

Thomas Scherer, Catherina Thiele und Dirk Lorenz

# Leitungsdurchführungen im Holzbau

## Abschottungen Holz-in-Holz

*Im Forschungsprojekt »LeitHolz« wurden die Grundlagen zur Durchführung von Leitungen durch Holzbauteile ermittelt. Der Schwerpunkt lag darauf, Schwachstellen und Versagensmechanismen von Leitungsabschottungen in Holzbauteilen kennenzulernen. Grundidee für das Forschungsprojekt war die Methode »Holz-in-Holz«. Bei dieser Methode erfolgt die Leitungsdurchführung in einem Holzmodul mit definierten Eigenschaften. Die Leitungsabschottung findet innerhalb des Holzmoduls statt.*



Abb. 1: Beispielmodule Ansicht Wandebene und Ansicht senkrecht zur Wandebene (jeweils links BSH, jeweils rechts OSB)

Der Holzbau erfährt seit einigen Jahren, vor allem aufgrund ökologischer Gesichtspunkte, eine Renaissance. Immer mehr und immer höhere Gebäude werden in Holzbauweise errichtet. Die Musterholzbaurichtlinie (M-HFHHolzR) [1] präzisiert die brandschutztechnischen Anforderungen an Gebäude in Holzbauweise. Eine Novelle der M-HFH-HolzR steht in naher Zukunft bevor. In risikoorientierten Brandschutzkonzepten wurde von den Anforderungen der M-HFHHolzR häufig abgewichen. Leitungsdurchführungen stellen nicht-definierte Konstruktionsdetails im Holzbau dar. Im Forschungsprojekt »LeitHolz« (gefördert durch die Forschungsinitiative Zukunft Bau) wurden die Grundlagen zur Durchführung von Leitungen durch Holzbauteile ermittelt. Der Schwerpunkt lag darauf, Schwachstellen und Versagensmechanismen von Leitungsabschottungen in Holzbauteilen kennenzulernen. Grundidee für das Forschungsprojekt war die Methode »Holz-in-Holz«. Bei dieser Methode erfolgt die Leitungsdurchführung in einem Holzmodul mit definierten Eigenschaften. Die Leitungsabschottung findet innerhalb des Holzmoduls statt. Es wurden Klein- und Großbrandversuche durchgeführt, um die Anwendbarkeit der Methode zu bestätigen. Die Versuchsergebnisse fielen positiv aus. Um die Methode praxistauglich

werden zu lassen, müssen noch weitere Untersuchungen durchgeführt werden, beispielsweise in Bezug auf die entstehende Anschlussfuge zwischen Modul und Holzkonstruktion. Abschottungssysteme sollen in Zukunft in Holzmodulen geprüft und zugelassen werden können, sodass die Abschottungssysteme in beliebige Holzkonstruktionen eingesetzt werden können. Das Forschungsprojekt wurde durch die Forschungsinitiative Zukunft Bau gefördert, sowie durch die Firma Hilti und das Architekturbüro Birk Heilmeyer und Frenzel Architekten unterstützt.

### Einführung

Die Musterbauordnung (MBO) [2] bildet in Deutschland die Grundlage zur Erstellung der Landesbauordnungen der Bundesländer. Zwischen diesen kann es allerdings deutliche inhaltliche Unterschiede geben. Zu nennen ist in Bezug auf den Brandschutz im Holzbau § 26 MBO, der eine nichtbrennbare Bekleidung und nichtbrennbare Dämmstoffe für Holzbauteile, die hochfeuerhemmend sein müssen, vorschreibt. Abweichend ist § 26 (3) der Landesbauordnung Baden-Württemberg vorzubringen, der brennbare Baustoffe auch bei hochfeuerhemmenden und feuerbestän-

digen Bauteilen unter bestimmten Bedingungen zulässt. Der Holzbau bietet, aufgrund der hohen Vorfertigbarkeit und daraus resultierenden kurzen Bauzeiten, nicht nur aus ökologischer, sondern auch aus ökonomischer Sicht, Vorteile. Die Vorteile des Holzbaus werden allerdings – in Ermangelung einer für den Holzbau angepassten Lösung – durch konstruktiv aufwendige Details während der Planungsphase und während des Bauprozesses relativiert. Eines dieser Details stellen Leitungsabschottungen dar, mit denen sich das Forschungsprojekt »LeitHolz« [3] befasste.

Grundsätzlich dürfen nach § 40 MBO Leitungen nur durch Bauteile mit Anforderungen an den Feuerwiderstand hindurchgeführt werden, wenn eine Ausbreitung von Feuer und Rauch ausreichend lang nicht zu befürchten ist, oder Vorkehrungen getroffen werden. Präzisiert werden diese Anforderungen in der Muster-Leitungsanlagenrichtlinie (MLAR) [4]. Die MLAR bezieht sich allerdings nicht speziell auf Durchdringungen von Holzbauteilen. Klassifizierte Abschottungssysteme, die in Holzbauteilen angewendet werden können, sind auf dem Markt noch kaum erhältlich. Die aktuell gängige Lösung zur Abschottung von Leitungen in Holzbauteilen stellt eine gewerkübergreifende Lösung dar. Dies führt zu Störungen im Bauablauf. An der Stelle der Leitungsdurchführung wird im Holzbauteil eine Öffnung mit klassifizierter Öffnungsleibung nach Musterholzbaurichtlinie (M-HFH HolzR) [1] hergestellt. Die Öffnung wird mit einem massiven Betonbauteil verschlossen. Die Leitungen werden durch das Betonbauteil hindurchgeführt und mit Abschottungssystemen, die für den Massivbau zugelassen sind, abgeschottet. Die Anwendung der klassifizierten Abschottungssysteme innerhalb des Betonbauteils in der klassifizierten Öffnungsleibung kann laut [5] als eine nicht-wesentliche Abweichung vom Anwendbarkeitsnachweis gewertet werden. Tatsächlich geprüft ist diese Herangehensweise jedoch nicht. Die Prüfnorm DIN EN 1366-3 [6], die in Verbindung mit DIN EN 1363-1 [7] für die Prüfung von Abschottungssystemen relevant ist, sieht in der aktuell gültigen Fassung keine Normtragkonstruktion in Holzbauteile zur Prüfung von Abschottungssystemen vor.

### Ziele des Forschungsprojekts »LeitHolz«

Ziel des Forschungsprojekts »Leitungsdurchführungen im Holzbau – LeitHolz« war es zunächst, die Grundlagen zur Abschottung von Leitungen durch brandschutztechnisch separierende Bauteile in Holzbauteile zu ermitteln. Darauf aufbauend wurden erste Handlungsempfehlungen für Prüfinstitute sowie Anwender und Hersteller von Abschottungssystemen erarbeitet. Diese geben Hinweise, wie Leitungsdurchführungen in einem standardisierten Holz-Leitungsdurchführungs-Modul geprüft und angewendet werden können.

### Warum »Holz-in-Holz«

Bei der Methode »Holz-in-Holz« sollen standardisierte Holzmodule mit definierten Eigenschaften an der Stelle der Leitungsdurchführung in die Holzkonstruktion eingesetzt werden.

Bei der aktuellen Vorgehensweise wird der Werkstoff Holz im Bereich der Durchführung durch Beton substituiert. Durch den Gewerkwechsel ergibt sich eine zusätzliche

Schnittstelle, die mit Koordinationsaufwand verbunden ist oder der Holzverarbeitende Betrieb muss mit dem fremden Material Beton arbeiten. Erfolgt die Leitungsabschottung im standardisierten Holzmodul, kann der Durchführungsbereich von Zimmereien selbst hergestellt und im Werk produziert werden. Der zusätzlich notwendige Koordinationsaufwand und die Trocknungszeit entfallen. Die Vorteile des Holzbaus kommen zum Tragen. Zu nennen sind Vorfertigbarkeit, schnelle und einfache Bearbeitbarkeit und Anpassungsmöglichkeit. Im Vergleich zur Lösung mit Beton, kann von einem Zeitgewinn und einer Kostensenkung ausgegangen werden.

Ein Beweggrund für das Bauen mit Holz ist es, mineralische Baustoffe durch den CO<sub>2</sub> speichernden Baustoff Holz zu ersetzen. An der Stelle der Leitungsdurchführung verläuft die Substitution aktuell entgegengesetzt. Beton tritt an die Stelle des Holzes. Durch die Methode »Holz-in-Holz« kann diese Substitution unterlassen werden.

In vielen öffentlichkeitswirksamen Holzbauprojekten (z. B. Holz 8, Kampa K8) wurde bereits auf die von der MBO geforderte Kapselung der hochfeuerhemmenden Bauteile verzichtet. Dies zeigt den Wunsch nach einer sichtbaren Holzoberfläche in Innenräumen. Der Bereich der Leitungsdurchführung stellt, besonders in diesem Fall, aktuell eine Störstelle dar. Es ist anzunehmen, dass zukünftig viele weitere Projekte im Holzbau ohne Kapselung der Bauteile errichtet werden. Durch die Verwendung von Holz, auch im Bereich der Leitungsdurchführungen, entsteht ein weicher Materialübergang. Der Gestaltungsspielraum von Architekten und Bauherren wird erweitert.

Insgesamt wird der Holzbau durch eine weitere konstruktive Lösung bereichert und somit bekräftigt. Durch eine weitere Verbreitung des Holzbaus kann mehr CO<sub>2</sub> eingespart werden. Zusammenfassend ergeben sich ökonomische, ökologische sowie optische Vorteile.

### Kleinbrandversuche

In Brandversuchen im Kleinbrandofen nach DIN 4102-8 [8] der Technischen Universität Kaiserslautern (TUK) wurden 16 Versuche mit Leitungsdurchführungen durchgeführt, die in zwei unterschiedliche Holzmodule eingebaut waren. Die Versuchsdurchführung erfolgte, soweit möglich, nach den Vorgaben der DIN EN 1366-3 [6] in Verbindung mit DIN EN 1363-1 [7]. Zum einen wurde ein Modul aus Brettschichtholz (BSH-Modul), zum anderen ein Schichtaufbau aus Grobspan (OSB)-Platten und Steinwolldämmung (OSB-Modul) verwendet. Jeweils ein BSH- und ein OSB-Modul sind in Abb. 1 dargestellt. Die Modulmaße betragen 440 mm x 440 mm x 160 mm (BSH) bzw. x 132 mm (OSB). Bei normalen Temperaturen wies das OSB-Modul einen ge-

**KERNAUSSAGEN**

- Der Holzbau wird durch fehlende konstruktive Detaillösungen gehemmt.
- Leitungsdurchführungen im Holzbau werden aktuell mit einer gewerkübergreifenden Lösung ausgeführt.
- Das Forschungsprojekt »LeitHolz« stellt einen gewerktreuen Lösungsvorschlag mit ökonomischen, ökologischen sowie optischen Vorzügen vor.

Tab. 1: Zuordnung Leitungsarten und Abschottungssysteme

| Abschottung                              | Brandschutzkabelmanschette | Rohrmanschette | Platten-Weichschott | Brandschutzbandage | Brandschutzrohrschale |
|--|----------------------------|----------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| Art der Leitung                          |                            |                |                     |                    |                       |
| Kabel (C1, C2, C3, E nach DIN EN 1366-3) | x                          |                | x                   |                    |                       |
| brennbares Rohr                          |                            | x              |                     |                    |                       |
| nichtbrennbares Rohr                     |                            |                |                     | x                  | x                     |

ringeren Wärmedurchgangskoeffizienten auf als das BSH-Modul. Die geprüften Aufbauten bei den Kleinbrandversuchen stellen eher herausfordernde Situationen dar. Dies ist dem Ziel zuträglich, mögliche Versagensmechanismen zu identifizieren. Zu betrachten ist v. a. der Anschlussbereich zwischen Abschottungssystem und Holzbauteil, da sich hier die größten Unterschiede zur normalen Einbausituation durch die Brennbarkeit des Materials ergeben.

### Versuchsaufbau

Die untersuchten Abschottungssysteme wurden grundlegend übereinstimmend mit den jeweiligen Anwendbarkeitsnachweisen in die Holzmodule eingebaut. Teils wurden, unter Absprache mit dem Hersteller, erschwerte Bedingungen durch eine besondere Einbausituation herbeigeführt, um die Versagensmechanismen untersuchen zu können. Zu nennen sind beispielsweise größere als die zugelassenen Kabeldurchmesser im Kabelbündel oder eine nicht vollständige Verfüllung des Ringspalts beim Einbau der Rohrmanschetten. Angestrebt wurde jeweils eine Versuchsdauer von 120 Minuten. Es wurden je zwei identische Versuche in beiden Modularten durchgeführt. Die verwendeten Leitungsarten und die jeweiligen Abschottungen sind in Tab. 1 dargestellt. Die Brandschutzbandage und die Brandschutzrohrschale wurden gemeinsam in ein Modul eingebaut, da eine gegenseitige Beeinflussung auszuschließen war.

### Ergebnisse der Kleinbrandversuche

#### Holzmodule

Nach Durchführung der Kleinbrandversuche wurde beschlossen die OSB-Module nicht weiter zu untersuchen. Diese Entscheidung beruhte auf folgenden Fakten:

1. Die gemessenen Temperaturdifferenzen an den kritischen Messstellen waren bei den OSB-Modulen in allen Fällen höher als bei den BSH-Modulen.
2. Die gemessenen Oberflächentemperaturen auf der Holzoberfläche war, unabhängig von der Leitungsart und vom verwendeten Abschottungssystem, auf den BSH-Modulen deutlich niedriger, als auf den OSB-Modulen.
3. Es ergaben sich bei den BSH-Modulen größere Temperaturdifferenzen zwischen dem Bereich um die Leitungsdurchführungen im Vergleich zu Messstellen, die weiter entfernt von der Durchdringungsstelle lagen. Die Auswirkungen durch die Leitungsdurchführung wurde stärker auf den Durchdringungsbereich begrenzt.

#### Abschottungen

Die Untersuchungen an den Abschottungssystemen zeigten, dass diese grundsätzlich ihre Leistung auch in Holzbauteilen eingebaut erbringen können. Mit Ausnahme der Abschottungen für brennbare Rohre, konnte das Leistungskriterium

um Raumabschluss immer über die gesamte Versuchsdauer aufrechterhalten werden. Das Leistungskriterium Wärmedämmung soll an dieser Stelle nicht bewertet werden, da die Ergebnisse durch die erschwerten Einbaubedingungen beeinflusst wurden. Es wurde nach unterschiedlichen Versuchsdauern überschritten.

Auffällige Versuchsergebnisse lieferten die Brandschutzrohrmanschetten, die zur Abschottung brennbarer Rohre verwendet wurden. In drei von vier Fällen kam es bereits nach weniger als 50 Minuten Versuchsdauer zum Versagen des Raumabschlusskriteriums. Dies könnte auf die, vom Anwendbarkeitsnachweis abweichende, Ausführung des Ringspalts zurückzuführen sein. Weiterhin stellt die Beflammungssituation im Kleinbrandofen eine besonders kritische Prüfsituation dar. Die Beflammung der Probe bzw. des Penetranten erfolgt, aufgrund der Anordnung des Brenners, intensiv und direkt. In offiziellen Prüfungen tritt eine Beanspruchung in dieser Form nicht auf.

Das Versagen des Raumabschlusses bei einer Brandschutzkabelmanschette nach einer Versuchsdauer von 117 Minuten, ist nicht auf die Abschottung selbst zurückzuführen. Hier wurde zwar sehr massives Kabel verwendet, welches außerhalb des üblichen Zulassungsumfangs des Produkts liegt, ausschlaggebend war allerdings das Versagen des Anschlusses des Holzmoduls an den Prüfofen.

Die Ergebnisse der Kleinbrandversuche mit dem Weichschottsystem zeigten, dass die direkte Anwendung dieses Weichschottsystems in Holzmodulen nicht mit den brandschutztechnischen Schutzziele zu vereinbaren ist. Durch den Abbrand des umliegenden Holzes verliert das Weichschott an Stabilität. Starke Temperaturerhöhungen auf dem Weichschott selbst sowie auf den Leitungen sind die Folge. Zudem kommt es zu starkem Rauchaustritt. Aus genannten Gründen wurde entschieden, das Weichschott nicht weiter zu untersuchen. Aus anderen Quellen ([9], [10]) ist bekannt, dass Weichschotts, eingebaut in modifizierten Öffnungsleibungen, ihre Leistung auch in Holzbauteilen erbringen können.

### Großbrandversuche

In zwei Großbrandversuchen ([11], [12]), die im Kombi-Brandofen der TUK stattfanden, wurden unterschiedliche Wandkonstruktionen mit einer Größe von ca. 2,7 m x 3,2 m der Brandbeanspruchung nach Einheits-temperaturzeitkurve unterzogen. In die Wände waren BSH-Module mit Leitungsdurchführungen eingesetzt. Bei der ersten Wand handelte es sich um eine Holzrahmenkonstruktion, bei der zweiten um eine Brettspertholzkonstruktion. Die Holzrahmenkonstruktion, die nach DIN 4102-4 [13] für eine Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten dimensioniert war, hatte Ständer in der Abmessung 100 mm x 80 mm und beidseitig eine Beplankung aus je zwei 22 mm starken OSB-Platten. Als Dämmmaterial wurde Steinwolle verwendet. Die verwendete Brettspertholzkonstruktion der Firma Stora Enso, ist als unbeplanktes Deckenbauteil für eine Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten klassifiziert [14]. Der Aufbau bestand aus 5 Schichten in den Dicken 40 mm und 20 mm, sodass sich eine Gesamtdicke von 160 mm

Tab. 2: Zuordnung Abschottungssysteme [15] [16] zu Modulen

| Module                                    | Modul 1, 2 | Modul 3, 8 | Modul 4, 7 | Modul 5, 6 |
|---|------------|------------|------------|------------|
| <b>Abschottungssystem</b>                 |            |            |            |            |
| Brandschutzrohrschale (Conlit 150 U)      | x          | x          |            |            |
| Brandschutzbandage (Hilti CFS-B)          | x          | x          |            |            |
| Brandschutzkabelmanschette (Hilti CFS-CC) |            | x          | x          |            |
| Rohrmanschette (Hilti CP 644)             |            | x          |            | x          |

ergab. Es wurden jeweils acht Module in dafür vorgesehene Öffnungen in die Wände eingesetzt.

**Versuchsaufbau**

Tab. 2 zeigt, welche Abschottungssysteme in die einzelnen Module eingebaut wurden. Ein Versuchsaufbau ist in Abb. 2 dargestellt.

Es wurden jeweils zwei identisch belegte Module in die Wandkonstruktionen eingebaut. Ein Modul befand sich dabei in der oberen Reihe, das andere in der unteren (vgl. Abb. 2). Die Ringspaltbreite bei den brennbaren Rohren mit Rohrmanschetten wurde im Vergleich zu den Vorversuchen angepasst, sodass eine größere Verfülltiefe des Ringspalts gewährleistet war. Es erfolgte jedoch keine Verfüllung über die volle Bauteiltiefe. Die Kabelkonfiguration der Kabelmanschette wurde abgeändert, sodass diese dem Anwendbarkeitsnachweis entsprach. Bei der Brandschutzbandage und der Brandschutzrohrschale wurde entschieden, keine Änderung am Versuchsaufbau vorzunehmen.

Die Module wurden beidseitig an vier Stellen mit der Holzkonstruktion verschraubt. Die 0,75 cm breite umlaufende Fuge wurde beidseitig 5 cm tief mit einer intumeszierenden Brandschutzfüllmasse verschlossen sowie dazwischen mit Mineralwolle verstopft. Der fertige Versuchsaufbau ist in Abb. 3 dargestellt. Auch bei den Großbrandversuchen dienten die Vorgaben aus DINEN 1366-3 in Verbindung mit DINEN 1363-1 als Grundlage zur Versuchsdurchführung.

**Ergebnisse der Großbrandversuche**

**Leistungskriterien**

Beim ersten Brandversuch traten Druckschwankungen in einer solchen Stärke auf, dass sie als Abweichung von den Prüfbedingungen nach DINEN 1366-3 zu werten sind. Mit Ausnahme der Rohrmanschetten und den verschiedenartigen Abschottungen zweier Kupferrohre im selben Modul konnten, trotz der resultierenden kritischeren Brandbeanspruchung in diesem Versuch, alle Abschottungssysteme die Leistungskriterien aufrechterhalten. Der Raumabschluss bei den Rohrmanschetten versagte aufgrund der starken Druck-

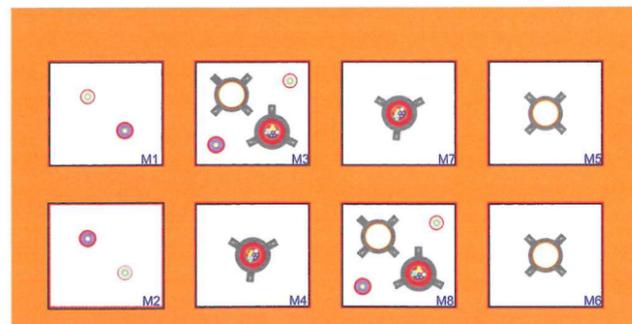


Abb. 2: Positionen der Holzmodule mit Abschottungen im Wandaufbau

schwankungen innerhalb von 30 Minuten. Nach ca. 50 Minuten Beflammung brachen beide Kupferrohre im Modul 8 ab, worauf es zur Überschreitung der maximal zugelassenen Temperaturerhöhung kam. Das Abbrechen der Kupferrohre ist auf die Durchbiegung der Abstützvorrichtung auf der Ofeninnenseite zurückzuführen. Positiv hervorzuheben sind die vier Brandschutzkabelmanschetten, die ihre Leistung, trotz der kritischeren Versuchsbedingungen, über die volle Versuchsdauer erbracht haben. Auch die Brandschutzrohrschalen und Brandschutzbandagen erbrachten ihre Leistung durchgehend. Das Abbrechen und die damit verbundene Erhitzung der beiden Rohre ist nicht auf die Abschottungen, sondern auf die Tragkonstruktion zurückzuführen.

Beim zweiten Großbrandversuch (Brettsperrholzwand) kam es lediglich bei zwei Rohrmanschetten nach einer Versuchsdauer von ca. 60 Minuten zum Versagen des Raumabschlusses. Das Versagen der zweiten Manschette wurde dabei durch das Versagen der ersten Manschette und das Stopfen dieser ausgelöst. Auch in diesen Fällen könnte die Ausführung der Ringspaltverfüllung, ähnlich wie bei den Kleinbrandversuchen, der Versagensgrund sein. Dies lässt sich allerdings aufgrund der wenigen vergleichbaren Ergebnisse nicht abschließend klären. Durchgeführte offizielle Prüfungen des Projektpartners Hilti sind in ähnlichen Aufbauten erfolgreich verlaufen. Außer in den genannten Fällen wurden alle Leistungskriterien bis zum Versuchsende nach 120 Minuten aufrechterhalten. In diesem Versuch konnte daher für die Brandschutzkabelmanschetten die durchweg positive Erfahrung aus dem ersten Brandversuch bestätigt werden. Die betrachteten Leistungskriterien blieben in diesem Versuch bei allen Brandschutzbandagen und Brandschutzrohrschalen erhalten. Somit konnte belegt werden, dass der Grund für die Überschreitung der kritischen Temperatur beim ersten Versuch das Abbrechen der Kupferrohre im betreffenden Modul war. Durch Thermografieaufnahmen während der Brandversuche konnten bzgl. der Temperaturerhöhung kritische Stellen sichtbar gemacht werden (siehe beispielsweise Abb. 4).

**Abbrand im Durchführungsbereich**

Ein Holzmodul wurde nach dem Brandversuch mittig durch die Bohrung hindurch geteilt, sodass der Abbrand im Querschnitt der Bohrungen sichtbar wurde (siehe Abb. 5). Dieser Vorgang wurde für andere Module mit anderen Leitungen und Abschottungssystemen wiederholt. Die entstandenen »Abbrandtrichter« wurden vermessen und in Graphen dar-

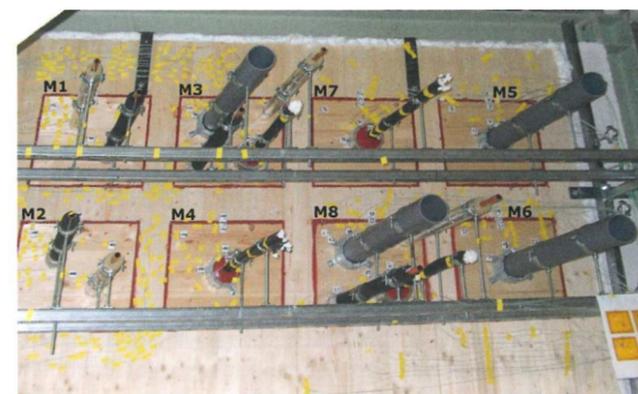


Abb. 3: Fertiger Versuchsaufbau

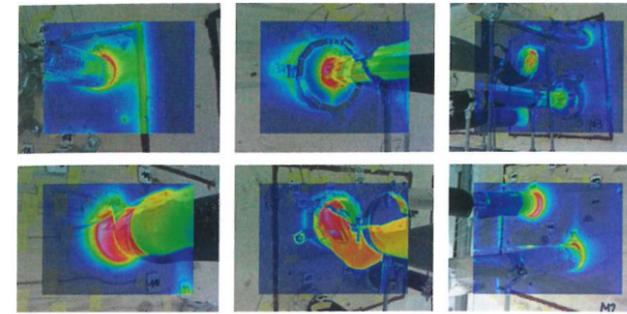


Abb. 4: Thermografische Aufnahme der Wärmeverteilung im Bereich der Leitungsdurchführungen bei verschiedenen Abschottungssystemen in Brett-schichtholzbauteilen im Großbrandversuch [3]

gestellt. Die Ergebnisse der jeweils durchgeführten Messungen sind in Abb. 6 zu sehen. Die Abszissenachse stellt die Bohrkante (Ringspalt) dar, die Ordinatenachse die Abbrandebene. Abb. 5 kann zur besseren Verständlichkeit herangezogen werden. Der schwarz dargestellte Verkohlungsbereich war unabhängig vom betrachteten Abschottungssystem verkohlt. Gleiches gilt für den Bereich unverbrannten Restholzes. Die Verkohlung im grauen Bereich variiert je nach betrachtetem Abschottungssystem. Am Diagramm ist abzulesen, dass bereits in ca. 25 mm Entfernung zur Bohrkante der Abbrand lediglich um ca. 10 mm weiter fortgeschritten ist, als der auf der Moduloberfläche im Bereich ohne Durchführungen. Da bei den untersuchten Modulen die Oberflächentemperaturen als unkritisch beurteilt werden können und eine ausreichend dicke Schicht unverbrannten Restholzes verbleibt, kann im ersten Schritt ein Abstand von 50 mm (in Anlehnung an MLAR) zwischen den einzelnen Bohrungen für die Leitungsdurchführung empfohlen werden. Die Abstände zwischen Leitungsdurchführungen sollen in weiteren Versuchen genauer untersucht werden.

**Anschluss der Holzmodule**

Die Schrauben zur Befestigung von Abschottungssystemen, deren Länge nach dem voraussichtlichen Abbrand des Holzes gewählt wurde, konnten ihre Leistung über die volle

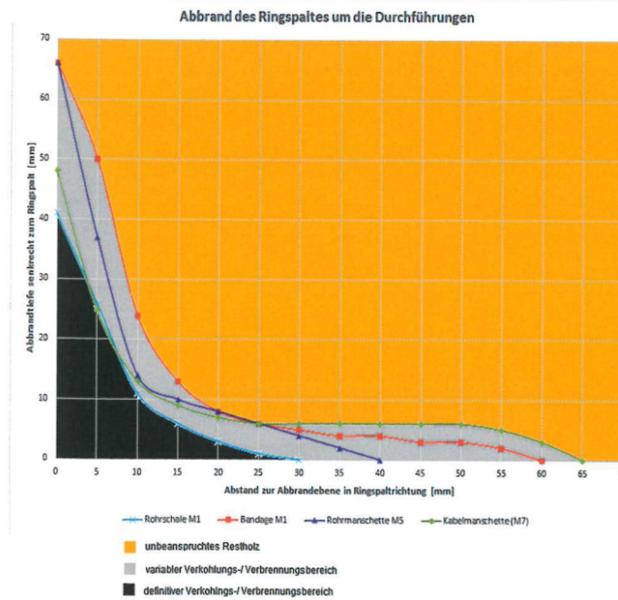


Abb. 6: Abbrand unterschiedlicher Abschottungen im Durchführungsbereich [3]

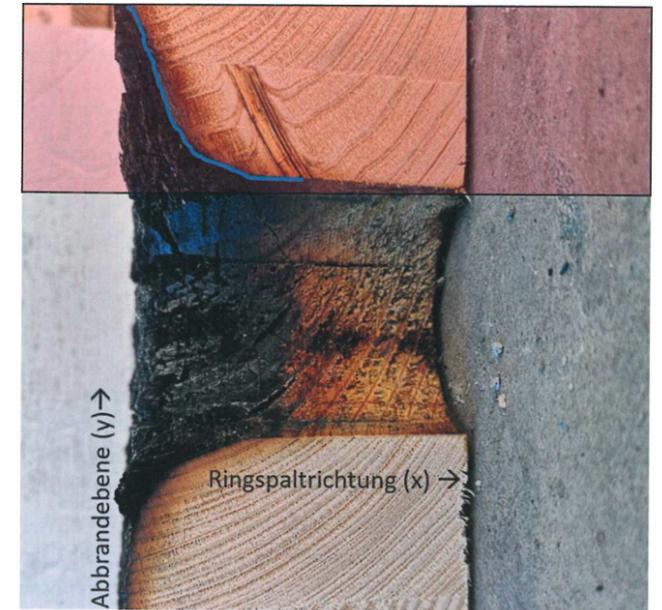


Abb. 5: Abbrandtrichter der Rohrschale im Modul M1 nach dem Brandversuch

Versuchsdauer erbringen. Der Anschluss der Module an die Wandkonstruktion in der beschriebenen Ausführung kann als sicher beurteilt werden. Um eine praxistaugliche Ausführbarkeit zu erreichen, ist die Ausbildung der Fuge weiter zu untersuchen.

**Ausführungshinweise zur Anwendung der Methode »Holz-in-Holz«**

Die Ergebnisse des vorliegenden Forschungsvorhabens haben gezeigt, dass die Führung der Leitungen durch Holzmodule mit diversen Abschottungssystemen möglich ist. Die Holzmodule sollen an der Stelle der vorgesehenen Leitungsdurchführung in das Holzbauteil eingesetzt werden und müssen definierte Eigenschaften aufweisen. Dabei soll/sollen

- das Modul eine Mindestdicke je nach geforderter Feuerwiderstandsdauer aufweisen,
- Mindestabstände von 50 mm zwischen den einzelnen Bohrungen für die Leitungsdurchführungen in Anlehnung an die MLAR eingehalten werden,
- Mindest- und Höchstmaße für Ringspalte beachtet werden, wobei das Mindestmaß so festgelegt werden soll, dass eine ausreichend tiefe Ringspaltverfüllung garantiert werden kann; genaue Maße sollen in weiteren Untersuchungen ermittelt werden,
- Befestigungsmittel die mindestens notwendige Verankerungstiefe (> voraussichtlicher Abbrand) erreichen,
- die Eignung der Abschottungssysteme für die jeweiligen Feuerwiderstandsdauern in den Standardmodulen durch Feuerwiderstandsprüfungen nachgewiesen werden,
- auf Standardlösungen für die Ausbildung der Fugen zwischen Modul und Holzbauteil zurückgegriffen werden können. Eine mögliche Lösung wurde im Forschungsprojekt bereits erprobt. Weitere Anschlussmöglichkeiten sollen in einem Folgeprojekt untersucht werden.

Auf die einzelnen genannten Punkte wird im Schlussbericht [3] zum Forschungsprojekt »LeitHolz« detailliert eingegangen.

## Hinweise zur Prüfung von Leitungsabschottungen in Holzbauweise

Zur Prüfung von Abschottungssystemen in Holzbauteilen bzw. in Holzmodulen können die Prüfbedingungen nach DIN EN 1366-3 in Verbindung mit DIN EN 1363-1 herangezogen werden. Die Leistungskriterien zur Prüfung der Bauarten sind auch zur Beurteilung des Erreichens der Schutzziele bei der Anwendung in Holzbauteilen angemessen. In die DIN EN 1366-3 sollte eine Möglichkeit aufgenommen werden, die die Prüfung von Leitungsabschottungen in Holzmodulen innerhalb der für die erforderliche Feuerwiderstandsdauer geprüften Holzwandkonstruktionen zulässt.

## Hinweis

Der Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben steht zur Verfügung unter: <https://www.baufachinformation.de/leitungsdurchfuehrungen-im-holzbau/fb/252652>

## Literatur

- [1] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise (M-HFHolzR). Fassung Juli 2004
- [2] Musterbauordnung (MBO), Fassung November 2002, zuletzt geändert 22.02.2019
- [3] Scherer, T.; Thiele, C.; Lorenz, D.; Simon, S.; Birk, S.: Schlussbericht LeitHolz: Leitungsdurchführungen im Holzbau. Kaiserslautern: Technische Universität, 2019
- [4] Deutsches Institut für Bautechnik (Hrsg.): Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen. Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR). Fassung Februar 2016
- [5] Lippe, M.; Czepuk, K.; Möller, F.; Reintsema, J.: Kommentar zur Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR): Anwendungsempfehlungen und Praxisbeispiele zu MLAR, MSysBör und EltBauVO. Winnenden: Heizungs-Journal Verlags-GmbH, 2018
- [6] DIN EN 1366-3:2009-07. Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen - Teil 3: Abschottungen. Deutsche Fassung EN 1366-3:2009
- [7] DIN EN 1363-1:2012-10. Feuerwiderstandsprüfungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Deutsche Fassung EN 1363-1:2012
- [8] DIN 4102-8:2003-10. Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 8: Kleinprüfstand
- [9] Östman, B.; Mikkola, E.; Stein, R.; Frangi, A.; König, J.; Dhima, D.; Hakkarainen, T.; Bregulla, J.: Fire Safety in Timber Buildings. Technical Guideline for Europe. Stockholm: SP Technical Research Institute of Sweden, 2010
- [10] Teibinger, M.; Matzinger, I.: Brandabschottung im Holzbau - Planungsbroschüre. Wien: Holzforschung Austria, 2013
- [11] Scherer, T.; Thiele, C.: Versuchsbericht B1\_Holzrahmenwand. Kaiserslautern: Technische Universität Kaiserslautern, 2019
- [12] Scherer, T.; Thiele, C.: Versuchsbericht B2\_Brettsperrholzwand. Kaiserslautern: Technische Universität Kaiserslautern, 2019
- [13] DIN 4102-4:1994-03. Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe – Teil 4: Bauteile und Sonderbauteile
- [14] Österreichisches Institut für Bautechnik: ETA-14/0349 vom 06.04.2020. CLT- Cross Laminated Timber. [Online]. [https://www.storaenso.com/-/media/documents/download-center/certificates/wood-products-approvals-and-certificates/eta/clt\\_eta-14-0349\\_de.pdf](https://www.storaenso.com/-/media/documents/download-center/certificates/wood-products-approvals-and-certificates/eta/clt_eta-14-0349_de.pdf) [Stand 11.08.2020]
- [15] Hilti Deutschland AG (Hrsg.): Holz wächst in neue Höhen - Wir liefern passende Brandschutzlösungen. URL: <https://e-innovation.hilti.de-web.biz/product/holzbau-und-holzbrandschutz/> [Stand: 13.09.2019]
- [16] Rockwool GmbH & Co. KG (Hrsg.): Conlit 150 U. URL: <https://www.rockwool.de/produkte/conlit-150-u/> [Stand: 22.01.2020]

## DIE AUTOREN



Thomas Scherer, M.Sc.  
thomas.scherer@bauing.uni-kl.de

Wissenschaftlicher Mitarbeiter in den Fachgebieten Baulicher Brandschutz sowie Massivbau und Baukonstruktion der TUK

Technische Universität Kaiserslautern  
Fachbereich Bauingenieurwesen  
Fachgebiet Baulicher Brandschutz  
Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion  
Gottlieb-Daimler-Straße  
67663 Kaiserslautern



apl. Prof. Dr.-Ing. Catherina Thiele  
catherina.thiele@bauing.uni-kl.de

Erweiterte Fachgebietsleitung Massivbau und Baukonstruktion sowie Leitung der Arbeitsgruppe Befestigungstechnik und Verantwortliche für das Labor für Konstruktiven Ingenieurbau der TUK



Prof. Dr.-Ing. Dirk Lorenz  
lorenz@ibc-ing.de

Geschäftsführender Gesellschafter der IBC Ingenieurbau-Consult GmbH und Sachverständiger für baulichen Brandschutz