

Catherina Thiele, Dirk Lorenz, Thomas Scherer  
Stephan Birk, Sebastian Simon

# **Leitungsdurchführungen im Holzbau**

## **Abschlussbericht LeitHolz**

F 3159

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2019

ISBN 978-3-7388-0411-9

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

[www.irb.fraunhofer.de/tauforschung](http://www.irb.fraunhofer.de/tauforschung)

## Schlussbericht LeitHolz

Project: 9215549\_B  
Leitungsdurchführungen im Holzbau

Client: Gefördert von:   
Unterstützt durch:   
Forschungspartner: Birk Heilmeyer und Frenzel Architekten

Contact: Thomas Scherer, M.Sc.  
[www.massivbau-kl.de](http://www.massivbau-kl.de)

Date: 07/05/2019



Dr.-Ing. Catherina Thiele



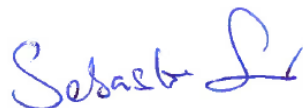
Prof. Dr.-Ing. Dirk Lorenz



Thomas Scherer M.Sc.



Prof. Dipl.-Ing. Stephan  
Birk



Dr. Sebastian Simon

Dieser Bericht umfasst 118 Seiten.

Die gekürzte oder auszugsweise Wiedergabe oder Vervielfältigung dieses Berichts bedarf der Genehmigung des Fachgebiets Massivbau und Baukonstruktion der TU Kaiserslautern.

## Danksagung

Wir bedanken uns recht herzlich bei unserem Industriepartner der Hilti Entwicklungsgesellschaft mbH (vertreten durch [1, 2, 3]), die uns mit Wissen sowie Materialien unterstützt hat und freuen uns auf eine weiterhin gute Zusammenarbeit. Ein weiterer Dank geht an das Architekturbüro Birk Heilmeyer und Frenzel Architekten (vertreten durch [4]), welches uns bei der Grundlagenermittlung zum Thema Holzbau und bei der Auswahl praxisrelevanter Wandaufbauten tatkräftig unterstützt hat. Großer Dank geht auch an die Firma Stora Enso, die uns Probekörper für Brandversuche zur Verfügung gestellt hat. Ebenso wurden wir von den Müllerblaustein Holzbauwerken bei der Fertigung eines unserer Großbrandprobekörpers unterstützt. Auch wollen wir uns bei Firmen Deutsche Rockwool GmbH & Co. KG und der Armacell GmbH bedanken, die uns Materialien für unsere Versuche unentgeltlich zur Verfügung gestellt haben.

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Rauforschung gefördert.

(Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-17.06)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt bei den Autoren.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Anlass</b>	<b>15</b>
<b>2. Ziel des Vorhabens</b>	<b>16</b>
<b>3. Ablauf des Projekts</b>	<b>17</b>
<b>4. Grundlagen</b>	<b>17</b>
4.1 Brandschutzspezifische Regelungen in Deutschland .....	17
4.1.1 Musterbauordnung – MBO .....	17
4.1.2 Schutzziele nach MBO .....	18
4.1.3 Gebäudeklassen .....	18
4.1.4 Feuerwiderstand und Brandverhalten.....	19
4.1.5 Führung von Leitungen durch Bauteile .....	21
4.1.6 Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise – M-HFHolzR .....	22
4.1.7 Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie) – MLAR .....	24
4.1.8 Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen M -LüAR.....	25
4.2 Mehrgeschossiger Holzbau – International.....	26
4.3 Werkstoff Holz: Materialeigenschaften und Brandverhalten.....	28
4.3.1 Holz als Roh- und Baustoff.....	28
4.3.2 Aufbau des Werkstoffs Holz .....	29
4.3.3 Bauphysikalische Eigenschaften .....	30
4.3.4 Brandverhalten von Holz .....	30
4.4 Wand- und Deckenkonstruktionen aus Holz.....	35
4.4.1 Vertikale Holzbauelemente (Wand) .....	36
4.4.2 Horizontale Holzbauelemente (Decke) .....	39
4.5 Wirkungsweise von Brandschutzprodukten .....	42
4.6 Leitungsabschottungen .....	43
4.6.1 Brandschutzmanschetten .....	43

4.6.2	Brandschutzbandagen .....	44
4.6.3	Brandschutzrohrschalen.....	44
4.6.4	Brandschutzsteine und -stopfen .....	44
4.6.5	Weichschott .....	45
4.6.6	Brandschutzmörtel .....	46
4.6.7	Brandschutzschaum.....	46
4.6.8	Kabelbox .....	46
4.7	Ver- und Anwendbarkeit von Leitungsabschottungssystemen.....	47
4.8	Aktuelle Lösungen für die Leitungsdurchführung durch Holzbauteile mit brandschutztechnischen Anforderungen .....	47
4.9	Prüfung von Leitungsabschottungen .....	50
<b>5.</b>	<b>Vorversuchsreihe</b>	<b>52</b>
5.1	Versuchsprogramm.....	55
5.2	Prüfofen .....	59
5.3	Durchführung der Versuche .....	60
5.4	Ergebnisse der Vorversuche .....	61
5.4.1	Allgemeines .....	61
5.4.2	Darstellung der Ergebnisse .....	62
5.4.3	Interpretation der Versuchsergebnisse .....	63
5.4.3.1	Brandschutzkabelmanschette.....	63
5.4.3.2	Weichschott.....	64
5.4.3.3	Brandschutzrohrschale .....	64
5.4.3.4	Brandschutzbandage .....	64
5.4.3.5	Brandschutzmanschette .....	65
5.4.3.6	Oberflächentemperatur der Holzmodule.....	65
5.4.3.7	Innentemperaturen der Holzmodule .....	67
5.4.3.8	Verkohlung Modul-/ Wandfläche.....	69
5.4.3.9	Thermografie.....	70
5.4.4	Folgerungen für die Durchführung der Großbrandversuche .....	71
5.4.4.1	Brandschutzkabelmanschette.....	71

5.4.4.2	Weichschott.....	71
5.4.4.3	Brandschutzrohrschale .....	72
5.4.4.4	Brandschutzbandage .....	72
5.4.4.5	Brandschutzmanschette .....	72
5.4.4.6	Module .....	73
<b>6.</b>	<b>Großbrandversuche</b>	<b>73</b>
6.1	Versuchsprogramm.....	73
6.2	Wandaufbauten.....	75
6.2.1	Holzrahmenwand .....	75
6.2.2	Brettsperrholzwand .....	76
6.3	Aufbaudetails .....	78
6.3.1	Öffnungsleibung.....	78
6.3.2	Modulbelegung und Anordnung .....	79
6.3.3	Leitungsunterstützung.....	83
6.3.4	Fugenverschluss Öffnungsleibung .....	84
6.4	Prüfofen .....	85
6.5	Durchführung der Versuche .....	85
6.6	Ergebnisse der Großbrandversuche.....	85
6.6.1	Darstellung der Ergebnisse .....	86
6.6.2	Interpretation der Versuchsergebnisse .....	87
6.6.2.1	Brandschutzkabelmanschetten.....	88
6.6.2.2	Rohrmanschetten.....	88
6.6.2.3	Brandschutzbandagen .....	91
6.6.2.4	Brandschutzrohrschalen .....	92
6.6.2.5	Mobiles Thermoelement .....	93
6.6.2.6	Schrauben.....	94
6.6.2.7	Fugen .....	95
6.6.2.8	Temperaturen auf den Modulen.....	95
6.6.2.9	Dicke / Beständigkeit der Holzkohleschicht .....	95
6.6.2.10	Einbrand im Ringspaltbereich (Abstand zwischen Bohrungen).....	96

6.6.2.11	Thermografie.....	99
<b>7.</b>	<b>Analyse der Versuchsrandbedingungen</b>	<b>100</b>
7.1	Vorteile der Methode „Holz-in-Holz“ .....	100
7.1.1	Optische Vorteile.....	100
7.1.2	Ökonomische Vorteile .....	100
7.1.3	Ökologische Vorteile .....	101
7.2	Allgemeine Erkenntnisse für die Prüfungen von Abschottungssystemen in Holzbauteilen .....	101
7.2.1	Prüfbedingungen.....	101
7.2.2	Temperaturkriterium.....	102
7.2.3	Mindestmoduldicke .....	102
7.2.4	Abbrandverhalten von Leimholz .....	103
7.2.5	Anschluss der Module an die Holzkonstruktion .....	104
7.2.6	Kleinst- / größtmögliches Ringspaltmaß .....	104
7.2.7	Abstände zwischen Bohrungen und zwischen Leitungen .....	105
7.2.8	Schrauben / Befestigungen von Abschottungssystemen .....	105
7.2.9	Oberflächentemperaturen .....	106
7.2.10	Lokalisierung heißer Stellen mit Thermografiekamera, Validierung mit beweglichem TE.....	106
7.3	Beanspruchung der Proben in Abhängigkeit vom Prüfofen .....	106
7.4	Erkenntnisse im Hinblick auf die untersuchten Abschottungssysteme.....	107
7.4.1	Rohrmanschetten.....	107
7.4.2	Weichschotts.....	108
7.4.3	Brandschutzkabelmanschetten .....	108
7.4.4	Brandschutzrohrschalen.....	109
7.4.5	Brandschutzbandagen .....	109
<b>8.</b>	<b>Handlungsempfehlung</b>	<b>110</b>
8.1	Leitungsabschottung in Holzbauteilen .....	110
8.2	Prüfung von Leitungsabschottungen in Holzbauteilen .....	110



**9. Kritische Systembetrachtung**

**111**