaren Materialien grundsätzlich nicht mehr ausgeschlossen. Folgende begrenzende Faktoren müssen dafür eingehalten werden. [1, S.23]

Es wird die zulässige Höhe, der Fußbodenoberkante des höchst gelegenen Geschosses auf maximal 22 m begrenzt. Die OKFF und damit die anzusetzende Höhe ist im Sinn des § 2 Absatz drei Satz 2 der /HBauO/ zu verstehen (siehe Abschnitt 2.1.2 auf Seite 3). Weiterhin dürfen Nutzungseinheiten maximal bis zu 200 m<sup>2</sup> bemessen. Zusätzlich wird die zulässige Größe der Brandabschnitte pro Geschoss halbiert. Im konventionellen Wohnungsbau ist ein Brandwandabstand von maximal 40 m angegeben [1, S.26]. Diese Anforderung wird durch den /BPD 5/2012/ im Abschnitt „Zu § 28 Abs. 2 Satz 1 Nr. 2“ konkretisiert. Es wird für ausgedehnte Gebäude ein Abstand der inneren Brandwände von 40 m auf 40 m angegeben. Damit ergibt sich pro Geschoss eine Brandabschnittsfläche von 1600 m<sup>2</sup> [11, S.16]. Der dritte Absatz des § 24 /HBauO/ begrenzt diese Brandabschnittsfläche für Gebäude mit brennbaren Baustoffen auf 800 m<sup>2</sup> [1, S.23].

### 2.2.2 Schutzziele der Hamburgischen Bauordnung

Der zentrale und prägnanteste Paragraph der /HBauO/ ist der § 17 „Brandschutz“. Durch diesen wird die Grundlage für sämtliche bauliche brandschutztechnische Anforderung geschaffen. Es werden vier sog. Schutzziele beschrieben, welche unbedingt in vollem Umfang von baulichen Anlagen zu erfüllen sind. Sie sind für den Zeitraum von der Errichtung über jegliche Änderungen bis hin zu der Instandhaltung eines Gebäudes einzuhalten. Es wird gefordert, „ [...] , dass der Entstehung und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird [...]“ [1, S.16]. Weiterhin muss die Rettung von Menschen und Tieren im Fall eines Feuers ausreichend lang möglich sein. Nicht zuletzt geht damit ebenso einher, dass nicht nur Personen und Tiere eine bauliche Anlage verlassen können, sondern auch, dass die Feuerwehr wirksame Löschmaßnahmen durchführen kann. [1, S.16] Damit dieses gegeben sein kann, muss auch ein Innenangriff bis zu einem gewissen Zeitpunkt möglich sein.



### 2.2.3 Normen mit brandschutztechnischen Anforderungen

Brandschutztechnische Anforderungen werden in der /HBauO/ sowie in weiteren Verordnungen und Richtlinien mit festgelegten Begrifflichkeiten und Abkürzungen beschrieben. Zugrunde gelegt werden dazu hauptsächlich drei Normen.

Auf der europäischen Ebene ist die DIN EN 13501 maßgebend. Diese wird in das deutsche Recht durch die Teile der DIN 4102 überführt. Das Land Hamburg hat die Verbindung der Normen und der Begrifflichkeiten, welche brandschutztechnische Anforderungen beschreiben, aus der /HBauO/ durch die Einführung der /VVTB/ umgesetzt. Dabei hat die Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen die Muster-Verwaltungsvorschrift Technischer Baubestimmungen (MVV TB) durch Änderungen und Ergänzungen in Form von Verweisen und Anlagen in geltendes hamburgisches Recht überführt.

#### 2.2.3.1 DIN EN 13501

Die europäische Normung der Beschreibung des Brandverhaltens von Baustoffen und Bauprodukten wird in unterschiedlichen Teilen der Norm geregelt. Der Teil 2 der DIN EN 13501 befasst sich mit der Klassifizierung von Ergebnissen der Feuerwiderstandsprüfungen davon ausgenommen sind Lüftungsanlagen. Im Abschnitt 6 werden die europäischen Bezeichnungen für die Feuerwiderstandverhalten beschrieben. [5, S.22]

Die Bauteilbenennung setzt sich aus Buchstaben und Zahlen zusammen. Dabei steht das *R* für die Tragfähigkeit, das *E* für den Raumabschluss, das *I* für die Wärmedämmung und das *S* für die Rauchdichtigkeit. Weitere Abkürzungen, die hier nicht näher beschrieben werden, sind der DIN EN 13501 zu entnehmen. Die Klassifizierungsdauer, in der die Eigenschaften bei Brandbeaufschlagung erhalten bleiben müssen, wird durch die Zahlen in der Abkürzung festgelegt. In der Abb. 1 ist zur Verdeutlichung ein Kennzeichnungsbeispiel dargestellt.

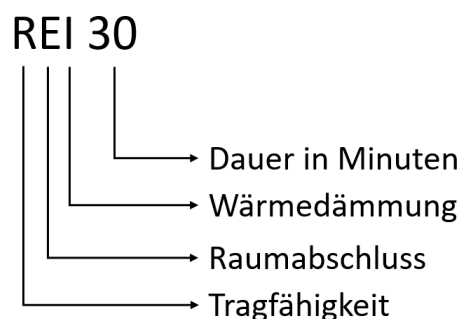


Abb. 1: Kennzeichnungsbeispiel nach DIN EN 13501-2

Abb. 1 auf der vorherigen Seite stellte eine Beispielabkürzung für eine Kennzeichnung eines tragenden, raumabschließenden und wärmedämmenden Bauteils dar. Die aufgeführten Eigenschaften sind für dieses Bauteil für eine Dauer von 30 Minuten nachzuweisen bzw. können als nachgewiesen angesehen werden, wenn das Bauteil mit der entsprechenden Kennzeichnung ausgezeichnet ist.

### 2.2.3.2 DIN 4102

Die DIN 4102 besteht aus mehreren Teilen, welche allesamt das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen beschreiben. In der DIN 4102-1 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 1: Baustoffe, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen“ werden im Abschnitt „Baustoffklassen“ die Baustoffe ihrer Brennbarkeit nach Baustoffklassen eingeteilt [12, S.3]. Die Tab. 3 zeigt die Baustoffklassen und die dazugehörige bauaufsichtliche Benennung.

Tab. 3: Baustoffklassen nach DIN 4102-1 [12, S.3]

| Baustoffklasse | Bauaufsichtliche Benennung   |
|----------------|------------------------------|
| <b>A</b>       | nicht brennbare Baustoffe    |
| A1             |                              |
| A2             |                              |
| <b>B</b>       | brennbare Baustoffe          |
| B1             | schwerentflammbare Baustoffe |
| B2             | normalentflammbare Baustoffe |
| B3             | leichtentflammbare Baustoffe |

Die bauaufsichtliche Benennung der Bauprodukte und deren Zuordnung in die unterschiedlichen Baustoffklassen erleichtert die Anwendung der Abkürzungen, wie sie in den fortlaufenden Teilen der DIN 4102 und der /HBauO/ verwendet werden. In dem Abschnitt 2.2.3.4 auf Seite 13 wird diese Zuordnung mit den Festlegungen aus dem Abschnitt 2.2.3.1 und dem Abschnitt 2.2.3.3 in Verbindung gebracht. Somit entsteht ein in sich verständliches Zusammenspiel der unterschiedlichen Normen und Verordnungen.

Im Teil 2 der DIN 4102 werden Feuerwiderstandsdauern festgelegt und durch Abkürzungen, wie z. B. *F 30 A* beschrieben. Dabei steht das *F* für die Feuerwiderstandsdauer. Die Zahl beschreibt die Dauer der Erfüllung der Anforderungen in Minuten. Die Buchstaben am Ende der Kennzeichnung geben Auskunft darüber, zu welcher Baustoffklasse die wesentlichen Bestandteile des Bauteiles gezählt werden. Sie sind durch die Kürzel aus Tab. 3 beschrieben. Somit entstehen die Abkürzungen und deren Feuerwiderstandsdauer in Minuten, wie sie in Tab. 4 auf der nächsten Seite dargestellt werden.

Tab. 4: Feuerwiderstandsdauern der Feuerwiderstandsklassen [13, S.3-10]

| Feuerwiderstandsklasse | Feuerwiderstandsdauer<br>in Minuten |
|------------------------|-------------------------------------|
| F 30 A / B / AB        | 30                                  |
| F 60 A / B / AB        | 60                                  |
| F 90 A / B / AB        | 90                                  |
| F 120 A / B / AB       | 120                                 |
| F 180 A / B / AB       | 180                                 |

### 2.2.3.3 Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen

Die, durch das Ministerblatt vom 30.04.2018, bekanntgegebene und erlassene /VVTB/ beschreibt inhaltlich die Anforderungen, welche technischen Baubestimmungen für Gebäude in Hamburg anzuwenden sind. Dabei werden in Form von Änderungen, Abweichungen, Ergänzungen und Streichungen die verfassten Bestimmungen aus der MVV TB an die Erfordernisse und Belange, welche von der Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen für notwendig angesehen werden, angepasst.

Im Teil A in dem Abschnitt 2.1.3.2 und den folgenden Abschnitten der /VVTB/ werden die Begrifflichkeiten, welche die brandschutztechnische Anforderung beschreiben, mit den zeitlichen Anforderungen verknüpft. Die Tab. 5 zeigt die Verbindung der Feuerwiderstandsfähigkeiten und der jeweiligen geforderten Mindestzeit, die ein Bauteil standsicher sein muss. Die Anforderungen für den Raumabschluss und die Tragfähigkeit sind äquivalent dazu zu leisten.

Tab. 5: Dauer der Feuerwiderstandsfähigkeit [6, S.37-38]

| Feuerwiderstandsfähigkeit      | Dauer in Minuten |
|--------------------------------|------------------|
| feuerhemmend                   | 30               |
| hochfeuerhemmend               | 60               |
| feuerbeständig                 | 90               |
| feuerbeständig für 120 Minuten | 120              |

### 2.2.3.4 Zusammenführung

Werden die im Voraus beschriebenen Anforderungen und Regelungen gemeinsam gefasst und miteinander verbunden, lässt sich die in Tab. 6 erfolgte Zuordnung treffen.

Tab. 6: Vereinigung der Normen /VVTB/, DIN 4102-2 und DIN EN 13501-2 [13] [5] [6]

| Feuerwiderstands-<br>fähigkeit    | Feuerwiderstands-<br>dauer in Minuten | Feuerwiderstandsklasse<br>nach DIN 4102-2 | Feuerwiderstandsklasse<br>nach DIN EN 13501-2 |
|-----------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| feuerhemmend                      | 30                                    | F 30                                      | R 30, RE 30, REI 30                           |
| hochfeuerhemmend                  | 60                                    | F 60                                      | R 60, RE 60, REI 60                           |
| feuerbeständig                    | 90                                    | F 90                                      | R 90, RE 90, REI 90                           |
| feuerbeständig für<br>120 Minuten | 120                                   | F 120                                     | R 120, RE 120, REI 120                        |
| <sup>1</sup>                      | 180                                   | F 180                                     | R 180, RE 180, REI 180                        |

Feuerhemmende Bauteile besitzen eine Feuerwiderstandsfähigkeit von mindestens 30 Minuten. Sie werden nach der deutschen Norm DIN 4102-2 in die Kategorie *F 30* und nach der europäischen Norm in den Bezeichnungen R/RE/REI 30 eingefasst. Wie im Abschnitt 2.2.3.1 auf Seite 10 beschrieben unterscheidet die europäische Norm innerhalb der Kennzeichnung noch zwischen den unterschiedlichen Anforderungen, die an das betreffende Bauteil gestellt werden. Der Aufbau der Kennzeichnungen ist innerhalb der jeweiligen Norm gleichbleibend. Die Feuerwiderstandsfähigkeit wird in Abhängigkeit der angegeben Minuten bemessen und bezeichnet.

<sup>1</sup> Die Angaben werden hier aus Gründen der Vollständigkeit mit aufgeführt. Normen werden nicht ausschließlich für Forderungen aus dem Baurecht erstellt. Die Anforderungen einer Feuerwiderstandsdauer von 180 Minuten, wird bauordnungsrechtlich nicht verwendet.

## 2.3 Grundlagen des Holzbaus

Im Abschnitt 2.3 „Grundlagen des Holzbaus“ werden die grundlegenden Konstruktionsprinzipien von Massivholzbauteilen beschrieben. Außerdem werden bewährte Holzkonstruktionen vorgestellt, welche den Stand der Technik widerspiegeln.

### 2.3.1 Variationen der Holzbauteile

#### 2.3.1.1 Vollholzträger

Vollholzträger werden, wie der Name schon vermuten lässt, aus dem ganzen Holz hergestellt. Aus der Grundlage, dem Baumstamm, wird im Sägewerk durch sägen entlang der Stammachse der gewünschte Querschnitt gefertigt. Vollholzbauprodukte können im einzelnen Holzlatten, Kanthölzer oder Bohlen sein. Für die Verwendung als Vollholzträger werden Üblicherweise Kanthölzer verwendet. [14, S.104] Durch die Eigenschaften des Vollholzes sind maximale Spannweiten von 6 m möglich [15, S.46].

#### 2.3.1.2 Brettschichtbinder

Brettschichtbinder werden unterschiedlich betitelt und unter anderem auch Brettschichtträger, Leimbinder oder auch Brettschichtholz binder genannt [14, S.106] [16, S.3]. Für die Erzeugung von Leimbindern werden Vollholzlatten verwendet. Diese werden vorbereitend auf Länge geschnitten und an den Enden mit einer sog. Keilzinkung versehen [16, S.3]. Damit lassen sich Vollholzbretter einer beliebigen Länge erstellen. Vorbereitend für den nächsten Arbeitsgang werden diese gehobelt und im darauffolgenden Arbeitsschritt unter Druck miteinander verleimt. Das Herstellungsverfahren erlaubt eine Vielzahl an möglichen Geometrien der Leimbinder. Somit können sie auf die aufkommenden Druck- und Zugkräfte abgestimmt werden. Der Vorteil, dass Fehler, wie Astlöcher oder Verwachsungen, im Vollholz im Laufe der Verarbeitung ausgespart werden können, führt dazu, dass die gleichen und zum Teil verbesserte physikalischen Eigenschaften von Vollholz angenommen werden können. [14, S.106]

#### 2.3.1.3 Brettstapelbauweisen

Bauelemente, welche in der Brettstapelbauweise hergestellt sind, werden aus einzelnen nebeneinander aufgestellten Bohlen zusammengefügt. Die kraftschlüssige Verbindung der einzelnen Bohlen wird durch Verschraubungen oder Nägel hergestellt [16, S.4]. In dieser Bauweise können Wand- und Deckenelemente in verschiedenen Stärken produziert werden. Dabei sind Bohlenbreiten für Deckenelemente von 12 cm bis 24 cm üblich. Die Bohlen von Wandelementen hingegen besitzen nur eine Breite zwischen 8 cm und 12 cm. Die Elemente werden in Werken bis zu einer Breite von 2,40 m vorgefertigt. Das weitere Zusammenfügen der Wand- bzw. Deckenelemente erfolgt auf der Baustelle. [14, S.145]

#### 2.3.1.4 Brettsperrholz

Für die Herstellung von Sperrholz werden mindestens drei Holzlagen miteinander verleimt. Dabei wird jede einzelne Lage um 90 Grad versetzt zu der darunterliegenden Lage aufgebracht. Durch diese Anordnung wird die Verformung bei Belastung deutlich verkleinert. [16, S.4] Somit kann auch für die Druck- und Zugfestigkeit eine erhöhte Festigkeit angenommen werden [14, S.107].

### 2.3.2 Konstruktionsweisen

#### 2.3.2.1 massive Bauweise

Als einer der ältesten Massivholzbauweisen ist das Blockhaus bekannt. In der Massivbauweise übernehmen die einzelnen Bestandteile sowohl tragende, aussteifende und raumbildende Aufgaben zugleich. Die guten wärmedämmenden Eigenschaften des massiven Holzes erlauben, dass weitere Dämmungen auf der Innen- oder Außenseite angebracht werden können. [15, S.114] Die Begriffsdefinitionen des /BPD 3/2018/ legen die geforderten Eigenschaften und die Konstruktion von Massivbauweisen fest. Die Massivbauweise ist grundsätzlich als hohlraumfreie und durchgehende massive Bauweise beschrieben. Dabei erlauben die Konstruktionsarten Brettstapelbauweise oder Brettschichtbinder, dass die Bedingung für eine massive Bauweisen eingehalten werden. Zur Verbindung der einzelnen Elemente zu einem Massivbauteil werden verschieden Verbindungsvarianten angewendet. [16, S.2]

#### 2.3.2.2 Holzskelettbau

Das Bestreben der Menschen nach Verbesserung sowie der Wunsch nach freier Raumgestaltung führte zur Weiterentwicklung. Aus dem ursprünglichen Fachwerk wurde der Holzskelettbau heraus entwickelt. Konstruktionsbedingt sind Verläufe der Wände frei wählbar und können somit individuell gestaltet werden. Dadurch wird deutlich, dass die Funktionen der einzelnen Bauteile voneinander getrennt sind. Die raumbildenden Elemente können nach den Anforderungen des Bauherren gestaltet werden. Dabei bleiben jene Bauelemente unberührt, welche die tragende und aussteifende Funktion übernehmen. [15, S.109]

Das Konstruktionssystem des Holzskelettbaus kann als offenes System bezeichnet werden [17, S.109]. Es besteht aus vertikalen und horizontalen Bauteilen [15, S.109]. Die vertikalen Elemente werden als Stützen bezeichnet. Diese werden i. d. R. als über mehrere Stockwerke übergreifende Bauteile ausgebildet. Die horizontalen Deckenbalken oder auch Träger genannt, können durch verschiedene Anschlussformen an die Stützen kraftschlüssig angeschlossen werden. Bei dieser Bauform treten große Kräfte an den Knotenpunkten auf, daher werden besondere Verbindungsmittel, wie z. B. geschweißte Stahlformteile verwendet. Die Verwendung der verschiedenen Verbundsysteme führt dazu, dass auch die Ausführung der Stützen unterschiedlich gestaltet wird. Es können einteilige Stützen oder Doppelstützen erforderlich sein. [17, S.109-110]

### 2.3.2.3 Holzrahmenbau

Der Holzrahmenbau ist ein Bausystem, welches in den 80er-Jahren in Deutschland durch die vereinfachte Struktur im Gegensatz zum Fachwerk die konventionelle Bauweise ablöste [15, S.111]. Die Konstruktion besteht im Grundsätzlichen aus vier Bauteilen. Diese sind durch die Abb. 2 vereinfacht dargestellt.

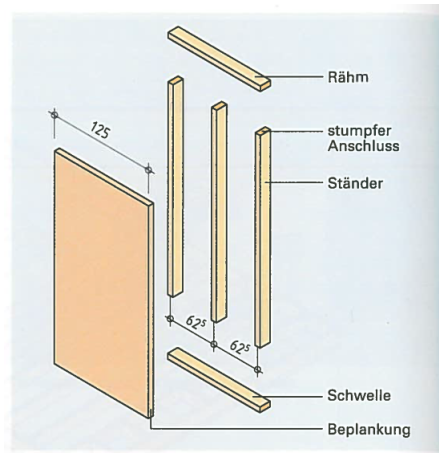


Abb. 2: Aufbau der Wandelemente [17, S.102]

Als Grundlage auf dem Fundament wird die „Schwelle“ als Auflage für die Konstruktion befestigt. Darauf werden die vertikalen „Ständer“ gestellt, diese sind wiederum am oberen Abschluss durch den sog. „Rähm“ miteinander verbunden. Durch das Aufbringen der „Beplankung“ erhält die Wand ihre nötige Steifigkeit. Die Ständer werden in einem Abstand von 62,50 cm zueinander aufgestellt. Dieser Abstand ergibt sich aus der fertigungsbedingten Breite der Beplankung. [17, S.102] Der Aufbau der Konstruktion lässt zwischen den einzelnen Ständern Hohlräume entstehen, welche zur Wärme- und Schallisolation mit Dämmstoffen aufgefüllt werden [16, S.3].

### 2.3.2.4 Holztafelbauweise

Das Konstruktionsprinzip der Holztafelbauweise unterscheidet sich in nur sehr geringem Maß von dem Prinzip des Holzrahmenbaus. Es werden ebenfalls selbsttragende Konstruktionen aus Holz hergestellt. Die Holztafelbauweise unterscheidet sich in zwei Punkten. Zum einen ist die Tiefe der Vorfertigung im Werk deutlich weiter fortgeführt und die Einbauten innerhalb der Bauteile sind im Wesentlichen abgeschlossen. [16, S.3]

### 2.3.2.5 Hybrid-Bauweise

Die Definition der Hybrid-Bauweise wird durch den /BPD 3/2018/ sehr allgemein gefasst. Nur in groben Zügen ist durch die Nennung eines Beispiels eine Form der hybriden Bauweise umschrieben. Es wird eine Kombination von Stahlbeton und die Anwendung von Holzbauteilen genannt. Dabei können tragende und aussteifende Bauteile in Massivbauweise (Stahlbeton) hergestellt werden und die nichttragenden Elemente sowie Fassadenteile durch

die Holztafelbauweise realisiert werden. Auch sind weitere Kombinationsweise benannt. So werden ebenso Mischungen innerhalb eines Bauteiles in Aussicht gestellt. [16, S.3]

Rudolf Lückmann nennt im gleichen Kontext neben der Kombination aus Holz und Beton auch Holzverbundmaterialien. Dazu zählen für ihn unter anderem Grobspan- (OSB (oriented strand board)) und Spanplatten. Die Möglichkeiten, die sich durch den Verbund von Holz und Beton ergeben haben, bringen viele Vorteile in der Altbausanierung. Auch die stetige Weiterentwicklung seit der 30er-Jahre brachte eine Verbesserung der bauphysikalischen Eigenschaften von Decken. Durch den Einsatz der kombinierten Bauweise in Decken werden Schwingungen reduziert. [15, S.116]



## 2.4 Feuerwiderstandsbemessung von Holzbauteilen

In diesem Abschnitt und seinen Unterabschnitten werden die Normen, deren Verknüpfung miteinander und das prinzipielle Vorgehen für die Bemessung von Massivholzbauteilen beschrieben. Der Feuerwiderstand von Elementen oder Bauteilen wird durch verschiedene zur Anwendung kommenden Normen bemessen. Diese sind an verschiedenen Positionen verankert. Die Abb. 3 zeigt vereinfacht das Vorgehen und das Zusammenwirken der Normungen.

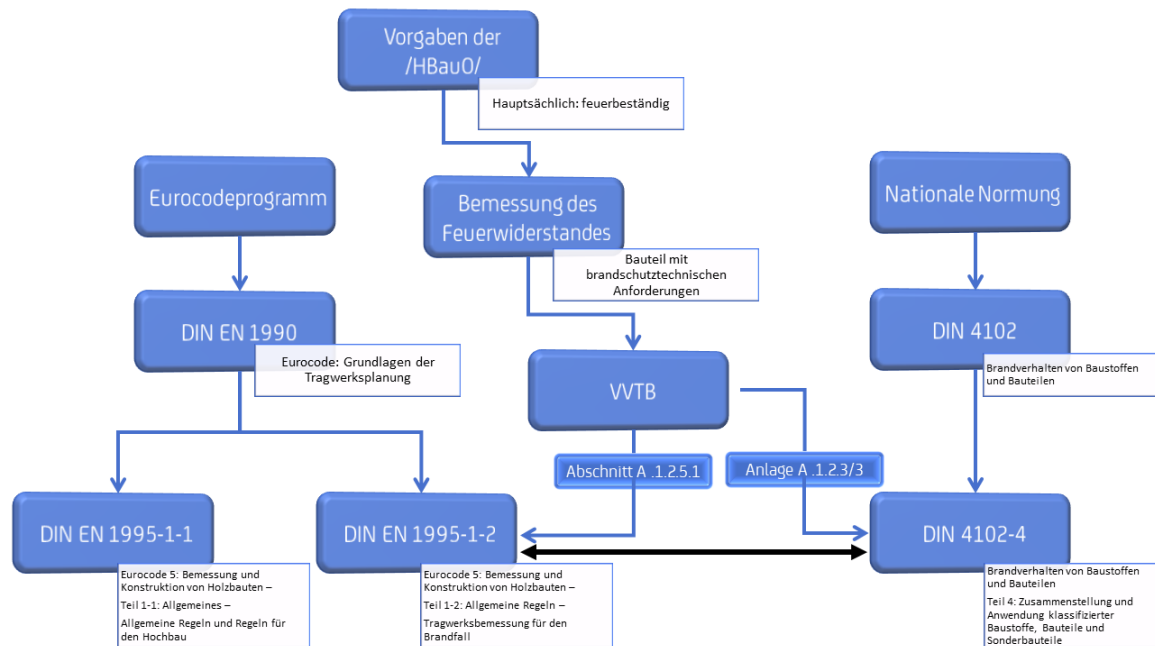


Abb. 3: Ablaufdiagramm und Verbindungen der Normungen

Das Ablaufdiagramm für die Bemessung des Feuerwiderstandes zeigt die Stellungen der Regelwerke. Soll der Feuerwiderstand eines Bauteiles ermittelt werden, gilt es zunächst den Feuerwiderstand nach Angaben der /HBauO/ festzulegen. Für die Feststellung, nach welchen Regeln die Feuerwiderstandsbemessung erfolgen muss, wird die /VVTB/ herangezogen. Im Abschnitt A 1.2.5.1 und in der Anlage A 1.2.3/3 wird auf den Eurocode 5 und die DIN 4102-4 verwiesen [6, S.14].

Auf der linken Seite ist die Abfolge der europäischen Normung dargestellt. Grundlegend ist hier die DIN EN 1990 „Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung“ anzuwenden. Der Eurocode besteht aus mehreren Teilen, welche sich jeweils mit einem Teilbereich der Tragwerksplanung befassen. Für die Bemessung von Holzbauteilen kommen die Vorgaben des Eurocodes 5 zum Tragen. Im Kontext des Feuerwiderstandes wird die Bemessung im Teil 1-2 des Eurocodes 5 beschrieben. Damit ist die DIN EN 1995-1-2 eindeutig die Norm, welche für die Betrachtung von tragenden Holzbauteilen maßgeblich ist. In dem Abschnitt der nationalen Normung ist grundlegend die DIN 4102 für die Klassifizierung von Bauteilen sowie Baustoffen zu verwenden. Die DIN 4102 ist ebenfalls in verschiedene Teile gegliedert. Der Teil 4 der DIN 4102 (DIN 4102-4) beschreibt für den nationalen Geltungsbereich die Klassifizierung von Baustoffen sowie Sonder- und Bauteilen.

Die aufgezeigte Verbindung der DIN EN 1995-1-2 und der DIN 4102-4 stellt symbolisch die Verzahnung dar. Nach Einführung der Norm für die Bemessung von Tragwerken auf europäischer Ebene doppelten sich die Vorgaben. Daraufhin wurde die DIN 4102-4 im Mai 2016 dahingehend angepasst, dass dort nur noch die Vorgaben, welche nicht im Eurocode 5 enthalten sind, beschrieben werden. Daraus ergibt sich, dass nach heutigem Stand beide Normen beachtet und angewendet werden müssen.

### 2.4.1 DIN 4102-4

Durch die Anlage A 1.2.3/3 des Eurocodes 5 wird der Bezug bzw. der Verweis auf die DIN 4102-4 hergestellt. Dabei besagt diese Anlage, dass besondere Anschlüsse und deren Fugen sowie eigens konzipierte Ausbildungen von Bauteilen nach den Vorgaben der DIN 4102-4:2016-05 zu bemessen sind. Diese Forderung betrifft nicht allein den Eurocode 5, sondern gilt auch für die DIN EN 1992-1-2, DIN EN 1993-1-2, DIN EN 1994-1-2 und DIN EN 1999-1-2. Weiterhin gilt dies nur, wenn keine weiteren Angaben in den betreffenden Eurocodes beschrieben sind. [6, S.703]

Die DIN 4102-4 ist als Ergänzung zu der Bemessung nach den Vorgaben des Eurocodeprogramms anzusehen und zu verwenden. Durch sie werden die nationalen Forderungen an das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen spezifiziert sowie die Verfahrensweise beschrieben. Es werden Angaben zu Feuerwiderstandsfähigkeiten von tragenden Bauteilen und deren Baustoffe gemacht, welche nicht durch den Eurocode 5 geregelt sind. Und es werden Hinweise zu Bauteilen, die nach DIN 4102-2 und DIN 4102-3 bemessen werden sollen, gegeben [18, S.6]. Der Abschnitt 8 der DIN 4102-4 befasst sich ausschließlich mit der Klassifizierung von Holzbauteilen [18, S.98].

### 2.4.2 DIN EN 1995

Für die Bemessung des Feuerwiderstandes von Massivholzbauteile wurde durch die Europäische Union (EU), die DIN EN 1995-1-2 „Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1995-1-2:2004 + AC:2009“ veröffentlicht. Diese Norm ist ein Teildokument des Eurocodeprogramms, welches aus zehn Teilen besteht. Durch die Eurocodes werden unter anderem Grundlagen der Tragwerksplanung, Einflüsse auf Tragwerke sowie die Bemessung und Konstruktion mit verschiedenen Baustoffen, wie reine Stahlkonstruktionen, Stahlbeton, Mauerwerke und Holzbauten beschrieben. Der vorrangige Zweck wird von den Mitgliedsländern der EU und von der Europäischen Freihandelsassoziation (EFTA) als Nachweismittel für die Übereinstimmung in Bezug auf die Anforderungen der „Mechanischen Festigkeit und Standsicherheit“ sowie den „Brandschutz“ angesehen. Der Geltungsbereich der Eurocodes begrenzt sich auf innovative und traditionelle Bauwerke und Anwendungen. Es werden Teilbereiche, wie Entwürfe, Berechnungen und Bemessungen für Bauteile sowie komplette

Tragwerkkonstruktionen, eines Bauvorhabens beschrieben und geregelt. Dabei sind diese Ausführungen nicht als vollständige Regelungen für außergewöhnliche Baulösungen und Entwürfe anzusehen. [19, S.4-5]

Durch die DIN EN 1995-1-2 ist es momentan möglich, einen Nachweis für Bauwerke oder seine einzelnen Bauteile durchzuführen. In dem Nachweis erhalten zu gewissen Anteilen die drei Faktoren der vollständigen Bemessung von Konstruktionen im Brandfall ihren Einzug [19, S.8]. Für eine vollumfängliche Bemessung müssen die Beanspruchung durch Wärme, das Tragverhalten bei erhöhten Temperaturen und die positiv wirksamen Maßnahmen des vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzes mitberücksichtigt werden. Für die Anwendung der Norm wird grundlegend zwischen zwei Varianten der Bemessung unterschieden. Auf der einen Seite steht die Möglichkeit der Bemessung nach festgelegten Vorgaben. Hierbei ergeben sich die Leistungsfähigkeit eines Bauteils aus der Beanspruchung durch nominelle Brandverläufe. Bei der gegenüberstehenden Variante wird die Festlegung in Abhängigkeit der Leistung getroffen. Zur Beschreibung der Leistung werden physikalische und chemische Parameter betrachtet, welche Einfluss auf die thermischen Wirkungen haben [19, S.7-8]. Jede Variation selbst teilt sich weiter in drei Optionen auf, in welchen die Analyse eines Bauteils, die Analyse eines Teils eines Tragwerks oder die Analyse des gesamten Tragwerks abgehandelt wird [19, S.9].

Der Anwendungsbereich begrenzt sich auf den baulichen Brandschutz, bei dem die Wirkung und der Einfluss des abwehrenden Brandschutzes nicht näher betrachtet sowie berücksichtigt werden. Weiterhin wird durch die Verfahren angestrebt das vorzeitige Versagen des Tragwerks zu verhindern und die Brandausbreitung ausreichend lange zu verhindern [19, S.11]. Diese Ansprüche sind im Einklang mit den Schutzzielformulierungen der /HBauO/.

Die Unterscheidung der Verfahren führt zu einer Vielzahl der Variationen, wie für einen brandschutztechnischen Nachweis der Feuerwiderstandsdauer vorgegangen werden kann. Für den Bereich dieser Bachelorthesis wird der Anhang *F* der DIN EN 1995-1-2 angewendet. Darin sind Ablaufdiagramme dargestellt, welche das Bemessen von Bauteilen oder Tragwerken erleichtern sollen. Gleichzeitig geben sie dem Anwender eine Ablaufreihenfolge vor, wie die unterschiedlichen Berechnungen zur Anwendung kommen und welche Konsequenz aus dem Ergebnis zu ziehen ist. Im Einzelnen befasst sich der Anhang *F* mit der Bemessung von tragenden, stabförmigen Bauteilen und der Bemessung von stabförmigen Verbindungen. [19, S.77-78] In erster Linie sollen ungeschützte Bauteile bemessen werden, da im Umkehrschluss angenommen wird, dass durch eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung die Bauteile einen erhöhten Feuerwiderstand leisten können. Wenn ein ungeschütztes Bauteil bemessen werden soll, muss zunächst die Abbrandtiefe ermittelt werden [19, S.77].

Für die Ermittlung des Abbrandes müssen die Oberflächen von Bauteilen betrachtet werden. Dabei sind ungeschützte und anfänglich geschützte Oberflächen voneinander zu unterscheiden [19, S.2]. Der entstehende Abbrand tritt an allen Holzoberflächen auf, welche einer direkten Flammenbeaufschlagung ausgesetzt sind. Davon werden auch anfänglich (gegen Brandbeaufschlagung) geschützte Flächen nicht ausgenommen, da diese nur zu Beginn als geschützt anzusehen sind. Die Abbrandtiefe wird aus der Differenz zwischen der anfänglichen Oberfläche und der unversehrten Oberfläche nach der Brandbeanspruchung gebildet und definiert. Für die Bestimmung des Abbrandes in den Eckbereichen müssen Eckausrundungen angesetzt werden. Alternativ dazu muss der Restquerschnitt so gewählt werden, dass die Eckbereiche nicht durch Brandeinwirkungen beeinträchtigt sind [19, S.23-24]. Die Abbrandtiefe ist dabei mit Hilfe des Abschnitts 3.4.2 der DIN EN 1995-1-2 zu bestimmen [19, S.77]. Bei der Ermittlung des Abbrandes wird zwischen eindimensionalen und dem ideellen Abbrand unterschieden. Der ideelle Abbrand berücksichtigt Effekte, welche durch Rissbildung und Eckausrundungen – Abbrand im Eckbereich – entstehen. [19, S.24]

Nach der Meinung des Autors dieser Bachelorthesis (im Folgenden als Autor bezeichnet) sollte bei der Bemessung von Stützen von einer vierseitigen Flammenbeaufschlagung ausgegangen werden. Dies erleichtert den Aufwand, da alle Stützen einheitlich bemessen werden und somit keine Nachweise für einzelne Stützen geführt werden müssen. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass der Restquerschnitt aus der eindimensionalen Abbrandrate bestimmt wird. Die ermittelte Abbrandtiefe wird für jede der vier Seiten angenommen. Durch die Annahme, dass eine vierseitige Brandbeanspruchung auftritt, kann die Bemessung auf alle Stützen übertragen werden. Wird eine Stütze an weniger als an vier Seiten beansprucht, kann davon ausgegangen werden, dass es zu einem geringeren Abbrand kommt. Durch das beschriebene Vorgehen kann eine Übermaßbemessung der Bauteile erfolgen. Zusammengefasst muss das Tragwerk nach den Vorgaben der DIN EN 1990 respektive der DIN EN 1995-1-2 statisch bemessen werden. Damit auch in einem Brandfall das Tragwerk ausreichend lang standsicher ist bzw. der geforderte Feuerwiderstand eingehalten ist, wird die ermittelte Abbrandtiefe zu dem statisch benötigten Querschnitt allseitig hinzuaddiert. Durch die Überschneidung in den Eckbereichen, muss eine Eckausrundung nicht weitergehend berücksichtigt werden.

In den vorangegangenen Absätzen wurden die einzelnen Schritte zur Feuerwiderstandsbemessung von massiven Holzbauteile (hier: Stützen) beschrieben. Dabei wird durch die /HBauO/ der nachzuweisende Feuerwiderstand vorgegeben. Durch die Angaben in der /VVTB/ muss für die Bemessung, die DIN EN 1995-1-2 angewendet werden. Parallel dazu sind die nationalen Vorgaben durch die DIN 4102-4 einzuhalten. Dieses ergibt sich aus der Anlage A 1.2.3/.3 der /VVTB/ und betrifft sämtliche Bauteile, welche nicht durch den Eurocode 5 berücksichtigt werden. [6, S.14]

## 3 Konkretisierung der Gebäudeparameter sowie der rechtlichen Regelungen

In diesem Abschnitt werden die Eckdaten des zu betrachtenden Gebäudes, die nach dem Stand der Technik anerkannte Konstruktionsweisen und die darauf anzuwendenden rechtlichen Anforderungen beschrieben. Für den schriftlichen Abgleich müssen die Rahmenbedingungen enger umrissen werden. Dabei besteht weiterhin der Anspruch, dass die beschreibenden Faktoren möglichst allgemein gefasst bleiben. Zunächst wird im Abschnitt 3.1 das fiktiv zu betrachtende Gebäude beschrieben. In den beiden folgenden Abschnitten 3.2 und 3.3 werden die Konstruktionsweise des Musterbaus und die Brandschutzanforderungen an die Gebäudeklasse 5 beschrieben.

### 3.1 Parameter des Mustergebäudes

Bei dem zu betrachtenden und zu bewertenden Gebäude handelt es sich um ein neu zu errichtendes Wohngebäude. Die Tatsache, dass es in der Freien und Hansestadt Hamburg errichtet werden soll, führt dazu, dass grundlegend die Hamburgische Bauordnung sowie weitere, wie in Abschnitt 2.2.1 beschriebene, Regelungen zur Anwendung gebracht werden müssen. Die Nutzung des Gebäudes soll dem reinen Wohnen dienen. Damit entstehen aus dem Hintergrund der Nutzung keine Sonderbautatbestände. Aufgrund des allgemeinen Wohnraummangels [20] soll das Gebäude die maximal zulässige Höhe erreichen, ohne dass daraus Sonderbauvorschriften resultieren. Laut der /HBauO/ ist damit eine OKFF von maximal 22 m anzusetzen. Aus diesen Grenzen heraus ist das Musterbauwerk der Gebäudeklasse 5 zuzuordnen. [1, S.6]

Aus dem ökologischen Gedanken heraus wird parallel die Bedingung gestellt, dass sämtliche Bauteile aus nachwachsenden Rohstoffen (in diesem Falle Holz) bestehen. Dabei soll die brandschutztechnische Sichtweise die ausschlaggebende sein. Sind aus bauphysikalischen Gründen andere Baustoffe notwendig, sollen diese im Rahmen dieser Betrachtung nicht näher untersucht werden.

### 3.2 Massivholzbaukonstruktion für die Gebäudeklasse 5

In dem Sammelwerk „Baukonstruktionen“ wird beschrieben, dass für mehrgeschossige Wohngebäude i. d. R. Tragkonstruktionen in Form des Skelettbbaus konstruiert werden [14, S.144]. Dabei werden die vertikalen Lasten über Stützen nach unten in das Fundament und schlussendlich in den Boden abgeleitet. Horizontale Lasten hingegen werden durch die Geschossdecken und deren Auflagerpunkte abgeleitet. Dafür wurden im Verlauf der Weiterentwicklung verschiedenste Anschlüsse entwickelt. Die relative simple Struktur des Skelettbbaus führt dazu, dass die Bauteile in großen Anteilen vorgefertigt werden können.

Ein weiterer Vorteil der Anwendung der Skelettbauweise zeichnet sich durch eine freie Raumgestaltung aus. [17, S.109-110] Dieses wird durch nichttragende und ausschließlich raumgestaltende Wände ermöglicht. Die Wünsche von Bauherren, Architekten und den zukünftigen Eigentümern können so leichter miteinander in Einklang gebracht werden.

### 3.2.1 Tragende und aussteifende Bauteile

In der Bauweise des Holzskelettbauwerkes werden die vertikalen Lasten, wie im Abschnitt 2.3.2.2 beschrieben, durch Stützen abgeleitet. Die horizontalen Lasten hingegen werden im folgenden Abschnitt 3.2.3 auf Seite 26 eingehender betrachtet. Für die Standsicherheit eines Gebäudes wird die Aussteifung durch das Zusammenspiel der Geschossdecken und sog. nichttragender Wandscheiben umgesetzt [17, S.112].

Die Ausführung der Stützen wird abhängig von der Verbindungsmethode zu den Trägern der Geschossdecke unterschiedlich ausgeführt. Als weitere Faktoren müssen die abzutragenden Lasten, das angestrebte Design der Stützen und die Querschnitte der einzelnen Bauteile berücksichtigt werden. In Abhängigkeit davon werden einteilige Stützen oder Doppelstützen hergestellt. Unabhängig davon können Stützen durch unterschiedliche Verankerungen mit dem Fundament bzw. der Bodenplatte verbunden werden. Der Fuß der Stütze kann dabei fest eingespannt – unverschieblich in alle Richtungen – oder gelenkig angeschlossen werden. [15, S.62] Zur Veranschaulichung ist in Abb. 4 der gelenkige Anschluss dargestellt.

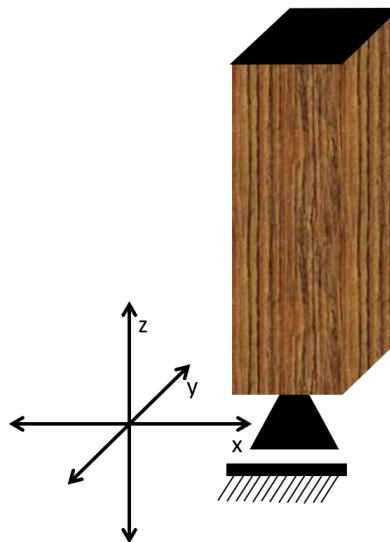


Abb. 4: Darstellung einer gelenkig gelagerten Stütze

Abb. 4 zeigt, dass der gelenkige Anschluss der Stütze nur auftretende Kräfte in vertikaler Richtung (der z-Achse) aufnehmen kann. Kräfte, welche in Richtung der x-Achse und/oder der y-Achse aufkommen, können nicht abgeleitet werden, da das Lager in diesen Richtungen verschiebbar ist.

Weitere Anforderungen an die Stützen entstehen durch die Materialeigenschaften von Holz. Daher muss die Einwirkung von Feuchtigkeit verhindert werden. Diese Bedingung kann durch vier Maßnahmen erreicht werden. Als erste Möglichkeit wird die Erhöhung des Abstandes zwischen der Stütze und der Fundamentoberfläche genannt. Die Anhebung der Stütze muss dabei bis über die Spritzwasserhöhe erfolgen. Mit einer leichten Erhöhung des baulichen Aufwandes werden die drei Möglichkeiten des angeschrägten Fundaments, der Einsatz von Holzschutzmitteln oder die Verwendung einer Sperrschicht benannt. [15, S.62]

Die eingangs beschriebenen Wandscheiben, welche in Verbindung mit den Geschossdecken die horizontalen Lasten aufnehmen und ableiten, werden für vertikale Lasten als nicht tragend angesehen. Seitlich auftretende Kräfte durch Wind – Druck und Sog – werden i. d. R. als horizontale Lasten verstanden [17, S.316]. Die Aufnahme dieser Kräfte wird baulich durch vier technische Lösungen umgesetzt. Dabei kommen Streben (schiefe Stützen), diagonale Brettschalungen, Beplankungen oder Verbände von Streben zur Anwendung. Unabhängig davon, welche technische Lösung verwendet wird, führen alle dazu, dass eine Wand zu einer Wandscheibe wird. Eine Wandscheibe besitzt die zusätzliche Eigenschaft, dass diese in horizontaler Richtung als statisch bestimmt angesehen werden kann. Ist diese kraftschlüssig mit der tragenden Stützenkonstruktion verbunden, werden aufkommende Kräfte in das Tragwerk übergeben und durch die Gründung in das Fundament und somit in den Boden abgeleitet. [17, S.112]

### 3.2.2 Trennwände, Flurwände und Brandwände

#### Trennwände und Flurwände

Im Allgemeinen werden Trennwände als nicht tragende, raumabschließende Wände verstanden. Ihre Feuerwiderstandsfähigkeit ist abhängig von der Nutzung der Räume, welche sie voneinander abtrennen [1, S.25]. Im klassischen Holzbau können Trennwände auf verschiedene Weise hergestellt werden. Dabei kommen unterschiedliche Konstruktionen zum Einsatz. Als die bekanntesten Methoden sind der Holzrahmenbau, der Holztafelbau und der Massivholzbau zu nennen. Der Holztafelbau zeichnet sich durch seinen hohen Grad an Vorfertigung aus [16, S.3]. Die Vorfertigung selbst bringt einige nennenswerte Vorzüge mit sich. Hierzu zählen z. B. der zeitliche Faktor beim Aufstellen auf der Baustelle, die präzise Fertigung im Toleranzbereich von Millimetern, die einfache Erreichbarkeit von Wärme- und Schallisolation und die Erreichung der geforderten Feuerwiderstandsfähigkeit. Die Vorfertigung führt weiterhin zu einer verbesserten Arbeitsplatzumgebung, da die Produktion in einer Produktionshalle frei von Witterungseinflüssen geschieht. [17, S.104]



## Brandwände

Die Anforderungen, welche an Brandwände allgemein gestellt werden, sind im Abschnitt 3.3.1.2 beschrieben. Allgemein muss eine Brandwand in die Materialklasse A (nicht brennbar) eingestuft werden. Dies impliziert zunächst, dass eine Herstellung nur in Massivbauweise (Beton o. ä.) möglich ist. Der Hersteller Saint-Gobain Rigips GmbH hat laut seiner Website seit Anfang des Jahres 2018 ein neues System entwickelt. Mit diesem kann er die angestrebten brandschutztechnischen Anforderungen erfüllen [21]. Das System wird an dieser Stelle anhand des vorliegenden allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses (abP) einführend beschrieben. Das Prüfzeugnis beschreibt eine Holzständerkonstruktion für eine tragende, raumabschließende und hochfeuerhemmende Wand, welche auf die Anforderungen „REI 60-M“ entsprechend der DIN EN 13501-2 geprüft worden ist. [22, S.1]

Zunächst sollen in diesem Abschnitt die Hauptbestandteile und die dafür zu verwendenden Baustoffe benannt werden. Die Tragkonstruktion ist in Holzrahmenbauweise ausgeführt. Dafür werden im Abstand von 312,5 mm die senkrechten Stiele aufgestellt, welche durch Ober- und Unterbalken miteinander verbunden werden. Zum Lastabtrag der Stoßbeanspruchung müssen in der Höhe der Stöße der Beplankungen Stoßriegel verbaut werden. Die zuvor benannten Bauteile müssen nach den Vorgaben des abP aus Vollholz, welches der vorgegebenen Festigkeits- und Sortierklasse entspricht, bestehen und ein Mindestmaß von 80 mm x 180 mm (b x h) aufweisen. Die Hohlräume zwischen den Stielen müssen mit gestauchter Mineralwolle (Schmelzpunkt  $\geq 1000^{\circ}\text{C}$ ) ausgefüllt werden. Die geforderte beidseitige Beplankung der Wand muss jeweils mindestens zweilagig und überlappend mit Holz- und Gipskartonfeuerschutzplatten erfolgen. Die Holzplatten müssen dabei abhängig von der Fertigungsverfahren jeweils eine mindestens Stärke von 18 mm bzw. 19 mm aufweisen. Für die Stärke der Gipskartonfeuerschutzplatten werden jeweils 18 mm angegeben. [22, S.5-7] In dem allgemeinen Teil des abP wird bestimmt, dass die beschriebene Wand ebenfalls als hochfeuerhemmende Wand zulässig ist, die anstelle einer Brandwand errichtet werden kann. Weiterhin erfüllt sie die Anforderungen an eine Wand eines notwendigen Treppenraumes, welche im Anwendungsbereich der Gebäudeklasse 4 durch die Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise gestellt werden. Darüber hinaus wird der Konstruktionsweise und den darin verwendeten Baustoff attestiert, dass die Leistungskriterien für die Klassifizierung gemäß „REI 90-M“ erfüllt werden. [22, S.2-3] Durch diese schriftliche Aussage wird erwartet, dass sie grundsätzlich in der Gebäudeklasse 5 als Trenn-, Treppenraum- oder auch als Brandwand eingesetzt werden kann. Inwieweit diese Annahme bauordnungsrechtlich zulässig ist, wird eingehend im Abschnitt 4.1 auf Seite 35 behandelt.



### 3.2.3 Geschossdecken

Die Geschossdecken können durch verschiedene Umsetzungen tragfähig hergestellt werden. Damit die Anforderungen aus Abschnitt 3.1 an die verwendeten Baustoffe eingehalten werden, wird eine Fertig-, Ortbetondecke oder eine Decke in Hybridbauweise vorerst ausgeschossen. Somit werden ausschließlich Deckenkonstruktionen aus Massivholz betrachtet. Es kann eine Holzbalkendecke mit Vollholz- oder Brettstapelträgern erstellt werden. Ebenso ist eine Massivholzdecke in Form einer horizontalen Brettstapeldecke denkbar. Die massive Brettstapeldecke benötigt aufgrund ihrer durchgehend massiven Bauweise keine weitere Aussteifung. Sie bildet in horizontaler Ebene eine Deckenscheibe und kann so die Druck- und Sogkräfte ableiten. [17, S.112] Als weiterer Vorteil gegenüber einer nicht massiv ausgeführten Holzbalkendecke lassen sich mit der massiven Brettstapeldecke brandschutztechnische Anforderungen besser erreichen [14, S.145].

### 3.2.4 Treppenträume

Treppenträume sind geschossübergreifende Verbindungen, in den Treppen zum Erreichen der einzelnen Stockwerke geführt werden. Über diese notwendigen Treppen wird mindestens der erste bauliche Rettungsweg sichergestellt [1, S.32]. Aus diesem Grund werden besondere Anforderungen an die Bestandteile einer notwendigen Treppe sowie dessen umschließende Wände gestellt. Auch werden – die meist sehr stabil ausgeführten – Treppenträume bzw. deren Eigenschaften in den statischen Berechnungen eines Gebäudes angesetzt. Wie auch im Stahlgeschossbau werden sie in Verbindung mit den Deckenscheiben zur Aufnahme von horizontalen Lasten angesetzt. [14, S.168]

### 3.2.5 Fassaden

Die vielen Funktionen einer Gebäudefassade können zusammengefasst als Witterungsschutz beschrieben werden. Die Hauptfunktion besteht darin, die tragenden Teile der Gebäudestruktur vor Regen, Wind und Sonneneinstrahlung zu schützen [17, S.397-398]. Für Gebäude, bei denen die Fassade nicht zum Tragen und Aussteifen der Gebäudestruktur dient, können die Fassadenelemente als Skelett (Pfosten-Riegel-Fassade) vor das Tragwerk gestellt werden. Ebenfalls können Fassadenelemente in Geschosshöhe als Ausfachung in die Tragkonstruktion eingelassen werden. [14, S.472-473] Weiterhin ist eine Fassade in Tafelbauweise denkbar. Der Aufbau einer Fassadenkonstruktion in Tafelbauweise besteht immer aus einer außenliegenden, abschließenden Werkstoffplatte und einer Form der Windsperre. Die Außenverkleidung dieser Wände kann individuell gestaltet werden. So sind Fassaden mit Schindeln, vorgemauerte Fassaden oder auch geputzte Fassaden umsetzbar. [17, S.398]

## 3.3 Brandschutz Anforderungen an die Gebäudeklasse 5

### 3.3.1 Bauteilanforderungen der Hamburgischen Bauordnung

Dieser Abschnitt beschreibt die Anforderungen an Bauteile und an die Baustoffe, aus welchen die Bauteile eines Gebäudes hergestellt werden. Dabei werden die Ansprüche aus der Hamburgischen Bauordnung entnommen.

#### 3.3.1.1 Tragende und aussteifende Bauteile

Die tragenden und aussteifenden Wände sowie vorhandenen Stützen müssen standsicher für die Dauer von 90 Minuten ausgeführt werden [1, S.24]. Die geforderte Dauer resultiert dabei aus der geforderten Feuerbeständigkeit, welche in der /VVTB/ mit 90 Minuten definiert wird [6, S.37]. Weiterhin wird im § 25 der /HBauO/ beschrieben, dass die Forderung der Feuerbeständigkeit nicht für Balkone und nicht für Dachräume gilt, wenn sich darüber keine Aufenthaltsräume befinden [1, S.24].

#### 3.3.1.2 Außenwände, Trennwände und Brandwände

Wände werden im Allgemeinen in Wände ohne und in Wände mit Anforderungen in Bezug auf den Widerstand gegen Feuer unterschieden. Wände mit brandschutztechnischen Anforderungen lassen sich weiter unterteilen in Außen-, Trenn- sowie in innen- und außenliegende Brandwände.

##### **Außenwände**

Als Anforderungen an Außenwände, werden lediglich grobe Festlegungen beschrieben. Die Brandausbreitung über Außenwände und deren Bekleidung ist ausreichend lange zu begrenzen. Im Hinblick auf diese Forderung sind Doppelfassaden und hinterlüftete Fassaden besonders zu schützen. Sind Außenwände auf Grund der Konstruktion als nicht tragend eingestuft, so müssen diese aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen. Werden diese Außenwände in raumabschließender und feuerhemmender Bauweise hergestellt, dürfen sie aus brennbaren Baustoffen hergestellt werden. Weiterhin wird die Anforderung an nicht brennbare Baustoffe für Fensterrahmen, Dichtungen und Dämmungen in nicht brennbaren Profilen erleichtert. Es wird lediglich für die beschriebenen Bauteile eine schwere Entflammbarkeit gefordert. [1, S.25]

##### **Trennwände**

Trennwände hingegen werden zwischen Nutzungseinheiten, anders genutzten Räumen und Räumen mit erhöhter Explosions- oder Brandgefahr verlangt. Sie müssen in der Gebäudeklasse 5 raumabschließend sein und bis an die Rohdecke geführt werden. Im Dachgeschoss wird die Trennwand – alternativ zu der Rohdecke – bis an die Dachhaut geführt. Im Fall, dass im Dachgeschoss die Trennwände an eine Rohdecke angeschlossen werden, ist diese einschließlich der sie tragenden und aussteifenden Bauteile in feuerhemmender Weise

herzustellen. Die Feuerwiderstandsfähigkeit von Trennwänden ist davon abhängig, welche Räume sie voneinander abtrennen. Werden durch die Trennwand Nutzungseinheiten oder Räume in Kellergeschossen abgetrennt, ist die Feuerwiderstandsfähigkeit an die tragenden und aussteifenden Bauteile anzupassen. Im vorliegenden Fall resultiert aus dieser Anpassung, dass die nötige Feuerwiderstandsfähigkeit „feuerbeständig“ zu erfüllen ist. Für Trennwände von Räumen mit erhöhter Brand- oder Explosionsgefahr hingegen wird grundsätzlich eine Feuerbeständigkeit gefordert. [1, S.25-26]

### **Brandwände**

Abschließend werden die Eigenschaften von Brandwänden im Allgemeinen beschrieben. Es werden die Funktionen des Raumabschlusses, die Verwendung von nicht brennbaren Baustoffen, die mechanische Stoßbeanspruchung und ein ausreichend langes Verhindern eines Brandüberschlages gefordert [1, S.26-27]. Konkret wird die Forderung nach einer Feuerbeständigkeit für eine Dauer von 90 Minuten (durch die /VVTB/ äquivalent mit „feuerbeständig“) mit einer auftretenden Stoßbelastung aufgestellt. Die Forderung nach dem Raumabschluss muss durch die entsprechende Bauausführung – im speziellen in den Eck- und Anschlussbereichen – hergestellt werden [1, S.28]. Die Anwendung von nicht brennbaren Baustoffen gibt einen eindeutigen Verweis darauf, dass für die Erstellung von Brandwänden der Baustoff Holz nicht zu verwenden ist. Durch die Einführung des Absatzes drei im § 24 /HBauO/ sowie die bautechnische Umsetzbarkeit einer Wand, welche den Bedingungen entspricht, wird dennoch eine Zulässigkeit in Aussicht gestellt. Weitere Rahmenbedingungen, welche bei der Planung von Brandwänden berücksichtigt werden müssen, sind der Verlauf innerhalb des Gebäudes und die Anschlussbildung an das Dach. Für die Planung des Verlaufes muss die Zulässigkeit von Öffnungen und dem eventuellen geschossweisen Versatz betrachtet werden. Für Öffnungen und Verglasungen wird gefordert, dass diese in Ihrer Größe – auf die Nutzung bemessen – beschränkt sind. Der Abschluss dieser muss in gleichwertiger Qualität hergestellt sein und dabei dicht- und selbstschließend ausgeführt sein. Der Anschluss von Brandwänden an das Dach kann in zwei Varianten ausgeführt werden. Zum einen kann die Brandwand über Dach geführt werden. Dabei muss eine Höhe über dem Dach von mindestens 0,30 m erreicht werden. Als alternative Variante dazu kann die Brandwand in der Ebene des Daches zu beiden Seiten auf einer Breite von jeweils 0,50 m auskragend gefertigt werden. In beiden Ausführungsvarianten dürfen keine brennbaren Materialien (Bauprodukte) über die Brandwand geführt werden. Bei Außenwandbekleidungen, welche eine Brandausbreitung fördern oder begünstigen können, muss durch besondere Vorkehrungen eine Beteiligung verhindert werden. Des Weiteren müssen deren Unterkonstruktionen und Dämmungen aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen. Ist durch die Aufteilung der Nutzungseinheiten ein geschossweiser Versatz der Brandwand erforderlich, sind dabei zusätzliche Anforderungen zu erfüllen. Die Außenwände sind in der Breite des Versatzes in der Feuerwiderstandsfähigkeit der Brandwand auszuführen. Sind in diesem Bereich Öffnungen geplant, sind diese durch

feuerbeständige, nicht öffnende Verglasungen zu verschließen. Dieses betrifft nicht nur das Geschoss, in dem die Brandwand versetzt verläuft, sondern auch jeweils ein Stockwerk über und unter dem betreffenden Geschoss. Weiterhin müssen in diesen Bereichen des Gebäudes die Wände und Decken aus nicht brennbaren Baustoffen geschaffen sein und den Anforderungen an feuerbeständige Bauteile unter zusätzlicher Stoßbelastung genügen. Aufgrund von Grundrissgestaltungen oder der Form von Baugrundstücken o. ä. kann die bauliche Situation entstehen, dass Brandwände über Eck aufeinanderstoßen. Dieses gilt als gegeben, wenn bei einem Innenwinkel von  $\leq 120$  Grad der innere Abstand kleiner als 5 m ist. Herrscht die sog. „Brandwand über Eck-Situation“ vor, ist eine der Außenwände in diesem Bereich öffnungslos, feuerbeständig und aus nicht brennbaren Baustoffen herzustellen. [1, S.27-28]

### 3.3.1.3 Geschossdecken

Die brandschutztechnischen Eigenschaften von Geschossdecken werden im § 29 der /HBauO/ an die Anforderungen an die tragenden und aussteifenden Bauteile angelehnt. Weiterhin müssen die Deckenscheiben als raumabschließende Bauteile an die angrenzenden Bauteile anschließen. Darüber hinaus dürfen Öffnungen in Decken, mit einer Feuerwiderstandsfähigkeit, nur maximal zwei Geschosse mit einer gemeinsamen maximalen Nutzungseinheitengröße von 400 m<sup>2</sup> verbinden. Geschossdecken von Untergeschossen müssen unabhängig von der Gebäudeklasse eine Feuerwiderstandsfähigkeit von 90 Minuten sicherstellen. [1, S.28-29]

### 3.3.1.4 Dach

Das Dach eines Gebäudes muss aus brandschutztechnischer Sicht in erster Linie einer Brandbeanspruchung von außen durch Flugfeuer Widerstand leisten. Darin inbegriffen ist auch das Strahlungswärme, welche auf das Dach einwirkt, keine schädigende Wirkung haben darf [1, S.30]. Der Aufbau von besonderen Teilflächen, auf einem Dach, aus brennbaren Baustoffen und die Begrünung des Daches ist durch die /HBauO/ als zulässig anzusehen, wenn dabei die zuerst genannten Anforderungen eingehalten werden oder eine derartige Gefährdung nicht anzunehmen ist. Weiterhin wird die Brennbarkeit von verwendeten Baustoffen für Einbauten im Dach begrenzt. Lichtdurchlässige Bedachungen, Oberlichter und Lichtkuppeln von Wohngebäuden sowie Eingangsüberdachungen und Vordächer müssen aus nicht brennbaren Bauteilen gefertigt sein. Ausnahmen sind nur für Fugendichtungen und Dämmstoffe in nicht brennbaren Profilen erlaubt. Weiterhin ist schon bei der Planung zu beachten, dass die benannten Dacheinbauten einen Mindestabstand von 1,25 m zu erforderlichen Brandwänden einhalten. Diese Anforderung gilt nur für Brandwände, die nicht mindestens 0,30 m über Dach geführt sind. [1, S.30-31]

### 3.3.1.5 Notwendige Treppen und notwendige Treppenräume

Der folgende Abschnitt fasst die baulichen Anforderungen an Treppen und Treppenräume zusammen. Außenliegende Treppen bzw. deren tragende Teile sind aus brennbaren Bauprodukten nicht zulässig. Aus dem Grund, dass bei Holzbauten möglichst viele Bauteile aus Holz hergestellt werden sollen, wird an dieser Stelle eine außenliegende Treppe ausgeschlossen. Damit die Schutzziele der /HBauO/ (beschrieben in Abschnitt 2.2.2) umfänglich erreicht werden können, muss jedes Stockwerk durch eine Treppe zu erreichen sein. Da Rettungswege über Treppen und durch den Treppenraum geführt werden, erhalten diese Begrifflichkeiten die Eigenschaft „notwendig“. Ergänzend dazu müssen die tragenden Teile einer notwendigen Treppe feuerhemmend und nicht brennbar ausgeführt sein. Des Weiteren sind die Treppenraumwände in der Bauart einer Brandwand zu errichten. Dabei muss der Anschluss an die Geschosse raumabschließend ausgeführt sein. Grundsätzlich müssen notwendige Treppen innerhalb eines notwendigen Treppenraumes geführt werden. Diese Bedingung muss nicht erfüllt werden, wenn eine Treppe maximal zwei Geschosse miteinander verbindet und die gesamte Nutzungseinheit nicht mehr als 200 m<sup>2</sup> aufweist. Zusätzlich muss in jedem Geschoss der Nutzungseinheit ein weiterer Rettungsweg zur Verfügung stehen. Ebenfalls muss der Ausgang eines notwendigen Treppenraums unmittelbar in das Freie führen. Ist diese Anforderung nicht erfüllt, so muss der Raum (Treppenraumerweiterung) zwischen dem Freien und dem Treppenraum besondere Bedingungen erfüllen. Der Absatz drei der /HBauO/ fordert für Treppenraumerweiterungen, dass diese dieselbe Breite wie die Treppe selbst aufweisen und die Wände den Ansprüchen einer Treppenraumwand genügen. Ferner sind nur Öffnungen ins Freie und zu notwendigen Fluren mit einem rauchdichten und selbstschließenden Abschluss zulässig. Die verwendeten Baustoffe für Bekleidungen, Unterdecken und Dämmstoffe müssen nicht brennbar sein. Werden Decken und Wände aus brennbaren Materialien hergestellt, dann sind diese mit einer ausreichend starken und nicht brennbaren Bekleidung zu versehen. Für Bodenbeläge hingegen genügt der Nachweis, dass diese als schwerentflammbar einzustufen sind. [1, S.33-34]

### 3.3.1.6 Notwendige Flure

Anschließend an die vorangegangene Beschreibung des vertikalen Rettungsweges, werden in diesem Absatz die baulichen Anforderungen an den horizontalen Rettungsweg beschrieben. Innerhalb eines Stockwerks werden die Wohnungen meistens über einen Flur erschlossen. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass im Notfall die Wohnungen/Nutzungseinheiten auch über diesen verlassen werden müssen. Da somit über den Flur, wie auch über die Treppe und den Treppenraum der Rettungsweg geführt wird, erhält auch dieser den Zusatz „notwendig“. Innerhalb von Wohnungen bzw. Nutzungseinheiten mit bis zu 200 m<sup>2</sup> sind notwendige Flure nicht erforderlich. Die Wände notwendiger Flure müssen in den Obergeschossen feuerhemmend und raumabschließend ausgeführt werden. In den Untergeschossen (Kellergeschossen) hingegen müssen sie in der Qualität der tragenden und aussteifenden Bauteile aufgestellt

werden. Innerhalb von notwendigen Fluren werden Rauchabschnittstrennungen (alle 30 m) erforderlich, sind diese wie die Wände raumabschließend an die Rohdecke anzuschließen. Alternativ dazu dürfen die Abschlüsse auch an feuerhemmenden Unterdecken angeschlossen werden. Rauchabschnitte werden durch nicht abschließbare, rauchdichte und selbstschließende Türen gebildet. Dabei sollen diese verhindern, dass eintretende Rauchgase sich nicht auf den gesamten Flur ausbreiten. Die Brennbarkeit von Baustoffen für Bekleidungen, Dämmungen etc. müssen die gleichen Voraussetzungen wie in notwendigen Treppenträumen erfüllen. [1, S.35-36]

#### **3.3.1.7 Aufzüge**

Die OKFF von 22 m (Anforderung aus dem Abschnitt 3.1) des zu errichtenden Gebäudes führt dazu, dass Fahrstühle in ausreichender Anzahl und Größe geplant und umgesetzt werden müssen. Die Fahrstuhlschächte können sowohl mit nicht brennbaren als auch mit brennbaren Baustoffen gebaut werden. In beiden Fällen müssen sie feuerbeständig ausgebildet sein. Zusätzlich muss eine nicht brennbare Bekleidung auf der Innenseite angebracht sein, wenn der Fahrschacht aus brennbaren Baustoffen hergestellt ist. [1, S.38-39]

#### **3.3.1.8 Anlagen und Installationen**

Im Gegensatz zum Massivbau ändern sich die grundlegenden Anforderungen an technische Anlagen und Installationen nicht. Weiterhin sind Leitungsanlagen bzw. Öffnungen in Wänden mit brandschutztechnischen Anforderungen in derselben Feuerwiderstandsqualität wieder zu verschließen. In notwendigen Treppenträumen und notwendigen Fluren dürfen nur Leitungen verlegt werden, die zur Versorgung des selbigen dienen. Für Lüftungsanlagen sind Dämmungen, Bekleidungen und das Material der Lüftungsleitung selbst aus nicht brennbaren Baustoffen zu verwenden. Weiterhin müssen auch Lüftungsleitungen so ausgelegt werden, dass durch diese keine Brandausbreitung gefördert wird. Dazu zählt unter anderem, dass die Baustoffe sich nicht an Bränden beteiligen dürfen. Sowie die Vorkehrungen getroffen werden müssen, dass eine Brandweiterleitung durch Wände ausgeschlossen werden kann. Dabei gilt dies für Wände, die raumabschließend und/oder eine Feuerwiderstandsfähigkeit aufweisen müssen. [1, S.40]

### 3.3.2 Bauteilanforderungen des Bauprüfdienstes für Massivholzbau

Der Bauprüfdienst „Massivholzbau“ konkretisiert und beschreibt die gestellten Anforderungen und begrenzenden Faktoren für den Massivholzbau in Hamburg. In den folgenden Absätzen werden die einzelnen Empfehlungen detailliert beschrieben. Im Vorwort des /BPD 3/2018/ wird grundlegend vorausgenommen, dass in den Gebäudeklassen 4 und 5 die Massivholzbauweise angewendet wird, da diese sich als wirtschaftlicher im Vergleich zu anderen Holzbauvariationen herausgestellt hat [16, S.5].

#### 3.3.2.1 Brennbare Oberflächen

In Folge der Verwendung von Massivholzteilen sind die Oberflächen von Wänden, Böden und Decken als brennbare Oberflächen zu betrachten. Um der erhöhten Brandlast Rechnung zu tragen, welche durch diese Bauweise in die Gebäude eingebracht wird, werden anlagentechnische oder konstruktive Kompensationsmaßnahmen gefordert. Dazu wird z. B. eine Verkleidung der Wände und Decken in ausreichender Dicke aus nicht brennbaren Baustoffen befürwortet. Dabei wird auch beschrieben, dass nicht alle brennbaren Oberflächen vollumfänglich bekleidet werden müssen. Die formulierten Anforderungen sind angelehnt an die Beschreibung einer „[...] holzsichtigen Wand oder [...] Decke je Raum [...]“ [16, S.6]. Spezifiziert bedeutet das, dass die Decke oder 25 % der Wandflächen ohne die Berücksichtigung von Tür- oder Fensterflächen nicht verkleidet werden müssen. Weiterhin wird eine Überschreitung der 25 %-Regel in Aussicht gestellt, wenn weitere, besondere konstruktive oder anlagentechnische Maßnahmen umgesetzt werden. [16, S.6]

#### 3.3.2.2 Rauchdichtigkeit nach Maßgabe des Bauprüfdienstes

Der Raumabschluss und die damit verbundene Rauchdichtigkeit von Bauteilen wird fast umfänglich an alle Teile gestellt, welche Feuerwiderstandsanforderungen erfüllen müssen. Nach Aussage des Bauprüfdienstes werden in der gültigen Fassung der DIN 4102-4 keine Hinweise geliefert, wie ein genormter Raumabschluss auszuführen ist. Aus diesem Grunde wird durch den /BPD 3/2018/ die Rauchdichtigkeit von Elementfugen, von Bauteilanschlüssen und -fugen detailliert beschreiben. [16, S.7-8]

Als Elementfugen werden Fugen zwischen einzelnen Elementen von Bauteilen, wie Massivholzdecken und -wänden verstanden. Damit eine qualifizierte Rauchdichtigkeit angenommen werden kann, muss nach Angaben des Bauprüfdienstes eine doppelagige Gipskartonschicht angebracht werden. Für massive Holzdecken kann auf eine unterseitige Bekleidung verzichtet werden, wenn der darüber liegende Fußbodenaufbau eine Rauchdichtigkeit suggeriert. Für die Baustoffauswahl des Fußbodenaufbaus ist entscheidend, dass der Estrichtrennstreifen und die Trittschalldämmung aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen. Auch für Bauteilfugen und Bauteilanschlüsse werden die Ausführungsdetails näher beschrieben. Grundsätzlich sollen Trennwände auch mit doppelagigen Gipskartonplatten beplankt werden. Die dabei entstehenden Stöße im Eckbereich müssen durch einfache oder doppelte Stufenfalze hergestellt



werden. Speziell die Bauteilanschlüsse einer Trennwand unterhalb einer Massivholzdecke und die Anschlüsse einer Massivholzdecke an einer geschossübergreifenden Wand werden im Grad der Ausführung exakt beschrieben. Zusammengefasst müssen Anschlüsse, welche durch Montageungenauigkeiten o. Ä. nicht ausreichend abschließen, dicht mit Mineralwolle verfüllt werden. In Bereichen, in denen ein Fußbodenaufbau hergestellt wird, ist durch den Estrich und seine Bauelemente eine Luftdichtigkeit sicherzustellen. [16, S.7-9]

### 3.3.2.3 Nutzungseinheiten

Im Abschnitt 5.2 des /BPD 3/2018/ wird die zulässige Größe von Nutzungseinheiten auf 200 m<sup>2</sup> begrenzt. Sollen Nutzungseinheiten flächenmäßig die vorgeschriebene Größe überschreiten, müssen diese durch eine Trennwand voneinander abgegrenzt und somit in Teilnutzungseinheiten gegliedert werden. [16, S.5]

### 3.3.2.4 Brandabschnitte

Für die Brandabschnittsgröße wird eine Begrenzung auf maximal 800 m<sup>2</sup> vorgegeben. Diese Einschränkung wird angeführt, damit das benannte Schutzziel der „wirksamen Löschmaßnahmen“ weiterhin erreicht werden kann. Unabhängig von der begrenzten Größe wird für ausgedehnte Gebäude alle 40 m eine innere Brandwand gefordert. [16, S.5]

### 3.3.2.5 Treppenraumwände, Brandwände und Außenwände

#### Trepperraumwände und Brandwände

Weiterhin werden die Anforderungen an Treppenraum- und Brandwände aus den §§ 28 und 33 der /HBauO/ aufgegriffen und zusammengefasst. Es werden für Wände von notwendigen Treppenträumen und Brandwände eine Stahlbeton- oder Mauerwerksbauweise festgeschrieben. Damit geht einher, dass ausschließlich nicht brennbare Baustoffe verwendet werden dürfen. [16, S.5]

#### Außenwände

Da der /BPD 3/2018/ eine umfassende Handlungs- und Planungsanweisung ist, werden weitere Forderungen auch an nicht tragende Bauteile fixiert [16, S.2]. Die Außenwanddämmung in Hohlräumen muss den Anforderungen „nicht brennbar“ entsprechen, wenn es sich bei der Außenwandkonstruktion um Holzrahmen- oder Holztafelbauweisen handelt. Die hinzukommende Anforderung einer nicht brennbaren Bekleidung ist zu erfüllen, wenn in den Außenwänden Elektroleitungen o. ä. geführt werden sollen. [16, S.6]



### 3.3.2.6 Fassaden

Für die Anwendung von Holzfassaden, welche nach Auffassung des /BPD 3/2018/ ein häufiger Wunsch bei Gebäuden in Massivholzbauweise ist, müssen auch hier konstruktive oder anlagentechnische Vorkehrungen getroffen werden. Angeführt wird die Ausbildung von Brandriegeln in Form von auskragenden Holzbauteilen oder Stahlblechen. Diese müssen auch einen etwaigen Kamineffekt innerhalb von hinterlüfteten Fassaden unterbinden. Damit eine in Brand geratende Holzfassade nicht zu einem unkontrollierbaren Szenario wird, müssen alle Stellen (auch in Innenhöfe) eines Gebäudes, an der sich eine Holzfassade befindet, für die Feuerwehr zugänglich sein. [16, S.6-7]

### 3.3.2.7 Leitungsanlagen

Leitungsanlagen, die der haustechnischen Versorgung dienen, sind in allen Bereichen eines Holzmassivbaues außerhalb von Bauelementen zu führen, an die Anforderungen im bauordnungsrechtlichen Sinne gestellt werden. Ergänzend dazu wird auf die Verwendung von Leitungsebenen durch Vorsatzschalen oder Unterdecken hingewiesen. [16, S.10]

## 4 Gegenüberstellung der Anforderungen

In den beiden folgenden Abschnitten 4.1 und 4.2 werden die rechtlichen Forderungen an einen Massivholzbau und die Empfehlungen aus dem /BPD 3/2018/ mit den technischen Anwendungsmöglichkeiten aus dem Abschnitt „Massivholzbaukonstruktion für die Gebäudeklasse 5“ nebeneinander gestellt. Ergeben sich in Folge der Bewertung keine gesondert zu betrachtenden Ausführungen, werden diese nicht eingehender betrachtet. Die eventuell entstehenden Regelungslücken werden im Abschnitt 4.2 auf Seite 41 beschrieben. Im Kontext dieser Arbeit wird unter dem Begriff „Regelungslücke“ der Widerspruch innerhalb eines bzw. zwischen unterschiedlichen Regelwerken verstanden. Weiterhin werden zu Teilen denkbare Lösungsansätze beschrieben und begrenzt bewertet. Eine abschließende Entscheidung kann dabei nicht herbeigeführt werden, denn in einem Baugenehmigungsverfahren ist die Baubehörde der letztendliche Entscheidungsträger.

### 4.1 Integration der Ansprüche

In diesem Abschnitt werden die beschreibenden Faktoren der Parameterdarstellung (Abschnitt 3.1 auf Seite 22) des Mustergebäudes aufgegriffen. Die benannten maßgebenden Bauteile und Bauprodukte des Mustergebäudes werden im Hinblick auf die Forderungen der /HBauO/ und den Empfehlungen /BPD 3/2018/ überprüft. Dabei werden im speziellen Unterscheidungen zwischen der Handlungsempfehlung in Form des /BPD 3/2018/ und dem verbindlich anzuwendenden Baurecht (/HBauO/) betrachtet. Diese Regelungen werden abschnittsweise mit den angestrebten Konstruktionsweisen für Holzbauten aus dem Abschnitt 3.2 verglichen.

#### 4.1.1 Tragende und aussteifende Bauteile

Für die in Abschnitt 3.2 beschriebene Konstruktionsweise der tragenden und aussteifenden Bauteile müssen die Stützen feuerbeständig sein. Dies wird in der /HBauO/ gefordert. Durch die Öffnung des § 24 der /HBauO/ mit dem dritten Absatz, sind auch Bauteile aus brennbaren Baustoffen zulässig, wenn die entsprechende Feuerwiderstandsfähigkeit nachgewiesen ist [1, S.23]. Wie im Abschnitt 2.4 auf Seite 18 dargestellt, gibt die /VVTB/ die anzuwendenden Normen zur Bemessung des Feuerwiderstandes vor. Für unbedeckte Stützen muss generell der Nachweis durch die Anwendung der DIN EN 1995-1-2 erfolgen. Dafür wird für die Stützen eine vierseitige Beflammung der Oberflächen angenommen. Dieser Fall liegt nach Maßgabe der DIN 4102-4 vor, wenn keine der Oberflächen durch Betonbauteile, Decken aus Holztafeln oder nicht hinterlüftete Holzbauteile bedeckt ist [18, S.98].

Der /BPD 3/2018/ beschreibt inhaltlich keine erweiterten Anforderungen an tragende und aussteifende Massivholzbauteile, wie Stützen. Es wird lediglich durch Hinweise darauf eingegangen, wie mit brennbaren Oberflächen umgegangen werden soll, die nicht durch

nicht brennbare Bauprodukte verkleidet sind. Diese werden in Abschnitt 3.3.2.1 auf Seite 32 eingehender beschrieben.

Die angestrebte Holzskelettbauweise, wie im Abschnitt 3.2.1 beschrieben, kann wie gewünscht umgesetzt werden, wenn für die Stützen, die Decken- und Wandscheiben die erforderliche Feuerwiderstandsfähigkeit nachgewiesen ist.

#### 4.1.2 Außenwände und Fassadenbekleidung

Bei der Skelettbauweise sind die Wände einschließlich der Außenwände, welche den Gebäudeabschluss inklusive der Fassade bilden, als nicht tragende Bauteile anzusehen [15, S.109]. Die /HBauO/ schreibt für die Erstellung der nicht tragenden Außenwände und deren Bauteile vor, dass diese grundsätzlich aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen müssen. In Abschnitt 3.2.5 auf Seite 26 werden zwei bautechnisch mögliche Fassadenkonstruktionen beschrieben. Dabei müssen beide Varianten die Anforderungen erfüllen. Wird die Fassade vor die Tragkonstruktion gestellt, ist i. d. R. ein höherer technischer Aufwand zu bewältigen, da geschossübergreifende Hohlräume gegen eine Brandausbreitung geschützt werden müssen. [1, S.25] Der /BPD 3/2018/ beschreibt, dass die Außenwände auf Grund einer sog. hybriden Bauweise in der Gebäudeklasse 5 als nicht tragend ausgeführt werden. Weiterhin wird ein Aufbau einer massiven Außenwand als unwahrscheinlich beschrieben, da die wärmedämmenden Eigenschaften einer Tafelbauweise bzw. einer Holzrahmenbauweise bei selbiger Wandstärke verbessert seien. Die Fassadengestaltung im Massivholzbau wird von Architekten und Bauherren bevorzugt als sichtbare Holzfassade ausgebildet. [16, S.6] Damit allen bauordnungsrechtlichen Forderungen entsprochen werden kann, müssen dabei bestimmte Reglementierungen eingehalten werden. Die /HBauO/ fordert, dass die Oberfläche der Außenwand und deren tragende Konstruktion aus schwerentflammenden Baustoffen bestehen. Alternativ können diese aus normalbrennbaren Baustoffen bestehen, wenn eine schwere Entflammbarkeit nachgewiesen ist. [1, S.25] Der /BPD 3/2018/ greift diese Anforderungen erneut auf und konkretisiert diese. Es wird festgestellt, dass auch eine behandelte Fassade als ungeschützte Holzfassade zu bewerten ist. Denn durch Witterungseinflüsse, wie Regen, Wind und Sonneneinstrahlung, kann keine durchgängig schwere Entflammbarkeit sichergestellt werden. Daher sind bei Holzfassaden geschossweise Brandriegel in Form von auskragenden Stahlblechen oder Holzriegeln vorzusehen. Zusätzlich zu den baulichen Bedingungen ist der Zugang für die Feuerwehr zu Holzfassaden sicherzustellen. Das gilt auch insbesondere für Holzfassaden, welche sich in Innenhöfen von Gebäuden befinden. Die Forderung nach dem Zugang wird mit der Sicherstellung und dem Erreichen des Schutzzieles „wirksame Löschmaßnahmen“ begründet. [16, S.6-7]

Zusammengefasst ist die Forderung für die Fassade und die Außenwandbauteile unterschiedlich. Die Empfehlungen des /BPD 3/2018/ und die bauordnungsrechtlichen Anforderungen

stimmen nicht miteinander überein. Der /BPD 3/2018/ verschärft die Anforderungen bei der Verwendung von brennbaren Baustoffen für Außenwände. Auch im Bereich der Fassadenbekleidung stellen sich unterschiedliche Bedingungen heraus. Diese Regelungslücke muss im folgenden Abschnitt 4.2 auf Seite 41 im Detail betrachtet werden.

#### 4.1.3 Trennwände und Flurwände

Als Trennwände werden Wände zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten bzw. Wohnungen verstanden. Diese sollen im Brandfall die Ausbreitung von Feuer und Rauch ausreichend lange verhindern. Dazu stellt die /HBauO/ brandschutztechnische Anforderungen an solche Wände. Für das Mustergebäude sind die Anforderungen im Abschnitt 3.3.1.2 auf Seite 27 beschrieben. Daraus geht hervor, dass Trennwände feuerbeständig sein müssen um den Raumabschluss sicherzustellen [1, S.26]. Zu der Bauweise, wie Trennwände herzustellen sind, werden durch den /BPD 3/2018/ keine weiterführenden Angaben gemacht. Ausschließlich zur Herstellung des Raumabschlusses werden Lösungen und Vorschläge beschrieben. Diese werden durch die Annahme, dass Wände und Decken aus massivem Holz gefertigt werden, auf Ausführungen dieser Bauweise beschränkt. Eine Konstruktionsweise, wie die Holzrahmen- oder Holzständerbauweise, ist im /BPD 3/2018/ nicht weiter betrachtet und somit als zulässig anzusehen. Dabei muss lediglich ein zertifiziertes und zugelassenes System zur Anwendung kommen, welches die Feuerbeständigkeit und dem Raumabschluss leistet.

#### 4.1.4 Brandwände

An Brandwände werden durch den § 28 der /HBauO/ die nachzuweisenden Eigenschaften der Feuerbeständigkeit unter Einwirkung mechanischer Belastung und die Verwendung von nicht brennbaren Baustoffen formuliert. Im § 24 Absatz zwei der /HBauO/ wird durch die Sätze 1 1. und 2 2. respektive dem Satz 3 1. die Brennbarkeit von Baustoffen, welche feuerbeständige Bauteile bilden, mit der Eigenschaft „nicht brennbar“ verknüpft. Der Absatz drei der /HBauO/ greift diese zuvor beschriebene Verbindung von nicht brennbar und feuerbeständig auf und harmonisiert diese Aussage [1, S.24]. Die Zulässigkeit brennbarer Baustoffe von Bauteilen, die feuerbeständig sein müssen, wird im § 24 im Absatz drei der /HBauO/ nur dahingehen eingegrenzt, dass dieses für „[...] tragende oder aussteifende sowie raumabschließende Bauteile, [...]“ [1, S.24] gilt. Durch die Disjunktion der beschriebenen Aufgaben wird deutlich, dass der Erstellung einer massiven Holztrennwand anstelle einer Brandwand, welche den Kriterien des Raumabschlusses sowie des geforderten Feuerwiderstandes entspricht, bauordnungsrechtlich kein Widerspruch entsteht. Damit dieser Absatz zur Anwendung kommen kann, müssen die in Abschnitt 2.2.1 auf Seite 8 im letzten Absatz beschriebenen Voraussetzungen erfüllt bzw. als eingehalten angesehen werden. Im § 28 der /HBauO/ wird die Forderung nach der Verwendung von nicht brennbaren Baustoffen für die Konstruktion von Brandwänden erneut gefordert [1, S.27]. Der Widerspruch innerhalb der gesetzlichen

Formulierungen und die Empfehlung des /BPD 3/2018/ führt zu einer sog. Regelungslücke. Diese wird im Abschnitt 4.2 auf Seite 41 eingehender dargestellt.

#### 4.1.5 Geschossdecken

Decken bzw. Deckenscheiben in der Bauweise, wie im Abschnitt 3.2.3 beschrieben müssen, den Anforderungen aus dem Abschnitt 3.3.1.3 genügen. Somit ergibt sich in Anlehnung an die tragenden und aussteifenden Bauteile, die geforderte Feuerwiderstandsfähigkeit „feuerbeständig“ für das Mustergebäude. Die Geschossdecke wird in Anlehnung an den Absatz drei des § 24 der /HBauO/ als Massivholzkonstruktion ausgeführt. Damit dieses als zulässig zu betrachten ist, muss auch die Decke wie in Abschnitt 2.4 nach der DIN EN 1995-1-2 bemessen werden. Hinsichtlich der Feuerwiderstandsfähigkeit der Geschossdecke beschreibt der /BPD 3/2018/ keine erweiterten Empfehlungen. Für die weiteren Anforderungen innerhalb der /HBauO/ an die Tragfähigkeit und den Raumabschluss, werden keine Ausführungsdetails durch die /HBauO/ benannt.

Ausschließlich durch den /BPD 3/2018/ werden der Raumabschluss und die Rauchdichtigkeit – der Bauteilfugen – eingehender beschrieben. Diese Ausführungsempfehlungen werden im Abschnitt 3.3.2.2 „Rauchdichtigkeit nach Maßgabe des Bauprüfdienstes“ dargestellt. Für die Umsetzung einer Massivholzdecke mit Deckendurchbruch müssen die Begrenzungen der /HBauO/ – beschrieben im Abschnitt 3.3.1.3 auf Seite 29 – eingehalten werden.

Der /BPD 3/2018/ beschreibt ebenfalls die Herstellung einer Massivholzdecke. Es werden lediglich sowohl beschreibende und begrenzende Ansprüche (siehe Abschnitt 3.3.2.1 auf Seite 32) gestellt. Dabei sind die Beschränkungen und Forderungen als äquivalent zu denen des Absatzes drei des § 24 der /HBauO/ anzusehen und müssen damit eingehalten werden.

#### 4.1.6 Treppen und Treppenträume

Für die brandschutztechnische Bewertung werden die baulichen Brandschutzanforderungen an notwendige Treppen und notwendige Treppenträume zusammengefasst. Die Möglichkeit einer außenliegenden Treppe wurde im Abschnitt 3.3.1.5 ausgeschlossen, daher wird dieser Fall nicht weitergehend betrachtet. Die /HBauO/ beschreibt Mindestanforderungen (feuerhemmend und nicht brennbar) für die tragenden Teile von Treppen. Dadurch wird unabhängig vom erforderlichen Feuerwiderstand indirekt die Herstellung einer Treppe aus massivem Holz ausgeschlossen. Der /BPD 3/2018/ als Empfehlungsschreiben erläutert in diesem Punkt keine nähere Verfahrensweise. Wird nun die Tatsache, dass Bauteile, die feuerbeständig sein müssen, aus Massivholzbauteilen bestehen dürfen betrachtet, ist die Forderung nach feuerhemmenden und nicht brennbaren Baustoffen für die tragenden Teile einer Treppe nicht schlüssig.

Für die Treppenraumwände werden die Ansprüche, wie in Abschnitt 3.3.1.5 auf Seite 29 beschrieben, angesetzt. Der /BPD 3/2018/ stellt den Anspruch, dass die Treppenraumwände, wie Brandwände aus massiven Baustoffen (Mauerwerk oder Stahlbeton) errichtet werden [16, S.5]. Da der /BPD 3/2018/ – im Gegensatz zur /HBauO/– eine Handlungsempfehlung darstellt, geht damit einher, dass die dort beschriebenen Empfehlungen nicht zwingend umzusetzen sind. Somit ist es als zulässig anzusehen, dass Treppenraumwände aus brennbaren Baustoffen hergestellt werden können, wenn sie den Ansprüchen der /HBauO/ genügen. Diese Tatsache wird bestätigt durch die Nennung von brennbaren Baustoffen, welche in Treppenträumen und deren Erweiterungen mit nicht brennbarer Bekleidung versehen sein müssen [1, S.34]. Die weitere Forderung des raumabschließenden Geschossanschlusses kann, wie im Abschnitt 3.3.2.2 auf Seite 32 beschrieben, an den /BPD 3/2018/ angelehnt, hergestellt werden.

#### 4.1.7 Dämmstoffe

Die zulässige Brennbarkeit von Dämmstoffen ist abhängig davon, in bzw. an welchem Bauteil sie verbaut werden. Die /HBauO/ gibt für die unterschiedlichen Bauteile verschiedene Anforderungen vor. So muss die Dämmung von brennbaren Bauteilen, welche durch nicht brennbare Baustoffe geschützt werden, nicht brennbar sein [1, S.23-24]. Ebenso muss von Gebäudeabschlusswänden die Außenwanddämmung aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen [1, S.28]. Ferner müssen Dämmstoffe an der Oberfläche von Außenwänden mindestens schwerentflammbar sein [1, S.25]. Auch in notwendigen Treppenträumen sowie notwendigen Fluren sind ausschließlich Dämmstoffe, welche als nicht brennbar eingestuft sind, statthaft [1, S.34; S.36]. Von der /HBauO/ werden für explizit benannte Bauteile, welche als nicht brennbar anzusehen sind, brennbare Dämmungen zugelassen. Dabei müssen diese zu Teilen von nicht brennbaren Profilen umschlossen sein.[1, S.25; S.30] Bezüglich der Dämmung von Lüftungsanlagen muss diese nicht brennbar sein. Es sei denn, es ist im Voraus als unwahrscheinlich zu bewerten, dass die Lüftungsanlage an einer Brandentstehung oder gar einer Brandweiterleitung beteiligt sein könnte [1, S.40].

Der /BPD 3/2018/ ist im Hinblick auf die gestellten Anforderungen an die Brennbarkeit von Dämmung stark begrenzt. Es wird lediglich die Außenwanddämmung innerhalb von nicht tragenden Außenwänden als nicht brennbar ausgewiesen. Die Empfehlung des /BPD 3/2018/ beschreibt somit erhöhte Anforderungen. Dadurch entsteht auch an dieser Stelle eine näher zu betrachtende Regelungslücke.

#### 4.1.8 Leitungsanlagen und -führungen

Für Leitungsanlagen sind nach den Angaben der /HBauO/ brandschutztechnisch wirksame Vorkehrungen zu treffen. Dieses gilt für Leitungen, die durch raumabschließende Bauteile mit einer Feuerwiderstandsfähigkeit geführt werden. In notwendigen Treppenträumen und deren Erweiterungen sowie in notwendigen Fluren sind Leitungen nur zulässig, wenn eine Beeinträchtigung des Rettungsweges angemessen lange verhindert wird [1, S.39-40].

Bezüglich der Leitungsführung in Bauteilen unterscheidet der /BPD 3/2018/ an einer Stelle zwischen Elektroleitungen und Installationsleitungen. Es wird die Beschränkung getroffen, dass in Hohlräumen von Außenwänden nur Elektroleitungen geführt werden dürfen, wenn die Hohlräume dieser Wände mit nicht brennbaren Dämmstoffen aus gefüllt werden. Des Weiteren müssen sie nicht brennbarer Bekleidet sein.[16, S.6] In Bezug auf die Installationsleitungen werden zwei Aussagen bezüglich der Leitungsführung getroffen. Zum einen müssen Leitungen grundsätzlich außerhalb von massiven Holzbauteilen verlegt werden. Dabei dürfen sie auf Unterdecken und hinter Vorsatzschalen von Massivholzbauteilen geführt werden [16, S.7]. Die an anderer Stelle beschriebene Aussage weist darauf hin, dass auch in akustisch wirksamen Vorsatzschalen Installationsleitungen zulässig sind [16, S.10].

In den vorstehenden Teilabschnitten sind die Forderungen der /HBauO/, die Empfehlungen des /BPD 3/2018/ und bautechnischen Möglichkeiten gemeinsam gefasst. Im Einzelnen werden die unterschiedlichen Bauteile betrachtet und die jeweilige gesetzliche Anforderung benannt. In der Gegenüberstellung werden die Empfehlungen vom /BPD 3/2018/ und die angestrebten baulichen Umsetzungen miteinander abgeglichen. Die dabei herausgearbeiteten eklatanten Unterscheidungen werden im folgenden Abschnitt 4.2 auf der nächsten Seite konkreter beschrieben.

## 4.2 Handhabung von entstanden Regelungslücken

Die in Abschnitt 4.1 aufgedeckten Regelungslücken werden in den folgenden Absätzen detailliert beschrieben. Zu Teilen werden Argumentationen sowie mögliche Lösungsansätze bzw. vorstellbare Kompensationsmaßnahmen dargestellt und Einschätzungen verfasst.

**Außenwände und Fassadenbekleidungen** werden durch die angewendete Tragkonstruktion als nicht tragende Bauteile ausgeführt. Die gesetzliche Forderung sieht dafür nicht brennbare Baustoffe vor, wenn die Außenwände nicht mindestens feuerhemmend und raumabschließend sind. Weiterhin muss für die Verwendung von brennbaren Baustoffen für Fassaden nachgewiesen werden, dass die Unterkonstruktion als schwerentflammbar einzustufen ist. Weitergehend werden besondere Schutzmaßnahmen für Fassaden mit Hohlraumkonstruktionen gefordert, welche Geschossübergreifend sind. Dabei werden keine konkreten Maßnahmen beschrieben. Prinzipiell ist bauordnungsrechtlich die Verwendung von brennbaren Produkten möglich, wenn die schwere Entflammbarkeit den Außenwandbauteilen zugesprochen werden kann. [1, S.25] Der /BPD 3/2018/ hingegen befasst sich ausschließlich mit der Brennbarkeit der zu verwendenden Dämmstoffe. Diese werden im Absatz „Dämmstoffe“ auf Seite 45 behandelt.

Damit eine Brandausbreitung über die Holzfassade, welche im Holzbau von Bauherren und Architekten oft angestrebt wird, angemessen lange verhindert werden kann, empfiehlt der /BPD 3/2018/ den Einbau von Brandriegeln. Diese müssen dabei auch den Hohlraum von hinterlüfteten Fassaden mit begrenzen, um eine Brandausbreitung über diese zu verhindern. Brandriegel können sowohl aus Stahl als auch aus Holz hergestellt werden. [16, S.6] Daraus lässt sich vermuten, dass eine Verwendung von brennbaren und nicht brennbaren Materialien als vertretbar anzusehen ist.

Weiterhin stellt sich nun die Frage, ob eine Ausbildung von Brandriegeln dazu führt, dass die Außenwände nicht den vorgeschriebenen Feuerwiderstand aufweisen müssen. Dem Empfinden des Autors nach ist die Forderung von einer feuerhemmenden Außenwand in Verbindung mit Brandriegeln nicht vollumfänglich schlüssig, da Brandriegel nicht ausschließlich Brandausbreitung über die Oberfläche der Fassade, sondern auch den geschossweisen Brandüberschlag verhindern können. Die erweiterten Anforderungen der /HBauO/ können bedingen, dass weitreichende Ansprüche an Abschlüsse für Öffnungen in diesen Wänden gestellt werden. Bezüglich der Fassadenbekleidung mit Holz und einer Brandausbreitung darüber stellt sich die Problematik, dass verblendende Fassadenelemente häufig stockwerkübergreifend ausgeführt werden sollen. Die durch den /BPD 3/2018/ geforderten auskragenden Brandsperren sind als Kompensationsmaßnahme für die nach den Angaben des /BPD 3/2018/ nicht dauerhaft sicherzustellende schwere Entflammbarkeit von Holzoberflächen an Außenwänden anzusehen. Aus dem Betrachtungswinkel des Autors sind auch andere bauliche oder technische Lösungen denkbar. Dabei muss das klare Ziel sein, dass eine Brandausbreitung über die Oberfläche



von Außenwänden nicht zu einer Verletzung der Schutzziele führt. Außerdem muss als zusätzliches Ziel gewährleistet sein, dass eine Brandweiterleitung von Geschoss zu Geschoss ausreichend lange begrenzt ist.

Im Anforderungsbereich von **Trenn- und Flurwänden** müssen zunächst die Unterscheidungen zwischen der /HBauO/ und dem /BPD 3/2018/ herausgestellt werden. Innerhalb der /HBauO/ werden keine konkreteren Angaben zum Aufbau oder bezüglich der Baustoffe aufgeführt. Der /BPD 3/2018/ hingegen geht von einer massiven Holzwand aus. Daher werden ausschließlich Hilfestellungen für die Herstellung des Raumabschlusses getroffen. [16] Dieses ist auf Grund des gewählten Tragwerksystems nicht zwingend erforderlich und somit kann ebenso eine raumabschließende und feuerbeständige Wand in Holzständerbauweise errichtet werden. Die Verwendung von brennbaren Baustoffen ist für den Zweig der Nutzungstrennwände durch den § 24 Absatz drei der /HBauO/ möglich [1, S.23]. Für die Baustoffe, welche die Wände von notwendigen Fluren bilden, dürfen ebenfalls brennbare Baustoffe verwendet werden, da diese lediglich die Feuerwiderstandsfähigkeit „feuerhemmend“ aufweisen müssen [6, S.188]. Da durch den § 24 der /HBauO/ keine weiteren Einschränkungen getroffen werden, ist auch für diese Wände – mit brandschutztechnischen Anforderungen – eine Holzrahmenbauweise zulässig.

An **Brandwände** hingegen werden erhöhte Anforderungen seitens der /HBauO/ gestellt. Sie müssen nicht nur feuerbeständig und raumabschließend sein, sondern zusätzlich auch noch einer mechanischen Beanspruchung Widerstand leisten. Die /HBauO/ schreibt weiter vor, dass die Baustoffe, aus denen eine Brandwand errichtet wird, nicht brennbar sein müssen. An dieser Stelle überschneiden sich die Forderungen innerhalb der /HBauO/. Zum einen wird durch den Absatz zwei mit den Sätzen 2 und 3 des § 24 der /HBauO/ festgelegt, dass Bauteile, die feuerbeständig sein müssen, auch aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen müssen. [1, S.23] Bis zu diesem Punkt sind die niedergeschriebenen Aussagen gleichbedeutend. Im dritten Absatz wird diese Bedingung nun abgeschwächt, wenn die dort angegebenen Voraussetzungen eingehalten werden. Dazu zählen unter anderem der Abstand der Brandwände und auch die Größe der Brandabschnittsfläche [1, S.24]. Zum anderen werden im § 28 speziell für Brandwände wiederum nicht brennbare Baustoffe gefordert [1, S.27]. Dabei geht nicht eindeutig hervor, ob die neue Möglichkeit – resultierend aus dem dritten Absatz des § 24 der /HBauO/ – nicht berücksichtigt wurde, oder die erneute Forderung nach nicht brennbaren Baustoffen dahingehend verstanden werden muss, dass die Anwendung des dritten Absatzes nicht für die Errichtung von Brandwände gilt. Alternativ, zu den zuvor genannten Möglichkeiten, können im Rahmen der Fortschreibung die bestehenden Teile der /HBauO/ nicht konsequent angepasst worden sein. Da eine Wand, welche den Anforderungen einer Brandwand gerecht wird, auch durch eine Wand in Holzrahmenbauweise mit brandschutztechnisch wirksamer Bekleidung zulassungskonform hergestellt werden kann

(siehe Abschnitt 3.2.2), ist eine Konkretisierung an dieser Stelle nötig. Dafür kann die Handlungsempfehlung in Form des /BPD 3/2018/ herangezogen werden. Unter Berufung auf die Einhaltung des Schutzzieles, dass die Feuerwehr wirksame Löschmaßnahmen unternehmen kann, sollen Brandwände in üblicher Bauweise aus Stahlbeton oder Mauerwerk aufgestellt werden [16, S.5]. Somit wird die Interpretation gestärkt, dass weiterhin ausschließlich Brandwände aus nicht brennbaren Baustoffen zulässig sind.

Die Ziele der Beschränkungen welche für den Einsatz von Massivholzbauweisen aus dem § 24 der /HBauO/ entnommen werden können, sind eindeutig auf die Einhaltung der formulierten Schutzziel ausgelegt. Dadurch kann davon ausgegangen werden, dass durch den Brandwandabstand von maximal 20 m auf 40 m und die somit zustanden kommende Brandabschnittsfläche von maximal 800 m<sup>2</sup> dazu führen, dass dem angestrebten Schutzziel der wirksamen Löschmaßnahmen bereits Rechnung getragen wurde. Die erneute Anführung des Schutzzieles innerhalb des /BPD 3/2018/ führt zu einer Doppelung der Anforderungen. Somit kann angenommen werden, dass eine, aus nicht brennbaren Baustoffen hergestellte, Brandwand oder die Einschränkungen des § 24 der /HBauO/ erfüllt sein müssen. Weiterhin kann unterstellt werden, dass die Formulierungen der /HBauO/ von der Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen bzw. genauer vom Amt für Bauordnung und Hochbau als unzureichend angesehen werden.

Abschließend muss darauf hingewiesen werden, dass der /BPD 3/2018/ eine Handlungsempfehlung sein möchte und ist und dass die beiden vermeintlich gleichgestellten Paragraphen der /HBauO/ sich gegenseitig widersprechen. Im Rahmen dieser Bachelorthesis kann keine endgültige Entscheidung herbeigeführt werden.

Die Betrachtung von **Treppen und Treppenraumwänden** führt zu zwei Bereichen. Die tragenden Teile einer notwendigen Treppe sind feuerhemmend und aus nicht brennbaren Materialien herzustellen [1, S.32]. Der Absatz drei des § 24 der /HBauO/ betrifft ausschließlich Bauteile, welche hochfeuerhemmend oder feuerbeständig sein müssen. Damit ist klar definiert, dass nur nicht brennbare Baustoffe zur Herstellung der tragenden Bauteile der notwendigen Treppen verwendet werden dürfen. Dennoch erlaubt die /VVTB/ an entsprechender Stelle, dass feuerhemmende Bauteile aus brennbaren Baustoffen hergestellt werden dürfen [6, S.37]. Weiterhin wird beschrieben, dass feuerhemmende und tragende Bauteile einer Treppe aus normalentflammbaren Baustoffen bestehen dürfen [6, S.43]. Diese entgegenstehenden Aussagen führen zu einer Regelungslücke, welche bei konkreten Bauvorhaben abzustimmen sind. Der Vollständigkeit halber muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass der /BPD 3/2018/ keinerlei Empfehlung zum Material von notwendigen Treppen enthält. Die Anforderungen an Treppenraumwände hingegen sind im /BPD 3/2018/ und der /HBauO/ eingehend beschrieben. Zunächst werden die Ansprüche aus der /HBauO/ betrachtet. Die

Wände von notwendigen Treppenträumen müssen in der Gebäudeklasse 5 raumabschließend und in der Bauart einer Brandwand sein. Dabei gilt für die Außenwände, dass sie mindestens aus nicht brennbaren Baustoffen errichtet sein müssen und weiterhin nicht durch angrenzende Bauteile gefährdet werden dürfen. Der Begriff „Bauart Brandwand“ ist nicht durch die /HBauO/ sowie durch keinen Bauprüfdienst im Detail benannt. Frau Hahn schließt aus der Definition, dass eine Wand, die in der Bauart einer Brandwand errichtet werden soll, nur die brandschutztechnischen Anforderungen einer Brandwand erfüllen muss [23, S.22]. Mit dem Wortlaut der /HBauO/ bedeutet dies, dass sie aus nicht brennbaren Baustoffen, raumabschließend und feuerbeständig unter der Einwirkung von mechanischer Stoßbelastung sein muss bzw. nach den Angaben der /VVTB/ Kriterien erfüllen muss, welche an innere Brandwände gestellt werden [1, S.27] [6, S.43]. Dabei werden die erweiterten Anforderungen an Brandwände, wie z. B. die Führung über Dach, nicht weiter benannt.

Der /BPD 3/2018/ hingegen interpretiert die Bezeichnung der Bauart einer Brandwand dahingehend, dass die Wände notwendiger Treppenträume aus nicht brennbaren Baustoffen aufgestellt und weiterhin feuerbeständig unter zusätzlicher Stoßbelastung sein müssen. Begründet wird diese Annahme damit, dass die Feuerwehr ansonsten keine wirksamen Löschmaßnahmen in Form eines sicheren Innenangriffes unternehmen kann und damit das Schutzziel nicht erreicht werden kann. Daraus resultiert die Empfehlung, dass sowohl Treppenraumwände als auch Brandwände in klassischer Mauerwerks- oder Stahlbetonbauweise errichtet werden sollen. [16, S.5]

Der Autor sieht in der Benennung „Bauart Brandwand“, dass diese Formulierung so gewählt wurde, damit nicht streng die Bedingungen des Abschnittes 4.2 der DIN 4102-3 angewendet werden müssen. Darin wird gefordert, dass Baustoffe für Brandwände in die Kategorie A (nicht brennbar) einzustufen sein müssen [8, S.2]. Da die Forderung nur „[...] die Bauart von Brandwänden [...]“ [1, S.34] heißt, kann angenommen werden, dass die Anforderungen an eine Brandwand nicht vollumfänglich erfüllt werden müssen und somit ein brennbarer Baustoff zu Teilen verwendet werden kann. Dabei bleiben die ursprünglichen Eigenschaften dennoch weiterhin gegeben. Damit ergibt sich aus der Sichtweise des Autors, dass als Treppenraumwand eines notwendigen Treppenraumes durchaus die Treppenraumwand als REI 90+M mit Holzständerwerk (siehe beschriebenes abP in Abschnitt 3.2.2 auf Seite 25), errichtet werden darf. Ein weiteres Indiz dafür, dass brennbare Baustoffe für Treppenraumwände sowie Decken verwendet werden dürfen, gibt die Nr. 2 des Absatzes fünf des § 33 der /HBauO/. Darin wird explizit beschrieben, dass brennbare Wände und Decken in notwendigen Treppenträumen mit nicht brennbaren Baustoffen bekleidet werden müssen [1, S.34]. Somit kann das Argument, welches im /BPD 3/2018/ angeführt wird, als gegeben angesehen werden. Denn der sichere Innenangriff ist wie in konventionell errichteten Treppenträumen möglich, da sich durch die nicht brennbare Bekleidung keinerlei zusätzliche Brandlast innerhalb des Treppenraumes

befindet. Denn auch das Einbringen von Brandlasten durch Einbauten etc. ist durch die /HBauO/ untersagt [1, S.34].

Abschließend muss festgestellt werden, dass es in einem Treppenraum, dessen Wände und Decken mit nicht brennbaren Bekleidungen versehen sind, zu keiner Erhöhung der Gefahr kommt, obwohl dessen Tragkonstruktion aus brennbaren Baustoffen besteht. Durch die bautechnischen Möglichkeiten und die Verwendung der entsprechenden Baustoffe ist es durchaus möglich, die Schutzziele einzuhalten. Somit ist diese Bauweise (angelehnt an die Bauweise des abP der Fa. Saint-Gobain Rigips GmbH) in den Augen des Autors bauordnungsrechtlich als zulässig zu bewerten.

Bei der Gegenüberstellung der Anforderungen an **Dämmstoffe** lassen sich auf Grund der wenigen Angaben im /BPD 3/2018/ nur die Bestimmungen für Außenwanddämmungen miteinander vergleichen. Die /HBauO/ und der /BPD 3/2018/ beschreiben ähnliche Forderungen. Die /HBauO/ legt dabei fest, dass die Dämmung der Außenwandbekleidung schwerentflammbar sein muss. Auf die Brennbarkeit der verwendeten Dämmungen, beispielsweise in Hohlräumen von Außenwänden in Holzrahmenbauweise, wird nicht konkreter eingegangen [1, S.25].

Der /BPD 3/2018/ geht auf Grund der verbesserten Wärmedämmung davon aus, dass die Außenwände in Form von Holztafelbauweise o. ä. aufgestellt werden. Um dem Risiko eines nicht entdeckten Feuers in den Hohlräumen entgegenzuwirken, wird die Verwendung von nicht brennbarer Dämmung empfohlen. [16, S.25] Dies stellt eine klar gesteigerte Empfehlung im Gegensatz zu den Anforderungen der /HBauO/ dar. Dabei wird die Festlegung der /HBauO/, dass feuerhemmende Wandelemente hergestellt werden müssen, wenn brennbare Baustoffe verwendet werden, nicht weitergehend beachtet. Erweitert wird die Empfehlung ausgesprochen, dass brennbare Baustoffe nicht brennbar verkleidet werden sollen, wenn Elektroinstallationen in den Außenwänden geführt werden. [1, S.25]

Es kann nicht abschließend ermittelt werden, ob die Einhaltung der Empfehlungen des /BPD 3/2018/ dazu führt, dass der geforderte Feuerwiderstand nicht weiterhin erbracht werden muss. Ist dies der Fall, ist damit eine tatsächliche Erleichterung für die am Bau Beteiligten in Aussicht gestellt, da feuerhemmende Außenwände erweiterte Bedingungen mit sich bringen. Grundsätzlich ist die Verwendung von brennbarer Dämmung, wie Holzfaserdämmung, in letztendlich als feuerhemmend einzustufenden Bauteilen möglich, während weiterhin die bauordnungsrechtlichen Bestimmungen eingehalten werden würden [24, S.9].

Für die Installation von **Leitungsanlagen und -führungen** ist nach den Vorgaben der /HBauO/ maßgeblich, welchen Feuerwiderstand die durchdrungenen Bauteile aufweisen müssen. Dieser darf nicht durch Installationen gemindert werden. [1, S.39].

Der /BPD 3/2018/ hingegen formuliert tiefer greifende Empfehlungen. Zum einen wird die Leitungsführung grundsätzlich außerhalb von Massivholzbauteilen angeführt. Und weitergehend wird zur Erstellung einer Installationsebene geraten. Diese könne in Form einer Unterdecke oder einer Vorsatzschale realisiert werden. [16, S.10]

In der angestrebten Bauweise werden ausschließlich Stützen und Decken aus massiven Holzbauteilen hergestellt, dadurch ist die Leitungsführung hauptsächlich in der Deckenebene zu betrachten. Wird nun angestrebt, eine holzsichtige Decke zu realisieren, stellt sich für den Autor die erweiterte Frage, wie elektrische Leitungen zur Versorgung von Deckenbeleuchtungen verlegt werden können, ohne dass dabei die Zuleitungen an der Sichtseite der Decke sichtbar geführt werden. Im Grunde kann eine Leitungsführung unterhalb des Deckenaufbaus (auf der Rohdecke) umgesetzt werden. Dabei muss die Leitungsdurchführung in den zu beleuchtenden Raum nach den Grundlagen der Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR) erfolgen [6, S.10].

In diesem Abschnitt wurden Bauteile des Mustergebäudes behandelt und beschrieben, bei denen es zwischen den bauordnungsrechtlichen Forderungen der /HBauO/ und dem Empfehlungsschreiben dem /BPD 3/2018/ zu Differenzen kommt. Zu Teilen wird auf, für genehmigungsfähige gehaltene, bautechnische Möglichkeiten hingewiesen. Diese sind zum Teil im Abschnitt 3.3 sowie in den jeweiligen Absätzen dieses Abschnittes beschrieben.

## 5 Zusammenfassung

Für die Bearbeitung des Themas des massiven Holzbaus wurden alle Regelungen sowie die darin enthaltenen baulichen und damit auch brandschutztechnischen Anforderungen miteinbezogen. Diese Regelungen entsprechen denen des konventionellen Mauerwerksbau. Durch die Parameterangaben eines Mustergebäudes wurde die nötige und tiefgehende Eingrenzung des Betrachtungsbereiches erreicht. Im Januar 2018 wurde die Hamburgische Bauordnung (/HBauO/) dahingehend angepasst, dass nun auch feuerbeständige Bauteile aus brennbaren Baustoffen bestehen dürfen. Im März 2018 wurde daraufhin der Bauprüfdienst „Bauen in Massivholzbauweise“ (/BPD 3/2018/) herausgegeben. Damit soll den am Bau Beteiligten eine Hilfestellung im Bereich des Massivholzbaus gereicht werden. Die Erwartungshaltung des Autors ist, dass die /HBauO/, der /BPD 3/2018/ und die von den Bauherren sowie den Architekten angestrebten Ziele nicht immer direkt miteinander harmonisieren.

Das angestrebte Ziel dieser Arbeit war die Ermittlung von sog. Regelungslücken. Diese sind wie erwartet dadurch entstanden, dass die unterschiedlichen Anforderungen und Empfehlungen aus den verschiedenen Regelwerken Differenzen aufweisen. Für die Bearbeitung von existenten Projekten ist es im Rahmen der Brandschutzkonzeptionierung wichtig, bereits zu Beginn von Bauvorhaben mögliche Problempunkte zu erkennen. Sind diese Regelungslücken bekannt, können diese im Vorhinein mit Bauherren und Architekten besprochen werden. Ebenso wurden auch theoretische Umsetzungsmöglichkeiten erarbeitet.

Zur Zielfindung wurde versucht, die Vereinbarkeit der drei Interessenvertreter möglichst allgemein zusammen zu bringen und anhand eines Mustergebäudes zu beschreiben. Durch die Methodik der Gegenüberstellung wurden die einzelnen Elemente des Mustergebäudes und die daran gestellten Anforderungen gemeinsam betrachtet. Dabei wurden die rechtlichen Anforderungen, die Empfehlungen durch den /BPD 3/2018/ und die technischen Möglichkeiten zusammengeführt. Im Hinblick auf den Massivholzbau wurden die Besonderheiten herausgestellt und etwa bestehende Regelungslücken betrachtet. Dafür wurden zunächst im Abschnitt 3 die begrenzenden Gebäudeparameter und die rechtlichen Regelungen beschrieben. Im Abschnitt 4 erfolgte die Zusammenführung der bauordnungsrechtlichen Anforderungen, welche im direkten Bezug mit dem Mustergebäude durch die /HBauO/ formuliert wurden. Zur erweiterten Detailplanung bzw. Detailbetrachtung wurden die Empfehlungen aus dem /BPD 3/2018/ hinzugenommen. Durch die nun mögliche Verbindung der einzelnen Faktoren mit der technischen Umsetzbarkeit wurden geregelte, eingrenzende und unregelte Tatbestände extrahiert. Diese wurden im Einzelnen gesondert im Abschnitt 4.2 dargestellt und aus planerischer Sichtweise bewertet.

Zusammengefasst kommt es für tragende und aussteifende Bauteile sowie für Decken zu keinen nennenswerten Unterscheidungen. Dabei wurde stets davon ausgegangen, dass als Tragsystem die Form eines Holzskelettbaues verwendet wird. Darin enthalten ist, dass die Deckenscheiben in Brettstapelbauweise hergestellt werden und zur horizontalen Aussteifung des Gebäudes beitragen.

Der Vergleich zeigt weiterhin, dass es für sechs Bauteile bzw. Bauteilgruppen zu unterschiedlichen brandschutztechnischen Forderungen kommt. Dazu zählen im Groben die unterschiedlichen Wandformen, die Dämmstoffe in den Bauteilen und die Angaben zu Leitungsführungen und -anlagen. Für Wände wie Trenn-, Flur-, Außen-, Treppenraum- und Brandwände werden verschiedenste Angaben formuliert. Die gravierendsten Unterscheidungen lassen sich zwischen der /HBauO/, welche bindend ist, und dem /BPD 3/2018/, welcher eine Hilfestellung sein will, im Bereich der Treppenraum- und Brandwände finden. Das Ziel der Hilfestellung wird nicht sonderlich konsequent verfolgt, da durch die zum Teil höheren Anforderungen keine Unterstützung geleistet wird. Vielmehr werden den Planern anteilig konkurrierende Anforderungen beschrieben. Der Autor geht davon aus, dass wenn ein Gebäude strikt nach den Angaben der /HBauO/ konzeptioniert wird, die entsprechende Genehmigungsbehörde auf die Empfehlungen des /BPD 3/2018/ bestehen wird. Durch die vermutlich behördlich geforderte Pflicht, die erhöhten Forderungen einzuhalten, verfehlt der /BPD 3/2018/ sein selbst gestecktes Ziel. Damit bleibt es unverändert dabei, dass Bauherren, Architekten und Brandschutzkonzeptersteller schon in der Vorplanung den engen Kontakt zu den Genehmigungsbehörden herstellen sollten, da sie weiterhin ohne konkrete Verfahrensempfehlung ein genehmigungsfähiges Konzept erarbeiten müssen.

## Literatur

- [1] Hamburgische Bauordnung (HBauO): HBauO, 14. Dezember 2005 zuletzt geändert am 23. Januar 2018.
- [2] Dietmar Grütze. *Bau-Lexikon*. Carl Hanser Fachbuchverlag, 1. edition, 2007.
- [3] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Grundflächen und Rauminhalte im Bauwesen - Teil: 1 Hochbau.
- [4] Die neue Hamburgische Bauordnung – einfacher, schneller, bürgerfreundlicher!, 2006.
- [5] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen; Deutsche Fassung DIN EN 13501-2:2016.
- [6] Justizbehörde der Freien und Hansestadt Hamburg. Änderungen und Ergänzungen der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) in der Freien und Hansestadt Hamburg: MVV TB, 30.04.2018.
- [7] Erich Heidsieck, editor. *Fachkenntnisse Holztechnik: Lernfelder 5 bis 12*. Holztechnik. Handwerk und Technik, Hamburg, 2. edition, 2017.
- [8] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 3: Brandwände und nichttragende Außenwände Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.
- [9] Bauministerkonferenz: Struktur und Aufgaben, 1998.
- [10] Hamburgische Bauordnung (HBauO): HBauO, 14. Dezember 2005 zuletzt geändert am 17. Februar 2016.
- [11] Bauprüfdienst (BPD) 2012-5: Brandschutztechnische Auslegungen (BTA).
- [12] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 1: Baustoffe, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.
- [13] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 2: Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.
- [14] Klaus Dierks, editor. *Baukonstruktion: Rüdiger Wormuth. Mit Beitrag von Klaus Dierks*. Werner, Köln, 7. edition, 2012.
- [15] Rudolf Lückmann. *Holzbau Konstruktionen: Energieeffizient - nachhaltig - praxisgerecht*. WEKA Media, Kissing, 2012.



- [16] Bauprüfdienst (BPD) 2018-3: Bauen in Massivholzbauweise (BPD Massivholzbau).
- [17] Balder Batran. *Lernfeld Bautechnik: Fachstufen Zimmerer*. Bautechnik, Ausbau. Handwerk und Technik, Hamburg, 8. edition, 2017.
- [18] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile, 2016-05.
- [19] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1995-1-2:2004 + AC:2009.
- [20] Henning Schacht. Heimatliebe integriert: Gastkommentar des Bundesinnenministers Horst Seehofer. Websit, 26.09.2018.
- [21] Neue „Brandwand“ für den Holzbau: Geprüfter Brand- und Schallschutz auf höchstem Niveau, 2018.
- [22] Materialprüfanstalt (MPA) für das Bauwesen. Prüfzeugnis Nummer: P-3500/115/07-MPA BS.
- [23] Christiane Hahn. Neuerungen im Brandschutz: Normung und Anwendung in der Praxis, 2008.
- [24] F. Förster, M. Morsch, and T. Wiegand, editors. *Holzfaserdämmstoffe: Eigenschaften, Anforderungen, Anwendungen*, volume 4; Teil 5; Folge 2 of *Informationsdienst Holz*. Verband Holzfaser Dämmstoffe, Wuppertal, 2. edition, 2012.

## Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Bachelorthesis mit dem Thema „Anwendbarkeit vom Massivholzbau im Kontext des Brandschutzes von Wohngebäuden“ ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Hamburg, 25. Januar 2019

Ort, Datum

\_\_\_\_\_  
Verfasser