

Martin Gräfe, Michael Merk, Norman Werther,  
Claudia Fülle, Nadine Leopold, Dietmar Sprinz,  
Matthias Busch, Markus Brunn

# **Erarbeitung weiterführender Konstruktionsregeln/-details für mehrgeschossige Gebäude in Holzbauweise der Gebäudeklasse 4**

**F 2923**

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- 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

2014

ISBN 978-3-8167-9353-3

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 zum Forschungsvorhaben**

# **Erarbeitung weiterführender Konstruktionsregeln/-details für mehrgeschossige Gebäude in Holzbauweise der Gebäudeklasse 4**

### **Forschungsstelle:**

Technische Universität München  
Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter  
Arcisstraße 21  
80333 München

### **Projektleitung:**

Dipl.-Ing. Michael Merk  
Dipl.-Ing. Norman Werther

### **Projektbearbeitung:**

Dipl.-Ing. Martin Gräfe

### **Projektmitarbeit:**

Dr.-Ing. Claudia Fülle  
Dipl.-Ing. (BA) Nadine Leopold  
Dipl.-Phys. Dietmar Sprinz  
Dipl.-Ing. Matthias Busch  
Dipl.-Ing. (FH) Markus Brunn (Dietrichs AG)

**Laufzeit:** Dezember 2012 bis Juli 2014

### **gefördert durch:**

Forschungsinitiative Zukunft Bau  
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung  
Deichmanns Aue 31-37  
52179 Bonn

Das Vorhaben wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

(Aktenzeichen: II 3-F20-11-1-114 / SWD-10.08.18.7-12.26)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzbeschreibung .....</b>	<b>I</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>III</b>
<b>Vorwort .....</b>	<b>V</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>11</b>
1.1 Zweck und Zielsetzung des Projektes .....	11
1.2 Abgrenzung des Forschungsvorhabens .....	12
1.3 Aufbau und Verwendbarkeit der Forschungsergebnisse .....	13
<b>2 Voruntersuchungen, Zusammenstellung der Anforderungen .....</b>	<b>19</b>
2.1 Baurechtliche Anforderungen an mehrgeschossige Gebäude in Holzbauweise .....	19
2.1.1 MBO 2002 .....	19
2.1.2 M-HFHolzR .....	20
2.1.3 Fassaden .....	22
2.1.3.1 Grundsätze .....	22
2.1.3.2 Fassaden aus Holz .....	22
2.1.4 Praxistypische Abweichungen von den deskriptiven Anforderungen .....	26
2.1.4.1 Verwendung von sichtbaren Holzoberflächen .....	27
2.1.4.2 Verwendung von bekleideten Massivholzbauweisen .....	29
2.1.4.3 Reduzierung der Kapselklasse .....	30
2.1.4.4 Anwendung von Holzbauweisen in Gebäudeklasse 5, Hochhäusern und Sonderbauten .....	31
2.2 Bauteile und Bauteilanschlüsse .....	32
2.2.1 Verwendbarkeitsnachweise für flächige Bauteile .....	32
2.2.2 Vorfertigung und Montage .....	33
2.2.3 Bauregelliste, Überwachung und Zertifizierung .....	33
2.2.4 Verwendbare Baustoffe .....	34
2.2.4.1 Brandschutzbekleidungen .....	34
2.2.4.2 Dämmstoffe .....	36
2.2.4.3 Holz und Holzwerkstoffe .....	37
2.2.5 Verwendbare Bauteilbauten .....	37
2.2.5.1 Grundsätze .....	37
2.2.5.2 Übersicht über die aktuellen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse .....	38
2.2.5.3 Praktisch übliche Ausführungsvarianten .....	42
2.2.5.4 REI 60-K <sub>2</sub> 60 Konstruktionen .....	42
2.2.5.5 Bauteile mit höheren Anforderungen .....	44
2.3 Haustechnische Installationen .....	45
2.3.1 Elektroinstallationen innerhalb flächiger Bauteile .....	45
2.3.2 Rohrleitungsinstallationen innerhalb flächiger Bauteile .....	46
2.3.3 Typische Installationslösungen in der Praxis .....	47
2.3.4 Durchdringungen .....	48
2.3.4.1 MPA Braunschweig .....	48
2.3.4.2 Fire in Timber .....	50
2.3.4.3 Holzforschung Austria .....	52
2.3.4.4 LIGNUM Dokumentationen, Schweiz .....	53
2.3.4.5 Sonstige Ausführungsempfehlungen .....	55

2.4	Wärme-, Feuchte- und Holzschutz .....	57
2.4.1	Wärmeschutz.....	57
2.4.2	Berechnung und Berücksichtigung von Wärmebrücken .....	58
2.4.3	Wärmebrückenminimiertes Konstruieren .....	59
2.4.4	Feuchteschutz, Holzschutz.....	60
2.5	Schallschutz.....	61
<b>3</b>	<b>Experimentelle und theoretische Untersuchungen.....</b>	<b>63</b>
3.1	Brandversuche.....	63
3.1.1	Einleitung und typische Fragestellungen aus der Praxis .....	63
3.1.2	Konzeption der Brandversuche .....	66
3.1.3	Übersicht über die untersuchten Konstruktionen .....	68
3.1.3.1	Materialien für die Versuchsaufbauten.....	68
3.1.3.2	Verwendete flächige Aufbauten .....	70
3.1.3.3	Wand/Deckenfugen.....	70
3.1.3.4	Elektroinstallation im Holzständerbau .....	71
3.1.3.5	Elektroinstallation im Holzmassivbau.....	72
3.1.3.6	Rohrinstallation im Ständerbau .....	72
3.1.3.7	Eckfugen an Leibungen .....	72
3.1.4	Aufbau des Prüfofens und Ablauf der Versuchsdurchführung .....	72
3.1.5	Versuch V1 .....	75
3.1.5.1	Aufbau .....	75
3.1.5.2	Versuchsablauf.....	77
3.1.5.3	Ergebnisse .....	78
3.1.5.4	Bewertung .....	79
3.1.6	Versuch V2a .....	79
3.1.6.1	Aufbau .....	79
3.1.6.2	Versuchsablauf.....	82
3.1.6.3	Ergebnisse .....	82
3.1.6.4	Bewertung .....	83
3.1.7	Versuch V3 .....	84
3.1.7.1	Aufbau .....	84
3.1.7.2	Versuchsablauf.....	86
3.1.7.3	Ergebnisse .....	87
3.1.7.4	Bewertung .....	88
3.1.8	Versuch V4 .....	89
3.1.8.1	Aufbau .....	89
3.1.8.2	Versuchsablauf.....	92
3.1.8.3	Ergebnisse .....	94
3.1.8.4	Bewertung .....	96
3.2	Brandgefahren durch eingebaute Elektroinstallationen .....	97
3.2.1	Einleitung.....	97
3.2.2	Bauordnungsrechtliche Betrachtung .....	97
3.2.3	Aufgliederung der Brandrisiken infolge Elektroinstallationen .....	99
3.2.4	Technische Regelwerke .....	103
3.2.5	Zusammenfassung .....	103
3.3	Rechnerische Nachweise zum Wärme-, Feuchte- und Holzschutz .....	104
3.3.1	Wärme-, Feuchte- und Holzschutz der Außenwände .....	104
3.3.2	Wärmebrückenberechnung der Anschlussdetails.....	106
3.4	Untersuchungen zum Schallschutz.....	108

3.4.1	Vorgehensweise.....	108
3.4.2	Schalldämmwerte und schalltechnische Eignung von Bauteilen.....	108
3.4.2.1	Luftschalldämmung.....	108
3.4.2.2	Trittschalldämmung.....	109
3.4.3	Messtechnisch untersuchte Bauteile.....	110
3.4.3.1	Aufbau der Prüfkörper.....	110
3.4.3.2	Prüfstand, Prüfverfahren, Messgeräte.....	111
3.4.3.3	Messergebnisse.....	112
3.4.3.4	Einschätzung der schalltechnischen Eignung für den Wohnungsbau.....	113
3.4.4	Abschätzung der Luft- und Trittschalldämmung weiterer Bauteilaufbauten.....	114
3.4.5	Einfluss von Bauteilanschlüssen und anderen baulichen Details auf die Schalldämmung in Gebäuden.....	116
3.4.5.1	Allgemeine schalltechnische Hinweise.....	116
3.4.5.2	Bauteilanschlüsse.....	117
<b>4</b>	<b>Empfehlungen und Fazit der Untersuchungen.....</b>	<b>119</b>
4.1	Einleitung.....	119
4.2	Fugenausbildungen für Wand/Deckenfugen.....	119
4.3	Ausführungen von Eckfugen in Brandschutzbekleidungen.....	120
4.4	Einbau von Fenstern und Türen.....	121
4.5	Haustechnische Installationen.....	121
4.5.1	Allgemeines.....	121
4.5.2	Grundsätze zur Anordnung im Gebäude.....	123
4.5.2.1	Installationsschächte/vertikale Verteilung.....	123
4.5.2.2	Horizontale Verteilung.....	125
4.5.3	Grundsätze für Durchdringungen.....	125
4.5.3.1	Baurechtliche Verwendbarkeit.....	125
4.5.3.2	Durchdringung tragender, aber nicht raumabschließender Bauteile.....	126
4.5.3.3	Durchdringung tragender und raumabschließender Bauteile.....	127
4.5.4	Arten von Brandschutzabschottungen.....	127
4.5.4.1	Weichschotts.....	127
4.5.4.2	Hartschotts.....	128
4.5.4.3	Brandschutzklappen in raumlufttechnischen Anlagen.....	129
4.5.5	Empfehlungen für den Einbau von Abschottungen in hochfeuerhemmende Holzbauteile.....	129
4.5.6	Empfehlungen für den Einbau von haustechnischen Installationen in Holzständerbauelementen.....	130
4.5.6.1	Grundsätze.....	130
4.5.6.2	Besonderheiten für Elektroinstallation in Holzständerbauwänden und Holzbalkendecken.....	131
4.5.6.3	Sanitär/Rohrleitungsinstallation in Ständerbauwänden.....	134
4.5.7	Elektrische Installationen in Massivholzelementen.....	136
<b>5</b>	<b>Konstruktionskatalog.....</b>	<b>138</b>
5.1	Aufbau und Strukturierung.....	138
5.1.1	Einleitung.....	138
5.1.2	Struktur des Konstruktionskataloges.....	139
5.1.3	Dietrichs CAD/CAM.....	139
5.1.4	Legende für Bauteile und Konstruktionsdetails.....	140
5.2	Bauteildatenblätter.....	141

5.3	Konstruktionsdetails.....	158
5.3.1	Auswahl von Details .....	158
5.3.2	Elementstöße .....	159
5.3.3	Wand-Deckenknoten .....	160
5.3.4	Sockelpunkte .....	176
5.3.5	Fensteranschlüsse .....	182
5.3.6	Installationsabschottungen in Decken.....	188
5.3.7	Attikaanschlüsse und Wandecken .....	194
5.3.8	Anschlüsse an Bauteile geringerer Brandschutzklassifikation .....	200
5.3.9	Anschlüsse zu nichtbrennbaren Bauteilen .....	203
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>206</b>
<b>7</b>	<b>Verzeichnisse.....</b>	<b>208</b>
7.1	Literaturverzeichnis.....	208
7.2	Normen und Regelwerke .....	211
7.2.1	Baurecht, Brandschutz, Tragwerksplanung .....	211
7.2.2	Wärmeschutz, Holzschutz, Feuchteschutz .....	211
7.2.3	Schallschutz .....	212
7.3	Abkürzungsverzeichnis.....	214
<b>8</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>215</b>
8.1	Ablauf und Zuständigkeiten für die Brandschutzplanung eines Bauwerkes in Holzbauweise in GK 4.....	216
8.2	Temperaturmesswerte der Brandversuche.....	217
8.3	Wärmedurchgangskoeffizienten der Konstruktionsdetails.....	220
8.4	Messergebnisse und Fotos der Schall-Prüfstandmessungen von Wandbauteilen..	238