

Zukunft Bau

KURZBERICHT

Titel

Langfassung Titel: „Entwicklung eines Voll-Holz-Bausystems mit form- und kraftschlüssigen geometrischen Verbindungen“

Anlass/ Ausgangslage

Mit der Entwicklung eines reinen Holzbausystems, das sich auch für den mehrgeschossigen Wohnbau eignet, soll nachgewiesen werden, dass auch ohne den Verbund mit Beton oder Stahl leistungsfähige Konstruktionen errichtet werden können. Zudem werden sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile des Baustoffes Holz gegenüber anderen Bauweisen dargelegt.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Das Forschungsprojekt hat die Entwicklung eines Tragsystems für den mehrgeschossigen Wohnungsbau zum Ziel, das ohne den Einsatz von metallischen Verbindungsmitteln allein mit form- und kraftschlüssigen Verbindungen hergestellt werden kann.

In einer Konzept- und Entwicklungsphase wurden grundlegende Parameter für die Systementwicklung definiert. Allgemeine Anforderungen an den Holzbau und den Wohnungsbau bilden dabei einen ersten Rahmen für die Anwendung des Materials und des Systems. Insbesondere hinsichtlich des Brandschutzes bestimmen die Anforderungen derzeit technische und rechtliche Grenzen für den Einsatz von Holz in mehrgeschossigen Gebäuden. Somit werden im System zunächst nur Gebäude unterhalb der Hochhausgrenze betrachtet. Außerdem wird das System nicht zuletzt auch aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten auf orthogonale Geometrien beschränkt.

Grundlagen für die konstruktive Ausführung des Systems wurden einerseits aus der Betrachtung historischer Beispiele zimmermannstechnischer Fügungen und andererseits aus der Untersuchung gängiger Bauweisen und derzeit am Markt angebotener Holzbausysteme für den Wohnungsbau zusammengetragen. Daraus wurden technische Möglichkeiten für die Herstellung und Montage des Bausystems abgeleitet. Im Fokus stand dabei die Übertragung der Prinzipien des traditionellen Holzbaus auf die Umsetzung mit modernen Abbundtechnologien. Davon ausgehend wurden erste Ausführungsvarianten und Fügungsprinzipien entwickelt. Des Weiteren wurden Bemessungsmodelle erstellt, anhand derer weitere Systemgrenzen bezüglich Spannweiten und Dimensionierungen ermittelt werden konnten. Die Betrachtung des globalen Tragwerks (Bauteilebene) und des lokalen Tragwerks (Detailebene) fallen dabei gleichermaßen ins Gewicht und wurden entsprechend berücksichtigt.

In prototypischen Testaufbauten wurden Zwischenstände der Systementwicklung erprobt. Es wurden zwei Rastermodule als Demonstrationsbau errichtet. Neben dem Test der Fügungsprinzipien und der Montageabläufe konnte so zusätzlich die Eignung für die spätere Wohnnutzung vermittelt werden. Nach weiteren Entwicklungen maßgeblicher Knotendetails wurden diese als Musterstücke hergestellt, wobei verstärkt digitale Abbundtechnologien sowie innovative Holzverbindungsmittel eingesetzt wurden. Aus diesen Detailversuchen ließen sich auch erste Aussagen zu Zeit- und Montageaufwand treffen.

Die Betrachtung des globalen Tragwerks wurde durch die Entwicklung eines Bemessungstools vertieft, mit dessen Hilfe Bauteile der primären Holzkonstruktion dimensioniert und somit überschlägige Holzmengen für eine Gesamtkonstruktion ermittelt werden können. Das in Microsoft-Excel erstellte Tool ist primär als Planungshilfe für die Anwendung des Bausystems konzipiert, lässt sich aber auch als Analysewerkzeug für bestehende Gebäude einsetzen. Über die Eingabe weniger Gebäudeparameter kann die effizienteste Anwendung des Bausystems hinsichtlich Materialverbrauch, Flächenverbrauch- und Ausnutzung ermittelt werden. Als Fallstudien für die Anwendung des Bausystems wurden in einem nächsten Schritt fünf Projekte herangezogen und mit Hilfe des Planungstools analysiert. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Planungstiefe konnte einerseits die Genauigkeit des Planungstools überprüft und andererseits aufgezeigt werden, in welchen Anwendungsfällen eine hohe Materialeffizienz erreicht werden kann.

Um zusätzliche Erkenntnisse im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit der reinen Holzkonstruktion zu erhalten, muss das Zusammenwirken des Tragsystems mit der Ausbildung der Anschlussdetails betrachtet werden. Dazu wurden anhand des Modellvorhabens eines Mehrfamilienhauses in Frankfurt (dgj228) erneut Ausführungsvarianten des Bausystems aufgestellt, die konventionelle Bauweisen im Verbund mit Beton oder Stahl beinhalten. Diese wurden zunächst hinsichtlich des Materialaufwands und der Kosten verglichen. Darüber hinaus wurde auch eine vergleichende Ökobilanzierung der Varianten durchgeführt und somit die Vorteile des Holzbausystems bezüglich der Umweltfolgen herausgestellt.

Fazit

Das entwickelte Bausystem soll als gleichwertige Alternative zu konventionellen Bauweisen im mehrgeschossigen Wohnungsbau eingesetzt werden. Zum einen lassen sich in der Holzbauweise konstruktive Anforderungen an das Tragwerk und auch an den Brandschutz erfüllen. Darüber hinaus konnten die ökologischen Vorteile des Baustoffes Holz gegenüber Stahl und Beton nachgewiesen werden. Das Potenzial, den Energie- und Ressourcenverbrauch von Gebäuden primär durch die gewählte Tragstruktur reduzieren zu können, lässt sich somit bestätigen.

Das Bausystem kann in verschiedenen Varianten geplant werden: Als reiner Skelettbau, als Massiv-Holzbau oder als Hybrid-Konstruktion. Für das Bausystem wurden die wichtigsten Verbindungen nachgewiesen und beschrieben, so dass diese für andere Vorhaben eingesetzt werden können.

Das Ergebnis der Forschung ist, dass das entwickelte Bausystem mit der heutigen Fertigungstechnik problemlos umsetzbar ist. Die wirtschaftlichen Vorteile gegenüber konventionellen Holzkonstruktionen konnten sich nicht nachweisen lassen, allerdings ist das System mit nur geringen Mehrkosten durchaus wettbewerbsfähig und hat das Potential bei weiterer Optimierung wirtschaftlicher als der konventionelle Holzbau zu werden.

Eckdaten

Kurztitel: Holz: Form- und Kraftschlüssig

Forscher / Projektleitung:

DGJ Architektur GmbH: Hans Drexler

Pirmin Jung Deutschland GmbH: Tobias Götz

Brüggemann Holzbau GmbH & Co. KG: Tobias Brüggemann

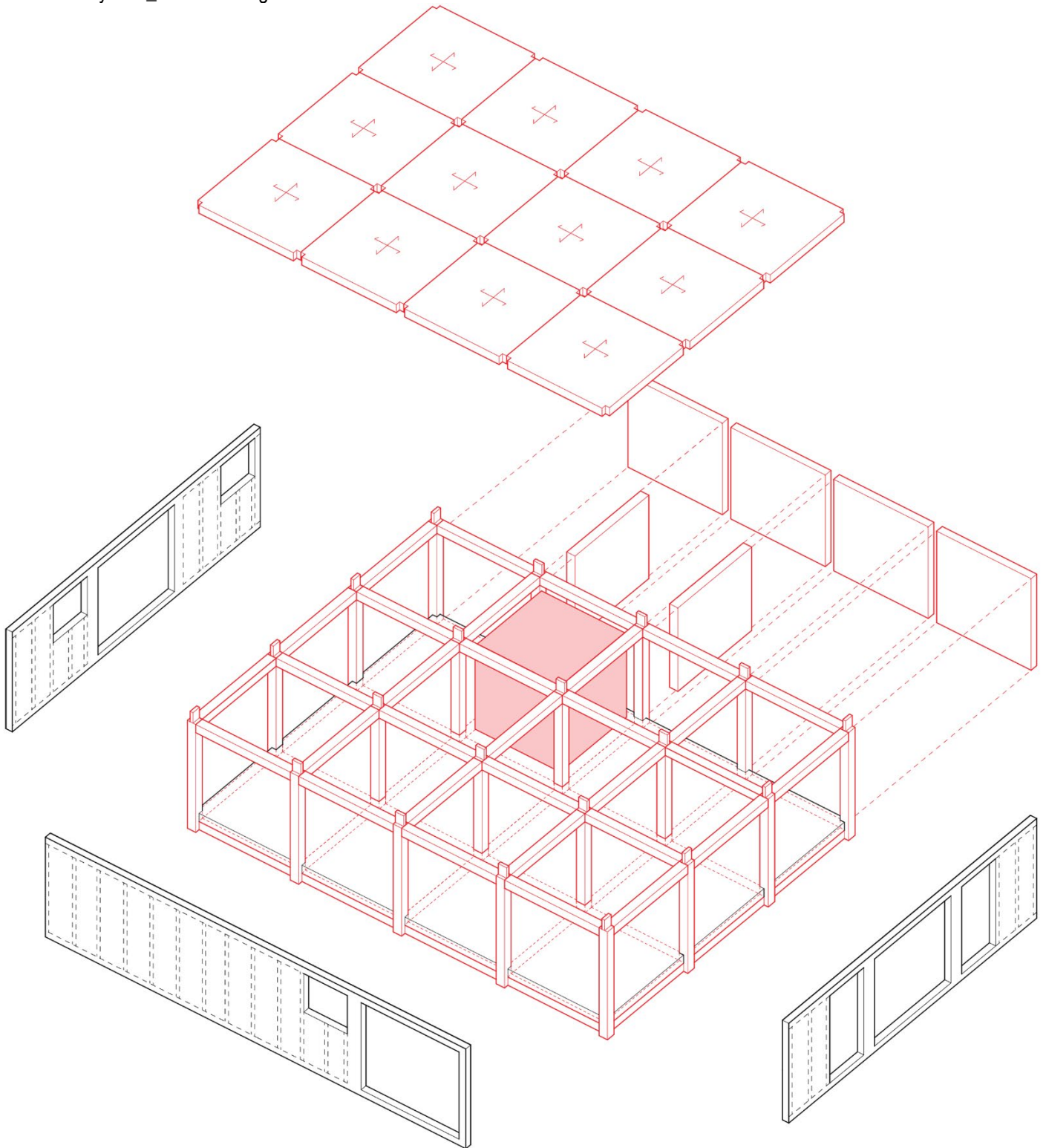
Gesamtkosten: 155.579,50 €

Anteil Bundeszuschuss: 103.445,15 €

Projektlaufzeit: 18 Monate

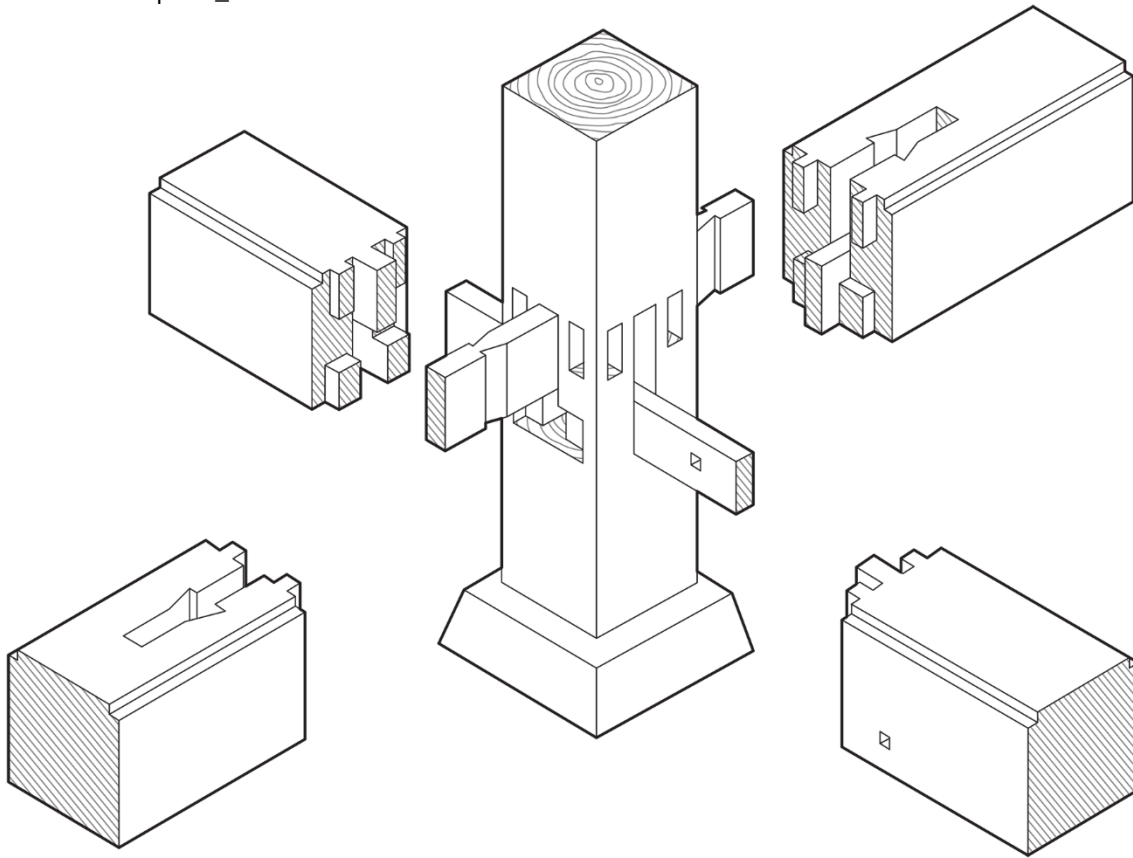
BILDER/ ABBILDUNGEN:

Bild 1: Bausystem_Globales Tragwerk.tif



Skelettbauweise des Bausystems

Bild 2: Knotenpunkt_Yatoi Hozo Sashi.tif



Traditionelle japanische Zimmermannsverbinding für den Anschlusspunkt von Trägern an eine Stütze

Bild 3: Demonstrationsbau_Heidelberg.tif



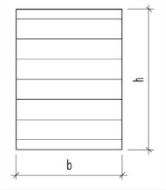
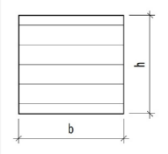
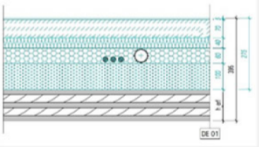
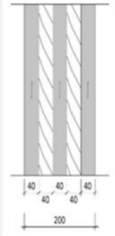
Demonstrationsbau aus zwei Rastermodulen des Bausystems

Bild 4: Musterstück_Knotenpunkt.tif



Prototyp des Knotenpunktes von zwei Stützen, Unterzügen und Deckenelementen

Bild 5: Bemessungstool_Ergebnisfeld.tif

		Decken	Unterzüge	Stützen
Spannweite/Systemlänge		$l_{DE} = 2,65 \text{ m}$	$l_{UZ} = 2,65 \text{ m}$	$l_{ST} = 3,40 \text{ m}$
mögliche Ausrichtung im Grundriss		in x-Richtung	in x-Richtung	
Material		BSP 120	GL24h	GL24h
Lageaufbau		20/30/20/30/20		
Querschnittsbreite		$b_{DE} = 1.000 \text{ mm}$	$b_{UZ} = 240 \text{ mm}$	$b_{ST} = 240 \text{ mm}$
Querschnittshöhe		$h_{DE} = 120 \text{ mm}$	$h_{UZ} = 240 \text{ mm}$	$h_{ST} = 240 \text{ mm}$
Skizze Querschnitt				
Deckenaufbau	DE01			
Volumen eines Bauteils		$V_{DE} = 0,84 \text{ m}^3$	$V_{UZ} = 0,15 \text{ m}^3$	$V_{ST} = 0,20 \text{ m}^3$
Gesamtvolumen		$V_{DE,ges} = 94,4 \text{ m}^3$	$V_{UZ,ges} = 40,9 \text{ m}^3$	$V_{ST,ges} = 31,3 \text{ m}^3$
		Aussteifung		
Hinweise zur Aussteifung		Material	BSPW 200	
		Lageaufbau	40/40/40/40/40	
		x-Richtung:	Wandscheiben des Kerns ausreichend	
		y-Richtung:	Wandscheiben des Kerns ausreichend	
				

Ausschnitt der Ergebnisse des entwickelten Bemessungstools