

Hans Drexler, Filipa Almeida, Marie Deilmann
Frederik Ehling, Anna Rehfinger, Philip von Rüdiger
Tobias Götz, Tobias Riehle, Tobias Brüggemann

Holz: Form- und kraftschlüssig

Entwicklung eines Voll-Holz-Bausystems mit
form- und kraftschlüssigen geometrischen
Verbindungen

F 3215

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

2020

ISBN 978-3-7388-0493-5

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

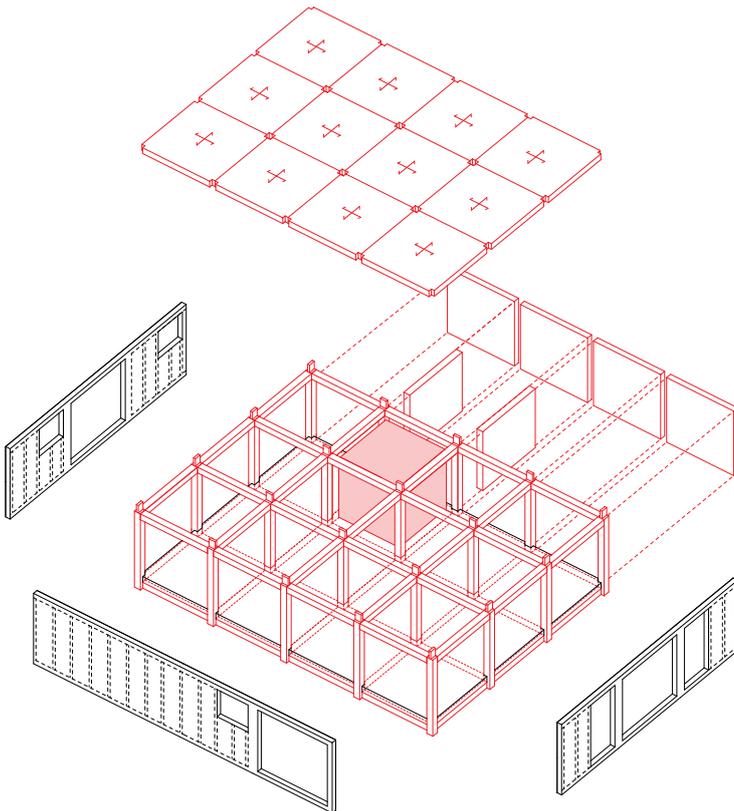
www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/bauforschung

 DGJ
Architektur

PIRMIN JUNG


BRÜGGEMANN
Holzbau



HOLZ: FORM- UND KRAFTSCHLÜSSIG

ENTWICKLUNG EINES VOLL-HOLZ-BAUSYSTEMS MIT FORM- UND KRAFTSCHLÜSSIGEN GEOMETRISCHEN VERBINDUNGEN

FORSCHUNGSPROJEKT
SWD-10.08.18.7-17.28

ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

IMPRESSUM

Forschungspartner

DGJ Architektur GmbH
Walter-Kolb-Strasse 22
D-60594 Frankfurt am Main



Dipl. Arch. ETH Hans Drexler M. Arch.,
Filipa Almeida, Marie Deilmann, Frederik Ehling,
Anna Rehfinger, Philip von Rüdiger

Pirmin Jung Deutschland GmbH
Entenweiherweg 12
D-53489 Sinzig

PIRMIN JUNG

Tobias Götz, Tobias Riehle

Brüggemann Holzbau GmbH & Co. KG
Am Wambach 17 – 19
D-48485 Neuenkirchen



Tobias Brüggemann



Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert (Az.: SWD-10.08.18.7-17.28). Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt beim Sachmittelempfänger.



ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

INHALT

1 ZUSAMMENFASSUNG / ABSTRACT	8
Ergebnis des Forschungsvorhabens	9
Press-fit timber buildings: developing a skeleton construction system	11
2 KONTEXT	14
Systematik von Bausystemen für den Wohnungsbau	15
Offene Systeme	15
Geschlossene Systeme	16
Baukasten-Systeme	16
Komponenten-Systeme	17
Begriffsdefinitionen - Tragwerke von Bausystemen für den Wohnungsbau	18
Stabförmige Systeme (1D) - Skelettbau	19
Flächige Systeme (2D) - Elementbauweise	20
Dreidimensionale Systeme (3D) - Raummodule	23
Geschichte - Vernakuläre und autochthone Bauweisen	24
Europäische Tradition des Holzbaus - Fachwerk und Blockbau	25
Asiatische Bauweisen (am Beispiel Japans)	27
Status Quo - Aktuelle Bausysteme für Wohnungsbau	30
3 SYSTEMENTWICKLUNG	42
Definition der Nutzung: Wohnen	43
Geometrische und gebäudekundliche Parameter	44
Geometrie // Orthogonalität	44
Gebäudehöhe, Geschosshöhe	44
Konstruktive Annahmen - Bausystem und Tragwerk	45
Materialität Holz - Ökologie und Nachhaltigkeit	45
Rahmenbedingungen Tragwerk	47
Tragsysteme	52
Ausrichtung von Decken und Unterzügen	54
Material	57
Rahmenbedingungen Brandschutz	60
Anforderungen Bundesländer	60
Anforderungen Gebäudeklassen	61

Globales und lokales Tragwerk: Beschreibung der Vorgehensweise	64
Horizontaler Lastabtrag	65
Vertikaler Lastabtrag	66
Globales Tragwerk:	
Gegenüberstellung von Holz-Skelettbau und Holz-Massivbau	67
Lokales Tragwerk	71
Toleranzen	73
Normative Vorgaben für den Holzbau	73
Betrachtung der einzelnen Anschlussstellen im Bausystem	75
Bilanz	81
Brandschutz und Tragwerk (Heißbemessung)	82
Versuche Testaufbau 1:1 - Untersuchung am Modellvorhaben und Demonstrator	85
Modellvorhaben / Praxistests	85
Bauteiltest und Demonstrationsbau (Demonstrator)	87
Versuche zum lokalen Tragwerk und Holz-Holz-Verbindungen	89
Ausbildung von Musterdetails	89
Arbeitsschritte und Prozessdauern für Abbund und Montage	94
Vergleich zur Ausführung mit Stahl-Verbindungsmitteln	95
Versuche zu Holznagelverbindungen	99
Gebäudekundliche Analyse / Flächeneffizienz des Bausystems	111
4 ANALYSE- UND PLANUNGSTOOL	124
Beschreibung Analyse- und Planungstool	125
Nutzer-Handbuch - Anleitung für das Analysetools	129
Eingabe der Grundparameter	130
Eingabelogik, Vereinfachungen und Einschränkungen	132
Erweiterte Eingabe	133
Ergebnisse	134
Querauswertung Effizienz und Flächenausnutzung	136

5 EXPLORATION	140
Fallstudie 1 - dgj219 Arrival City 4.0	143
Fallstudie 2 - dgj228 Mehrfamilienhaus	151
Fallstudie 3 - dgj223 Studierendenwohnheim	157
Fallstudie 4 - dgj236 Studierendenwohnhaus Weimar	163
Fallstudie 5 - dgj244 Greenhouse	169
6 AUSWERTUNG	174
Querauswertung Fallstudien	175
Vergleich - Effizienz der Tragwerke	175
Vergleich - Genauigkeit des Rechentools	176
Herausforderungen der Systementwicklung	179
7 VARIANTENVERGLEICH UND SYSTEMBEWERTUNG	182
Vergleich von Systemvarianten in unterschiedlichen Bauweisen	183
Definition der Systemvarianten	185
Kosten- und Massenvergleich der Systemvarianten	195
Vergleichende Ökobilanzierung der Systemvarianten	198
Methodik der Ökobilanzierung	198
Einzelbetrachtung der Indikatoren für die Systemvarianten	203
Ressourcen, Rückbaubarkeit und Rezyklierbarkeit	214
Ausgangslage: Stand von Forschung und Technik	214
Bewertung der Rezyklierbarkeit auf Material-Ebene	216
Bewertung nach DGNB	221
Methodik Bewertung nach DGNB	221
Ausblick: Betrachtung des Bausystems / Tragwerk und Ausbau	225
Konstruktive Umsetzung der Rezyklierbarkeit	226
8 ERGEBNISSE	228
Analyse von Stärken und Schwächen des Bausystems	229
Konstruktive Vor- und Nachteile	229
Ökologische Vor- und Nachteile	230
Ökonomische Vor- und Nachteile	232
Marktchancen	233
Bewertung des Entwicklungsstand // weiterer Forschungsbedarf	233