

Aktuelle Erkenntnisse zur Planung von Holzfassaden

Thomas Engel

1 Einleitung

Die Planung und Ausführung von ästhetischen Fassadenkonstruktionen ist seit jeher ein wesentlicher Aspekt guter architektonischer Gestaltung. So ist die Gebäudehülle das erste, was den Blick des Betrachters auf sich zieht, also das Gesicht eines Gebäudes.

Mit dem Werkstoff Holz lassen sich ästhetische Fassaden gestalten. Daher gibt es eine große Nachfrage nach praktikablen und sicheren Holzfassaden, auch für hohe Gebäude. Außerdem ist Holz der weltweit führende erneuerbare Baustoff und eines der wichtigsten Materialien für die Entwicklung nachhaltiger Baulösungen. In der Bauindustrie kann Holz sowohl zur notwendigen Dekarbonisierung als auch zur gezielten Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen einen wesentlichen Beitrag leisten. [1, 2] Bedenken gegen die Verwendung von Holz als Baumaterial bestehen jedoch darin, dass Holz ein brennbares Material ist. Die potenziell unkontrollierte Ausbreitung des Feuers über eine brennbare Holzfassade ist eines der Hauptrisiken im Falle eines Brandes. Die Missachtung der bestehenden Brandschutzprinzipien führt in der Regel zu Brandfällen mit einem enormen Schadensausmaß, unabhängig vom Baumaterial. Beispiele hierfür sind der Brand des Grenfell Tower im Vereinigten Königreich [3] oder, in jüngster Zeit, der Brand in Ulsan, Südkorea [4].

2 Grundlagen der Fassadenplanung

2.1 Unterschied zwischen Außenwandbekleidung/Fassade und Außenwand

Dieser Beitrag beschreibt bauliche Maßnahmen für brandsichere Holzfassaden. In diesem Zusammenhang bezieht sich der Begriff Fassade auf die Gebäudehülle. Dazu gehört nicht die Außenwand, die den Innenraum eines Gebäudes von der Umgebung trennt. Abb. 1 zeigt die Fassade und die Unterkonstruktion sowie die eigentliche Außenwand (grau).

2.2 Arten von Holzfassaden

Holzfassaden können in verschiedenen konstruktiven Ausführungen realisiert werden. In Abb. 1 sind die Möglichkeiten gezeigt.

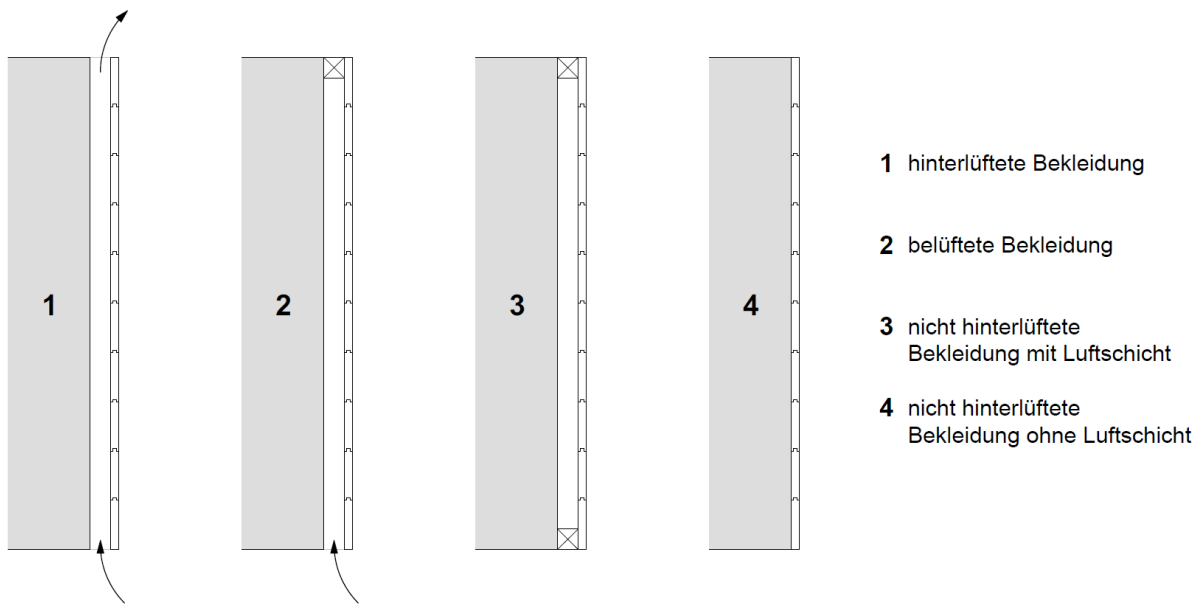


Abb. 1: Übersicht über der verschiedenen konstruktiven Ausführungen von Holzfassaden

Holzfassaden werden aufgrund der Anforderungen an den Witterungs- und Feuchteschutz meist als hinterlüftete Fassaden ausgeführt [5]. Diese konstruktive Ausführung hilft von außen eingedrungene Feuchtigkeit und entstandenes Tauwasser abzuführen und kommt folglich der Dauerhaftigkeit zugute [6, 7]. Man unterscheidet bei Holzfassaden zwischen hinterlüfteten- (oben und unten offenen), belüfteten- und nicht hinterlüfteten Fassadenbekleidungen (Abb. 1). Nicht hinterlüftete Fassadenbekleidungen aus Holz sind aufgrund der bereits erwähnten Aspekte der Dauerhaftigkeit weniger verbreitet.

Hinterlüftete Fassadenbekleidungen stellen den kritischsten Fall in Bezug auf die Brandsicherheit von Holzfassaden dar. Im Vergleich zu nichtbrennbaren Fassaden kann das Vorhandensein eines hinterlüfteten Hohlraums und das Vorhandensein von Holz als brennbares Material die Brandausbreitung innerhalb des hinterlüfteten Hohlraums stark erhöhen [8-10]. Der Schwerpunkt dieses Beitrags liegt daher auf der brandschutztechnisch sicheren Planung und Ausführung von hinterlüfteten Holzfassadensystemen.

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor sind die verschiedenen Arten von Bekleidungen, die bei Holzfassaden zum Einsatz kommen. Tab. 1 zeigt die in der Praxis üblicherweise verwendeten Bekleidungsarten. Die in Tab. 1 dargestellten Typen reichen von geschlossenen Fassaden (geschlossene Fassadenfläche, z.B. Holzwerkstoffplatten) bis hin zu offen gestalteten Fassaden (keine geschlossene Fassadenfläche, z.B. offene Schalung).

Tab. 1: Darstellung der verschiedenen Arten von Bekleidungen für Holzfassaden


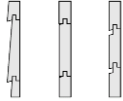
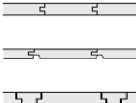

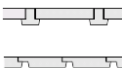
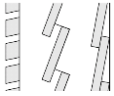
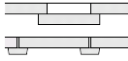
| Bekleidungstyp | Schemaskizze | Ausrichtung | |
|--|---|--------------------------|-----------------------|
| Flächiger Holzwerkstoff Platte |  | horizontal oder vertikal | |
| Formschlüssige Schalung Profil mit Nut Feder |  | horizontal | geschlossene Fassaden |
| |  | vertikal | |
| Kraftschlüssige Schalung Profil mit Winkelfalz |  | horizontal | |
| |  | vertikal | |
| Offene Schalungen Leistenschalung Deckelschalung Stülpschalung Deckleistenschalung |  | horizontal | offene Fassaden |
| |  | vertikal | |

Abb. 2 und Abb. 3 zeigen jeweils ein konkret realisiertes Beispiel für eine vertikale Deckleistenschalung und für eine vertikale Nut-und-Feder-Schalung.



Abb. 2: Fassade als vertikale Deckleistenschalung



Abb. 3: Fassade als vertikale Nut-und-Feder-Schalung

2.3. Bauordnungsrechtliche Grundlagen

Die aktuelle Musterbauordnung (MBO) Stand 2020 lässt für Außenwandbekleidungen an Gebäuden der Gebäudeklasse 4 und 5 bis zur Hochhausgrenze die Verwendung von normalentflammbaren Baustoffen zu [11].

„§ 28 Musterbauordnung (MBO)

Absatz 1: Außenwände und Außenwandteile wie Brüstungen und Schürzen sind so auszubilden, dass eine Brandausbreitung auf und in diesen Bauteilen ausreichend lang begrenzt ist.

Absatz 3: Oberflächen von Außenwänden sowie Außenwandbekleidungen müssen einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen schwerentflammbar sein [...] Baustoffe, die schwerentflammbar sein müssen, [...] dürfen nicht brennend abfallen oder abtropfen.

*Absatz 5: Absätze 2, 3 und 4 Satz 1 gelten nicht für Gebäude der Gebäudeklassen 1 bis 3; Absatz 4 Satz 2 gilt nicht für Gebäude der Gebäudeklassen 1 und 2. **Abweichend von Absatz 3 sind hinterlüftete Außenwandbekleidungen, die den Technischen Baubestimmungen nach § 85a entsprechen, mit Ausnahme der Dämmstoffe, aus normalentflammbaren Baustoffen zulässig.**“ [11]*

Diese Änderung ist bereits von einer Vielzahl von Landesbauordnungen übernommen worden und folglich bauordnungsrechtlich umgesetzt.

Im Abschnitt 6 der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise (MHolzBauRL) [12] werden die Anforderungen an Außenwandbekleidungen aus Holz für die Gebäudeklasse 4 und 5 bis zur Hochhausgrenze konkretisiert. Die MHolzBauRL ist zum aktuellen Zeitpunkt (11/2021) in keinem Bundesland eine über die landesspezifische Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen eingeführte technische Regel. Unabhängig davon stellt sie aber zum aktuellen Zeitpunkt bereits eine anerkannte Regel der Technik dar und ist darüber hinaus wie beispielsweise in Bayern über einen Vollzugshinweis als Planungsgrundlage definiert [13]. Die MHolzBauRL stellt die Grundlage für Kapitel 3 dieses Beitrags dar.

2.4 Grundlagen der Brandausbreitung an Holzfassaden

Bei der Verwendung von Holzfassaden müssen besondere konstruktive Brandschutzmaßnahmen ergriffen werden, um die Brandausbreitung über die Außenwandbekleidung von Stockwerk zu Stockwerk zu verhindern oder zu begrenzen. In diesem Zusammenhang stellen vor allem hinterlüftete Holzfassaden den kritischsten Konstruktionsfall dar. Studien, die nicht hinterlüftete und hinterlüftete Holzfassaden direkt verglichen haben, kamen zu dem Schluss, dass Holzbekleidungen mit hinterlüfteten Hohlräumen fast doppelt so viel Energie abgeben wie Holzfassadenbekleidungen ohne hinterlüftete Hohlräume, was zu einer stärkeren Flammenbildung und einer beschleunigten Brandausbreitung führt [8, 10, 14].

In zahlreichen Forschungsprojekten wurden Brandsperrn als wesentliche konstruktive Maßnahmen identifiziert, um die Brandausbreitung an Holzfassaden auf ein akzeptables Maß zu beschränken [15,16, 17, 22].

Die Brandausbreitung an Holzfassaden kann durch horizontale Brandsperrn, die die durchgehende Holzbekleidung und den Lüftungshohlraum in getrennte Bereiche unterteilen, wirksam begrenzt werden. Typischerweise werden horizontale Brandsperrn

(in der Regel aus Stahlblech, Holz oder mineralischen Baustoffen) (Abb. 4) in jedem Geschoss in Deckenebene und über die gesamte Fassade ausgeführt. Die Abmessungen und die Ausführung der horizontalen Auskragung vor der Fassadenbekleidung hängen in erster Linie von der Art der Fassadenbekleidung ab (siehe Tab. 1). [15,16, 22]

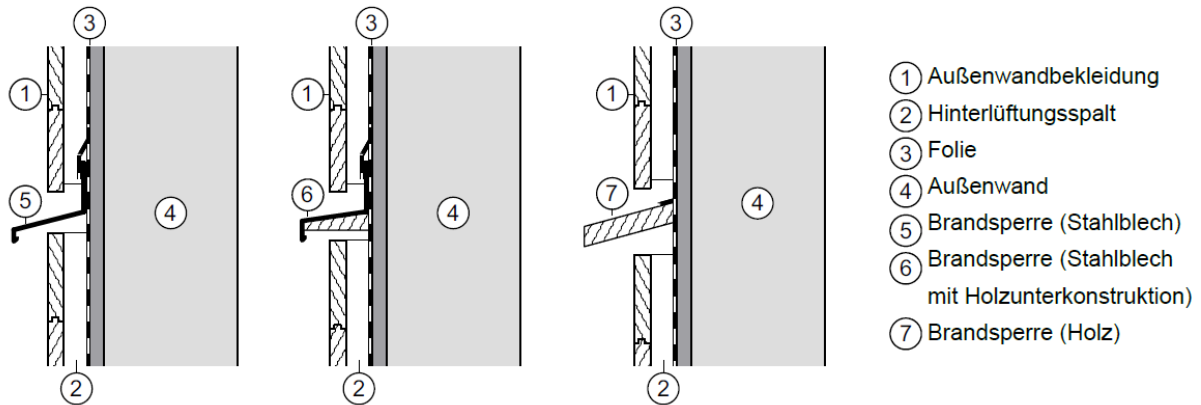


Abb. 4: Schematische Darstellung typischer horizontaler Brandsperren

Der Brand der Holzfassade im Primärbrandbereich ist unvermeidbar und muss daher akzeptiert werden. Die vertikale Brandausbreitung über die Primärflamme hinaus muss jedoch begrenzt werden, da es zu keiner weiteren unkontrollierten Brandausbreitung außerhalb des Primärbrandes kommen darf.

Je nach Flammenhöhe können die Flammen mehrere Geschossgrenzen überschreiten. Die Brandsperre oberhalb der Primärflamme stellt die relevante Maßnahme zur Begrenzung der Brandausbreitung dar (Abb. 5).

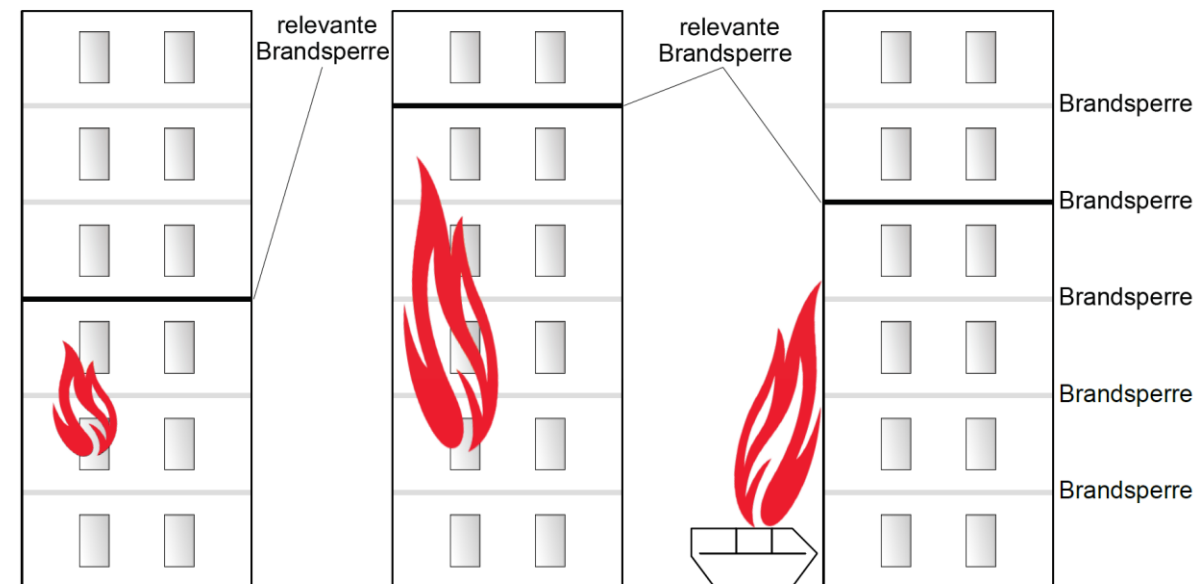


Abb. 5: Darstellung der verschiedenen Brandszenarien an der Fassade und der jeweiligen relevanten Brandsperre

2.5 Analyse bestehender experimenteller Untersuchungen

Die Brandsicherheit von Holzfassaden wurde erstmals intensiv Anfang der 2000er Jahre von der Schweizer Forschungsgruppe Lignum im Rahmen einer Versuchskampagne untersucht. Hierzu wurden 33 Fassadenbrandversuche an einem Versuchsstand der Materialprüfanstalt MFPA Leipzig und sechs Brandversuche im realen Maßstab in einem leerstehenden Gebäude in Merkers mit verschiedenen Holzfassadenbekleidungen und unterschiedlichen baulichen Brandschutzmaßnahmen durchgeführt, deren Ergebnisse jedoch nie vollständig veröffentlicht wurden.

Nach Auswertung und Interpretation der Ergebnisse wurden die baulichen Brandschutzmaßnahmen in [17] veröffentlicht.

Die untersuchten Holzfassaden wurden im Rahmen der Brandversuche nach einer durchschnittlichen Zeit von 24 Minuten abgelöscht. Grundlage für die Begrenzung der Versuchszeit war die Annahme in [18], auf Basis der festgelegt wurde, dass die Feuerwehr nach 15 Minuten vor Ort eintrifft und den Löschvorgang einleitet. Auf Grundlage der Ergebnisse der Lignum-Brandversuche kann das Brandverhalten von Holzfassaden bis zu einer Branddauer von etwa 20 Minuten zuverlässig beurteilt werden. Über das Verhalten von Holzfassaden, die einer längeren Branddauer ausgesetzt sind, können keine abschließenden Aussagen gemacht werden.

Basierend auf den Schweizer Ergebnissen untersuchte ein österreichisches Forschungsteam fünf weitere Anordnungen von Holzfassadensysteme und Brandsperrern auf einem Fassadenprüfstand. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen lieferten die Grundlage für die brandschutztechnischen Vorgaben an Holzfassaden in der ÖNORM B 2332 [19].

Auch ein französisches Forschungsteam untersuchte das Verhalten von Holzfassaden im Brandfall. Die Untersuchungen in Frankreich bildeten die Grundlage für den französischen Fassadenleitfaden für Holzfassaden [20].

Die Lignum-Dokumentation Brandschutz 7.1 [17] und die ÖNORM B 2332 [19] stellen oft die Grundlage für die Verwendung von Holzfassaden über materielle Abweichungen in Deutschland dar. Zu beachten bleibt bei der Anwendung dieser Regelungen die unterschiedlichen und gegenüber Deutschland zum Teil abweichenden landespezifischen Schutzziele für Fassadenbrände [21] und die zuvor beschriebene begrenzte Branddauer.

Aus diesem Grund wurden weitere Brandversuche [22] mit längeren Brandeinwirkungszeiten aufbauend auf den vorhandenen Erkenntnissen durchgeführt. Ziel der Studie [22] war es, konstruktive Maßnahmen zu definieren, die eine Brandausbreitung an der Holzfassade außerhalb des Primärflammenbereichs ohne vorzeitiges Eingreifen der Feuerwehr verhindern oder begrenzen können. Darüber hinaus sollten auch Maßnahmen identifiziert werden, die unter Berücksichtigung der untersuchten Szenarien zu einem Selbstverlöschen führen können. Die Erkenntnisse aus diesen Versuchen sind die Grundlage für die im Kapitel 3 beschriebenen Hintergründe.

3 Hintergründe für die brandschutztechnische Planung und Ausführung von Holzfassaden

3.1 Allgemeines

In den folgenden Abschnitten werden die konstruktiven Maßnahmen aus Abschnitt 6 der MHolzBauRL [12] beschreiben und die Hintergründe der Vorgaben durch Erkenntnisse aus den experimentellen Untersuchungen [22] aus Abschnitt 2.5 erläutert. Die gesamte Untersuchung ist in Kürze unter <https://doi.org/10.1007/s10694-021-01174-2> [22] abrufbar.

Abb. 6 zeigt den typischen Aufbau einer hinterlüfteten Holzfassade. In Anlehnung an die in Abb. 6 dargestellte Nummerierung werden in den folgenden Abschnitten Grundlagen für die einzelnen Komponenten bzw. Bestandteile einer brennbaren Holzfassade beschrieben.

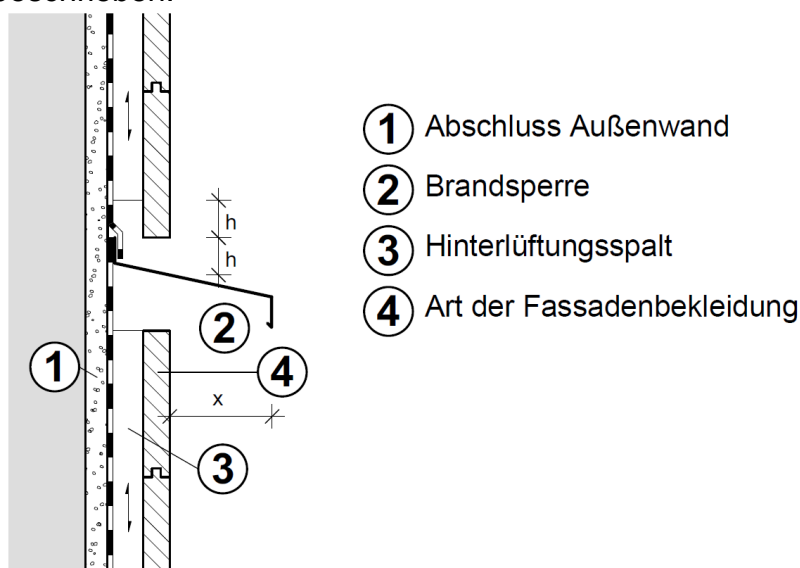


Abb. 6: Typischer Aufbau einer hinterlüfteten Holzfassade

3.2 Abschluss Außenwand hinter der Holzfassade (Nr. 1)

Die MHolzBauRL [12] fordert in Abschnitt 6.2.1 und 6.2.2, dass Dämmstoffe in der Außendämmebene (außerhalb der Außenwand, nicht innerhalb der Außenwand) als „nichtbrennbar“ klassifiziert sein müssen und sofern der Abschluss von Außenwänden aus brennbaren Baustoffen besteht, eine 15 mm dicke nichtbrennbare Bekleidung außenliegend aufgebracht werden muss.

Hintergrund für diese Forderung ist, dass der hinterlüftete Hohlraum auf der einen Seite von der Holzfassade und auf der anderen Seite von der Außenfläche der Außenwand gebildet wird. Wenn beide Oberflächen aus brennbaren Materialien bestehen, breitet sich das Feuer innerhalb des Hohlraums deutlich schneller aus und erreicht so schneller größere Höhen. [22]

Die typischerweise zum Einsatz kommenden Folien oder Membranen (winddichte Ebene), die für den Witterungsschutz oder die Feuchtigkeitsregulierung erforderlich

sind (Abb. 4, Abb. 6), tragen aufgrund der geringen Wärmefreisetzung nicht nennenswert zur Brandausbreitung innerhalb des Hinterlüftungsspalts bei.

3.3 Art der Fassadenbekleidung (Nr. 4) und des Hinterlüftungsspalts (Nr. 3)

Die MHolzBauRL [12] fordert in Abschnitt 6.2.3, dass die Tiefe der Unterkonstruktion für einen Lüftungsspalt auf maximal 50 mm zu begrenzen ist (einfache Lattung 30 mm, doppelte Lattung / Kreuzlattung mit max. 2 x 25 mm). Bei Kreuzlattungen wird weiter gefordert, dass der Lüftungsspalt jeweils zwischen Fenstern, mindestens jedoch in horizontalen Abständen von nicht mehr als 5 m, durch Aufdopplung der vertikalen Lattung zu schließen ist (Abb. 8). Abb. 7 stellt das Prinzip der einfachen vertikalen Lattung und der Kreuzlattung dar.

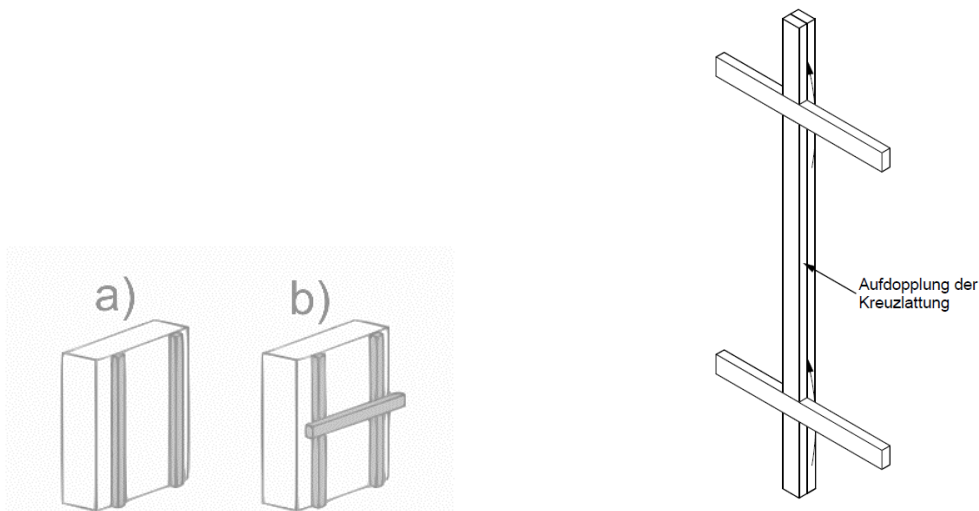


Abb. 7: a) einfache vertikale Lattung und b) Kreuzlattung Abb. 8: Aufdopplung der Kreuzlattung

Die MHolzBauRL [12] macht darüber hinaus in der Tabelle 3 im Kapitel 10 Vorgaben für eine Mindestrohndichte von $\geq 350 \text{ kg/m}^3$ und Mindestdicke der Holzbekleidung. Weiter unterscheidet sie die Holzfassaden nach der Bekleidungsart. Aufbauend auf dieser Unterscheidung werden weitere Anforderungen wie die Auskrugung der Brandsperrern (vgl. Abschnitt 3,4) in Abhängigkeit der Fassadenart und der vertikalen und horizontalen Ausrichtung der Bekleidung gestellt.

In Abschnitt 6.2.5 der MHolzBauRL [12] wird weiter gefordert, dass bei Außenwandbekleidungen bei der Ausbildung von Außenecken besondere Vorkehrungen zur Begrenzung einer Brandausbreitung erforderlich sind. Diese besonderen Maßgaben gelten als erfüllt, wenn eine Verblockung im Lüftungsspalt der Außenecke mit mindestens 80 mm breiten Holzlatten anordnet wird (Abb. 9).

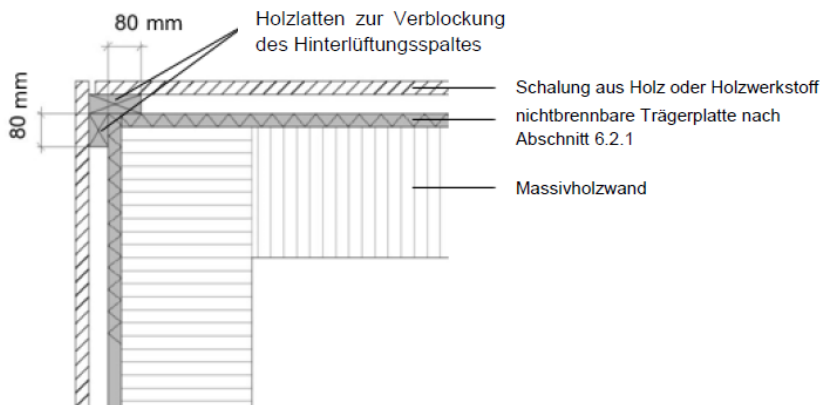


Abb. 9: Ausbildung Außenwandbekleidung bei Außenecken (Horizontalschnitt) [12]

Hintergrund für diese Vorgaben ist, dass das Brandverhalten einer Holzfassade stark von der Art der Bekleidungen abhängt. Das bedeutet, dass die Art der Fassadenbekleidung in Kombination mit der Unterkonstruktion und des Hinterlüftungsspalt einen großen Einfluss auf die Brandausbreitung entlang der Fassade hat. [22]

Im Allgemeinen wurde festgestellt, dass eine geschlossene Fassadenbekleidung und eine Verringerung der Tiefe des Hinterlüftungsspalt zu einer geringeren Brandausbreitung entlang der Fassade führen. Es kann also festgestellt werden, dass die in Tab. 1 aufgeführten Arten von Fassadenbekleidungen - von oben nach unten - unter dem Gesichtspunkt des Brandschutzes kritischer zu bewerten sind. [22]


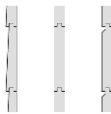


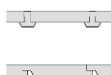



Entscheidend für die Brandausbreitung ist der Grad der thermisch bedingten Fugenbildung der Fassadenbekleidung. Eine schnellere Brandausbreitung tritt in der Regel nach Auftreten der ersten Fugen in der Bekleidung im Bereich der Primärflamme auf. Hintergrund hierfür ist, dass die Bekleidung von zwei Seiten dem Feuer ausgesetzt ist. Hinsichtlich des gesamten Brandverhaltens verhalten sich formschlüssige Bekleidungen mit z. B. Nut-Feder-Verbindungen, die über eine längere Branddauer durchgehende Fugen verhindern, typischerweise besser als kraftschlüssige Bekleidungen. Die Vorgaben für eine Mindstdicke und –rohdichte sind bedingt durch den Fakt, dass die Bekleidungsstärke ein wesentlicher Faktor für den Zeitpunkt, zu dem durchgehende Fugen in der Fassadenbekleidung auftreten, ist. [22]

Eine vertikal ausgerichtete Bekleidung führt zu einer schnelleren und stärkeren vertikalen Brandausbreitung als eine horizontal ausgerichtete Bekleidung. Dies kann insbesondere auf zwei Ursachen zurückgeführt werden. Zum einen kann davon ausgegangen werden, dass die Abbrandgeschwindigkeit von Holz in Faserrichtung doppelt so hoch ist wie senkrecht zur Faser [23] und zum anderen trägt die Kreuzlattung ebenfalls zu einer schnelleren und intensiveren Brandausbreitung bei. Der Grund dafür ist, dass die Kreuzlattung typischerweise für vertikal angeordnete Holzbekleidungen verwendet wird. Das bedeutet, dass sowohl vertikale als auch horizontale Latten unter der Beplankung angeordnet sind (Abb. 7), wodurch der Hinterlüftungsspalt auf die doppelte Größe anwächst. Der größere Hohlraum und die dreiseitige Brandeinwirkung auf die vertikal verlaufende Lattung tragen zu einer schnelleren Brandausbreitung in vertikaler Richtung bei. [22]

3.4 Brandsperren (Nr. 2)

Gemäß MHolzBauRL [12] Abschnitt 6.2.4 sind horizontale Brandsperren geschossweise jeweils in Höhe des Geschosswechsels über die gesamte Fassadenbreite durchgehend auszuführen. Sie müssen bis zu einer Ebene aus nichtbrennbaren Baustoffen führen (z.B. Gipskarton bzw. Gipsfaserplatte). Weiter sind gemäß MHolzBauRL [12] nur Brandsperren aus Stahlblech zulässig (Abb. 10). Die Vorgaben an die Dicke des Stahlblechs richten sich nach der Länge der Auskragung (Dicke $t \geq 1,5$ mm für freie Auskragung ≤ 150 mm und Dicke $t \geq 2,0$ mm für freie Auskragung > 150 mm). Die geschossweisen horizontalen Brandsperren sind, wie im Abschnitt zuvor erläutert, in ihren Abmessungen, insbesondere bezogen auf die horizontale Auskragung vor der Außenwandbekleidung in Abhängigkeit der jeweils zum Einsatz kommenden Art der Fassadenbekleidung auszuführen. Tab. 2 stellt die notwendigen Auskragungen in Abhängigkeit des Fassadentyps dar.

Tab. 2: Mindestauskragung der horizontalen Brandsperre

| Bekleidungstyp | Schemaskizze | Ausrichtung | Auskragung | |
|---|---|--------------------------|---------------|----------------------|
| Flächiger Holzwerkstoffplatte |  | horizontal oder vertikal | ≥ 50 mm | geschlossene Fassade |
| Formschlüssige Schalung Profil mit Nut Feder |  | horizontal | ≥ 50 mm | |
| |  | vertikal | ≥ 100 mm | |
| Kraftschlüssige Schalung Profil mit Winkel-falz |  | horizontal | ≥ 100 mm | |
| |  | vertikal | ≥ 150 mm | |
| Offene Schalungen Leistenschalung Deckelschalung Stülpchalung Deckleistenschalung |  | horizontal | ≥ 200 mm | |
| |  | vertikal | ≥ 250 mm | |
| |  | | | |

Der Begrenzung der Materialität der Brandsperren auf Stahlblech lässt sich wie folgt begründen. Die positive Wirkung von horizontalen Brandsperren aus Stahlblech konnte im Gegensatz zu Brandsperren aus Holz auch über eine längere Versuchsdauer bestätigt werden. Die hölzernen Brandsperren trugen nach einiger Zeit durch ihren Mitbrand zur horizontalen Brandausbreitung bei. [22] Ungeachtet dessen lassen sich sicher alternative Möglichkeiten für die Materialität der Brandsperren entwickeln, die jedoch dann im Einzelverfahren nachzuweisen sind.



Abb. 10: Brandsperre aus Stahlblech

Gemäß MHolzBauRL [12] Abschnitt 6.2.4 und Kapitel 10 sind die Befestigungsmittel der horizontalen Brandsperren bis auf die tragende Konstruktion der Außenwand zu führen. Abstand und Größe der Verbindungsmittel sind so zu wählen, dass thermische Beanspruchungen nicht zu Verformungen führen. Die Befestigung ist mit Stahlschrauben $\varnothing \geq 4$ mm in einem Abstand von ≤ 250 mm auszuführen.

Längsstöße von Brandsperren sind mechanisch oder durch Verschweißen kraftschlüssig und fugenlos (≤ 1 mm) miteinander zu verbinden oder mit einer Stoßüberlappung von mindestens 150 mm auszuführen.

Hintergrund für die Beschränkung der Schraubenabstände ist, dass sich die Brandsperren aus Stahlblech unter der thermischen Belastung ausdehnen, was zu einer Fugenöffnung zwischen den Schraubstellen der Brandsperren führt und die Brandausbreitung auf den Bereich darüber begünstigt. [22]

Hintergrund für die Vorgaben für Längsstöße von Brandsperren ist die Wirkung der thermischen Verformung und das daraus bedingte Anheben der Brandsperren aus Stahlblech. Sofern keine ausreichenden Überlappungen oder mechanische Verbindungen existieren ergeben die Längsstöße Schwachstellen in der Brandsperre und begünstigen die Brandausbreitung über die Fassade. [22]

Innenecken haben einen merklichen Einfluss auf die Flammenhöhe und die daraus resultierenden Temperaturen bei Fassadenbränden [22]. Aus diesem Grund ist die Brandausbreitung in Innenecken von Außenwänden durch besondere Vorkehrungen zu begrenzen. Dies wird nach MHolzBauRL [12] Abschnitt 6.2.4 wie folgt umgesetzt:

- 1. Möglichkeit: Die Außenwandbekleidung im Bereich der Innenecke wird jeweils zu beiden Seiten mit einer mindestens 1,0 m breiten nichtbrennbaren Bekleidung ausgeführt.
- 2. Möglichkeit: Die horizontalen Brandsperren im Bereich der Innenecke kragen jeweils zu beiden Seiten über die Länge von 1,0 m mindestens 0,25 m vor die Außenwandbekleidung hervor (Abb. 11).
- 3. Möglichkeit: Bei kraft- und formschlüssigen Schalungen sowie flächigen Holzwerkstoffplatten darf das Maß der Auskragung der horizontalen Brandsperre in Innenecken von Außenwänden auf 0,10 m reduziert werden, sofern Öffnungen einen Abstand von mindestens 1,0 m zur Innenecke einhalten (Abb. 12).

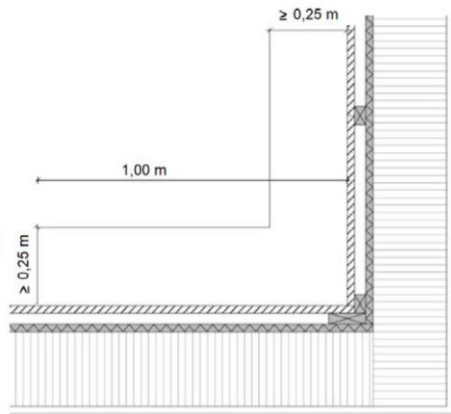


Abb. 11: Darstellung der 250 mm auskragenden Brandsperrre in Innenecken [12]

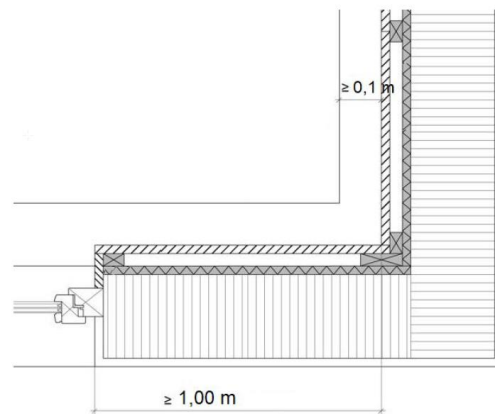


Abb. 12: Darstellung der 100 mm auskragenden Brandsperrre in Innenecken [12]

Längsstöße von Brandsperrren im Bereich von Innenecken können neben der vorge-nannten kraftschlüssigen fugenlosen Verbindung alternativ auch zu beiden Schenkel-seiten mit einer Länge von $\geq 1,0$ m aus einem Stück oder im Eckbereich mit doppelter Überlappung hergestellt werden. Hintergrund für diese Forderung ist die zuvor be-schriebene und insbesondere in Innenecken intensiver auftretende thermische Verfor-mung.

Im Bereich von Brandwänden bzw. Wänden, die anstelle von Brandwänden zulässig sind, ist gemäß MHolzBauRL [12] Abschnitt 6.2.5 die brennbare Außenwandbeklei-dung mindestens 1,0 m durch nichtbrennbare Baustoffe zu unterbrechen. Der Lüf-tungsspalt darf über die Brandwand nicht hinweggeführt werden, sondern ist mindes-tens in Brandwanddicke mit einem im Brandfall formstabilen Dämmstoff und einer Nennroh-dicht von $\geq 100 \text{ kg/m}^3$ auszufüllen (Abb. 13).

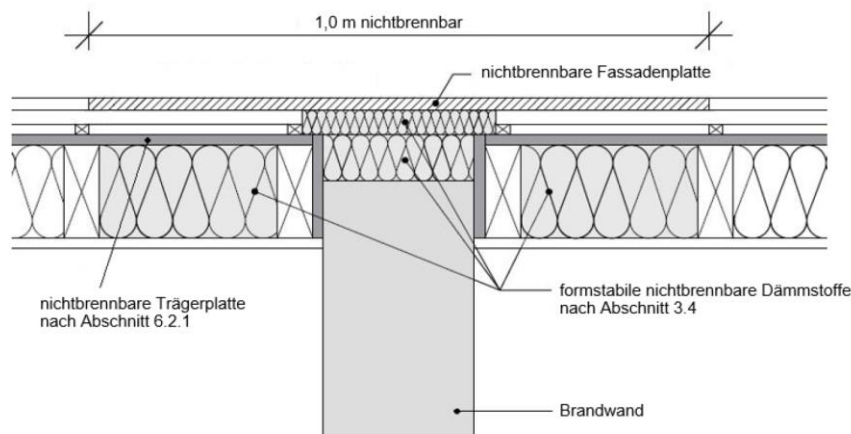


Abb. 13: Ausbildung Außenwandbekleidung im Bereich von Brandwänden (Horizontalschnitt) [12]

3.6 Zugänglichkeit und wirksame Löscharbeiten für die Feuerwehr

Jede Gebäudeseite mit einer Außenwandbekleidung aus Holz oder Holzwerkstoffen muss für wirksame Löscharbeiten erreicht werden können. Damit sind jedoch nicht zwangsläufig Zu- oder Durchfahrten bzw. Aufstellflächen nach der Richtlinie über Flächen für die Feuerwehr [24] gemeint. Vielmehr soll die grundsätzliche Erreichbarkeit der betreffenden Gebäudeseiten über Zu- oder Durchgänge nach [24] sichergestellt werden, solange wirksame Löscharbeiten dadurch möglich sind.

Ob wirksame Löscharbeiten möglich sind hängt neben der Gebäudehöhe auch von der Erreichbarkeit der Fassade beispielsweise über Balkone oder eine Lochfassade ab. Bzgl. der technischen Spezifikationen einer Löscharbeit der Fassade wird auf den Beitrag „Herausforderungen beim Löschen (hölzerner) brennbarer Fassaden“ in diesem Tagungsband verwiesen.

Grundsätzlich gilt, dass die Notwendigkeit von Flächen für die Feuerwehr und die Möglichkeit wirksamer Löscharbeiten in enger Absprache mit der zuständigen Brandschutzdienststelle erfolgen muss.

4 Fazit und Ausblick

Die Vorgaben des Abschnitts 6 der MHolzBauRL [12] ermöglichen eine bauordnungsrechtlich geregelte Verwendung von Holzfassaden an Gebäuden der Gebäudeklasse 4 und 5 bis zur Hochhausgrenze.

Die Vorgaben der MHolzBauRL sind auf hinterlüftete Holzfassaden ausgerichtet und beschränken sich auf den Einsatz von Brandsperren aus Stahlblech. Die Notwendigkeit der Anforderungen lassen sich auf Basis der durchgeführten Untersuchungen erklären und begründen.

Die MHolzBauRL deckt sicherlich nicht jeden Anwendungsfall ab. Liefert den Planer:innen aber ein sicher und einfach anzuwendendes Regelwerk. Abweichungen hiervon sind im Einzelfall nachzuweisen und lassen sich mit entsprechender Expertise auch begründen.

So sind unter Berücksichtigung einer dauerhaften und funktionalen Befestigung auch Brandsperren aus mineralischen Baustoffen realisierbar oder bei der Planung von belüfteten Fassaden auf Grund des positiver ausfallenden Brandverhaltens Abweichungen von den Vorgaben denkbar.

Die entscheidenden Einflussfaktoren für die Planung von sicheren Holzfassaden sind:

- die Art des Lüftungsspalts hinter der Holzfassade
- die Art der Holzfassadenbekleidung und der Unterkonstruktion,
- die Tiefe des Hinterlüftungsspalts und
- die Baustoffklasse des Außenwandabschlusses hinter der Holzfassade.

Das ästhetische Erscheinungsbild einer Fassade spielt aus architektonischer Sicht eine entscheidende Rolle bei der Gebäudegestaltung. Weit auskragende Brandsperren stehen oft im Widerspruch zu architektonischen Ansprüchen. Großes Potential bietet hierbei die Entwicklung von nicht sichtbaren Brandsperren, die architektonische Ansprüche ermöglichen, ohne das Sicherheitsniveau zu senken. Insbesondere die konsequente Weiterentwicklung von versteckten und aktiv ausklappenden Brandsperren könnte in diesem Zusammenhang eine zukünftige Rolle spielen.

Literatur

- [1] United Nations Economic Commission for Europe; Green Building. <https://unece.org/forests/green-building>. Accessed 28 June 2021
- [2] Hildebrand J, Hagemann N, Thrän D (2017) The contribution of wood-based construction materials for leveraging a low carbon building sector in europe. *Sustainable Cities and Society* 34:405–418. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.06.013>
- [3] Moore-Bick M (2019) Grenfell Tower Inquiry: Phase 1 Report; Report of the public inquiry into the fire at Grenfell Tower on 14 JUNE 2017. Volume 4
- [4] Yeung J, Kwon J, Bae G (2020) Dozens hospitalized after fire engulfs 33-story apartment building in South Korea. CNN. <https://edition.cnn.com/2020/10/09/asia/ulsan-korea-building-fire-intl-hnk/index.html>. zuletzt aufgerufen 30. März 2021
- [5] DIN 68800-2:2012-02 Holzschutz - Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau
- [6] DIN 18516-1:2010-06 Außenwandbekleidungen, hinterlüftet - Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze
- [7] Mayer E, Künzel H (1984) Notwendige Hinterlüftung an Außenwandbekleidungen aus großformatigen Bauteilen. IBP-Mitteilung 11 (1984). Nr. 92. Fraunhofer-Institut für Bauphysik
- [8] Boström L, Skarin C, Dunny M, McNamee R (2016) Fire test of ventilated and un-ventilated wooden façades (SP Rapport)
- [9] Colwell S, Baker T (2013) Fire Performance of External Thermal Insulation for Walls of Multistorey Buildings. BRE Trust. 3rd edition 2013
- [10] Hietaniemi J, Hakkarainen T, Huhta J, Jumppanen U-M, Kouhia I, Vaari J, Weckman H (2003) Ontelotilojen paloturvallisuus. Ontelopalojen leviämisen katkaisemi-nen. Espoo: Tiedotteita
- [11] Fachkommission Bauaufsicht der Bauministerkonferenz (2021) Musterbauordnung (MBO); Fassung November 2002; zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 25.09.2020
- [12] Fachkommission Bauaufsicht der Bauministerkonferenz (2021) Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise (MHolzBauRL). Fassung Oktober 2020. Ausgabe 4, 21.06.2021.
- [13] Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (2021) Vollzugshinweise zur BayBO 2021; Gesetz zur Vereinfachung baurechtlicher Regelungen und zur Beschleunigung sowie Förderung des Wohnungsbaus. 24-4101-2-13; 21.07.2021.
- [14] Korhonen T, Hietaniemi J (2005) Fire Safety of Wooden Façades in Residential Suburb Multi-Storey Buildings. Espoo 2005. Technical Research Centre of Finland. VTT Working Papers 32

- [15] Dhima D, Gaillard JM (2017) Experimental study of the fire behaviour of wooden façades. Fire Sci Technol 2015:193–203. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0376-9_19
- [16] Teibinger M, Matzinger I, Schober P (2013) Experimental study of the fire performance of wooden façades. In: MATEC web of conferences volume 9; 1st international seminar for fire safety of façades, Paris. <https://doi.org/10.1051/matecconf/20130902004>
- [17] Bart B, Kotthoff I, Wiederkehr R, et al. (2019) Lignum-Dokumentation Brandschutz 7.1 Aussenwände - Konstruktion und Bekleidungen. Lignum, Holzwirtschaft Schweiz, Zürich
- [18] Regierungskonferenz für die Koordination des Feuerwesens (RKKF) (1999) Feuerwehr 2000 plus, Konzeption; Herlsau
- [19] ÖNORM B 2332:2015 Brandschutztechnische Ausführung von Fassaden aus Holz und Holzwerkstoffen in den Gebäudeklassen 4 und 5; Anforderungen und Ausführungsbeispiele
- [20] CSTB (2020) Bois construction et propagation du feu par les façades; Appréciation de laboratoire; 25/11/2020 – Version 3.0; CSTB & Institut Technologique FCBA
- [21] Engel T, Werther N (2020) Analyse der zulässigen Brandausbreitung über die Fassade. Bautechnik 97:558–565. <https://doi.org/10.1002/bate.202000007>
- [22] Engel T, Werther N (2020) Structural Means for Fire-Safe Wooden Facade Design. Fire Technology <https://doi.org/10.1007/s10694-021-01174-2>
- [23] White R H, Dietsch M A (2010) Fire Safety of Wood Constructions. Wood Handbook – Wood as an Engineering Material, Chapter 18, General Technical Report FPL-GTR-190 Madison WI
- [24] Richtlinien über Flächen für die Feuerwehr, Fassung Februar 2007



Engel, Thomas
M.Sc.

| | |
|-----------|---|
| 2006–2013 | Studium Bauingenieurwesen Technische Universität München |
| 2014–2017 | Projektleiter Brandschutzplanung und Fachbauleitung Brandschutz bei hhpberlin Ingenieure für den Brandschutz GmbH |
| seit 2015 | Kommandant einer Abteilung der Freiw. Feuerwehr München |
| seit 2017 | Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der Technische Universität München und Projektleiter des Verbundforschungsvorhabens TIMpuls |