

## *fertighauscity5+*

Typologische und technische Untersuchung  
zu mehrgeschossigen Holzbauweisen in innerstädtischen Bereichen  
unter dem Gesichtspunkt der Vorfabrikation und Partizipation der Nutzer

## Projektbeteiligte

### **TU Braunschweig – IIKE – Institut für Industriebau und Konstruktives Entwerfen (Leitung)**

Prof. Carsten Roth

Daniel Rozynski

Christoph Roedig

Matthias Schrimpf

Philipp Koch

Pockelsstraße 3

38106 Braunschweig

[www.iike.tu-bs.de](http://www.iike.tu-bs.de)

### **TU Braunschweig – IGS Institut für Gebäude und Solartechnik**

Prof. Dr.-Ing. Norbert Fisch

Dipl. Ing. Philipp Eickmeyer

Dipl. Ing. Volker Huckemann

### **TU Braunschweig – IBMB Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz**

Prof. Dr.-Ing. Dietmar Hossler

Dipl.-Ing. Björn Kampmeier

Dipl.-Ing. (FH) Anja Mühlhäusler

Dipl.-Ing. Ralf Schnetgöke

### **O.Lux GmbH & Co**

Geschäftsführer Werner Dittrich

### **BWK – BauWohnberatung Karlsruhe**

Dipl. Ing. Arch. Alexander Grünenwald

Dr. phil. Thomas Hauer, M.A.

Dipl. Ing. Arch. Gabriele Zenk

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert (Aktenzeichen: Z 6 - 10.08.18.7 - 06.32/ II 2 - F20-06-030 ). Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren

Ziel der Forschungsaufgabe

## 1. Ziel der Forschungsaufgabe

Stadtwohnen hat viele Vorzüge. Wer jedoch seinen Wohnraum individuell planen und gestalten möchte, steht vor einem großen Problem. In den verdichteten Stadtwohnungen haben Nutzer meist nur geringen Einfluss auf die Konzeption ihres zukünftigen Wohnraumes. Während beim freistehenden Einfamilienhaus der Bauherr meist auch Nutzer ist, kann er hier seinen Wohnraum individuell gestalten. Die Konsequenz: Bauwillige Haushalte, darunter viele überzeugte Städter, wandern in die Vorstadtbereiche ab.

Das Forschungsteam entwickelt deshalb ein Konzept, das individuelle Gestaltungsspielräume bei bis zu 5-geschossigen Bautypen ermöglicht. Kundenindividuelle Fertigung mit Nutzerbeteiligung lautet das zentrale Stichwort. Die hochflexiblen Produktionsverfahren im Holzbau, die Typologien jenseits des freistehenden Einfamilienhauses erlauben, können durch die Novellierung der Länderbauordnungen ab sofort für den urbanen Wohnungsbau in Holzbauweise eingesetzt werden. Der Fokus liegt auf Holzbausystemen, die im Bezug auf Vorfertigung, Bauzeit und eine flexible Produktion erhebliche Potentiale bieten. Speziell im mehrgeschossigen Bauen können diese von großem Vorteil sein. Obwohl die rechtlichen Grundlagen für solche Bauweisen mit der neuen Musterbauordnung und der Muster-Holzbaurichtlinie geschaffen sind, existiert auf diesem Gebiet bei Bauherrn, Planern und ausführenden Firmen weiterhin ein gewisser Vorbehalt und eine Unsicherheit gegenüber der tatsächlichen Anwendung. Gründe dafür sind unter anderem die fehlenden Konzepte in der technischen Umsetzung der rechtlichen Anforderungen.

Die Bauherren möchten unter Vorgabe der individuellen Planungsansprüche die Vorteile der industriellen Fertigung nutzen. Um Bauaufgaben im innerstädtischen Bereich umsetzen zu können, bedarf es der Bündelung der finanziellen Kräfte. Als Dachorganisationen könnten Bauherrengemeinschaften und Baugenossenschaften dienen. Dabei kann die Bauherrengemeinschaft als ein Zusammenschluss verschiedener Akteure verstanden werden, die anstelle eines Eigenheimes im suburbanen Raum, ihre Bauinteressen im innerstädtischen Bereich realisieren. Daraus ergeben sich neue typologische Modelle für verdichtete Bauweisen. Es fehlt jedoch an schlüssigen Konzepten, die diese Bauaufgaben vorbildhaft umsetzen. Als neue zentrale Planungsaufgabe lässt sich für das „*fertighauscity5+*“ für innerstädtische Baugemeinschaften formulieren. Es lassen sich nachfolgend aufgelistete Typologien präzisieren:

- Neubauten mit bis zu fünf(+) Geschossen in Holzmassiv, -Holzständer und Holzrahmenbauweise (Mehrfamilienhäuser)
- Nachverdichtung als Aufstockung auf Bestandsgebäude (Maisonette und Penthousetypen)

- Vorgefertigte Aus- und Umbauten bei Konversions- oder Modernisierungsmaßnahmen (Energetische Sanierung)
- Städtische Reihenanlagen hoher Dichte (Townhouses).

Neubauten bis zu 5 Geschossen in Holzbauweise werden als Bauaufgabe mit größtem Entwicklungspotential angesehen und in den Mittelpunkt des Vorhabens gestellt. Die Entwicklung erfolgt unter dem Aspekt der Nutzerpartizipation und kundenindividuellen Fertigung. Der momentan höhere Aufwand in Planung und Realisierung gegenüber konventionellen Bauten soll durch flexible Fertigungstechnologien mit integrierten Koordinationswerkzeugen kompensiert werden.

Besonders unter Berücksichtigung der derzeitigen Klimadiskussionen ist Holz als nachwachsender Rohstoff für die Verringerung der CO<sup>2</sup>-Belastung ein wichtiger ökologischer Faktor. Die Gebäude sollen als „Passivhäuser“ mit Wärmerückgewinnung realisiert werden. Die Flexibilität und die mögliche Anpassung der Gebäude an die verschiedenen Lebensentwürfe der Nutzer von „fertighauscity5+“ stehen ganz im Sinne einer nachhaltigen und langlebigen Bauweise.

## 2. Durchführung der Forschungsaufgabe

„fertighauscity5+“ ist ein Forschungsprojekt der TU Braunschweig mit Verbundpartnern. Das Projekt wurde über einen Zeitraum von 12 Monaten entwickelt. Hierbei haben die einzelnen Verbundpartner das Arbeitsthema separat bearbeitet und die Ergebnisse in Arbeitssitzungen abgestimmt und zusammengetragen. Die Arbeitsschwerpunkte der Partner sind nachfolgend kurz dargestellt:

### **TU Braunschweig – IIKE - Institut für Industriebau und Konstruktives Entwerfen**

Die Schwerpunkte der architektonischen Lehre und Forschung am IIKE liegen typologisch im Industriebau und baukonstruktiv im Bereich der Vorfertigung und der industrialisierten Bauprozesse.

### **TU Braunschweig – IGS Institut für Gebäude und Solartechnik**

Die Arbeitsgebiete des Instituts in der Lehre umfassen die Technische Gebäudeausrüstung, die thermische und hygrische Bauphysik sowie die passive und aktive Solarenergienutzung sowie das Energiedesign von Gebäuden und Siedlungen.

### **TU Braunschweig – IBMB Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz**

Die Schwerpunkte der Forschungstätigkeiten des Fachgebietes Brandschutz im IBMB sind Grundlagenuntersuchungen zur Beschreibung der Brandentstehung und Brandwirkung, zum

Brandverhalten von Baustoffen sowie zur Ermittlung des Trag- und Verformungsverhalten von Bauwerken im Brandfall.

## **O.Lux Holzbau – Roth**

Die Firma O.Lux mit Standorten in Roth und Georgensgmünd deckt das komplette Spektrum des Holzhandwerks bis hin zur Realisierung komplexer Architektur ab. O.Lux produziert in seinen Werkshallen wetterunabhängig großformatige Wand- Boden- und Deckenelemente. Die Umsetzung erfolgt voll automatisiert, komplett computergesteuert auf höchstem technischem Niveau.

## **BWK – BauWohnberatung Karlsruhe**

Die BauWohnberatung Karlsruhe (BWK) betreut Wohngruppen- und Siedlungsprojekte bei der Orientierungs- und Zielfindung im komplexen Prozess des „BauWohnens“. Sie leistet Hilfe beim Wissenstransfer, beim Aufbau tragfähiger Organisations- Rechts- und Verfahrensformen, z.B. bei der Bildung von Bauherrengemeinschaften, und berät im Hinblick auf die jeweilige spezielle Grundrissgestaltung, die Freiraumplanung und Entwicklung des Raumprogramms.

## **Externe Experten des Forschungsprojekts**

Dipl. Ing. Ute Rustemeyer, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

Prof. Brian Cody, TU Graz - IGE, Institut für Gebäude und Energie

Dirk Kruse, WKI, Wilhelm Klauditz Institut, Braunschweig

Prof. Andreas Löffler, HfT Stuttgart, Klimagerechte Architektur & Gebäudetechnik

Prof. Nikolaus Nebgen, HAWK, Fakultät Bauwesen

## **3. Zusammenfassung der Ergebnisse**

### **3.1 Ergebnisse**

Als Ergebnis dieser gemeinsamen Forschungsarbeit sind Varianten 5-geschossiger Fertighäuser in Holzbauweise entstanden. Ihre Realisierbarkeit wurde in der Planung eines Prototyps, der ortsunabhängig und bundesweit einsetzbar ist, von der Konzeption bis zur baulichen Detaillierung nachgewiesen und in Text und Bild dokumentiert.

Das Projekt ist so angelegt, dass unterschiedlichste Nutzergruppen schon im Planungsstadium möglichst großen Einfluss auf die Gestalt ihres späteren Wohnraumes nehmen können. Zugleich sollen die Vorteile der industriellen Vorfertigung für den Planungs- und Bauprozess Anwendung finden. So entsteht mit „*fertighauscity5+*“ das 5-geschossige Fertighaus, das wie ein Maßanzug angefertigt werden kann. Die Forschungsarbeit berücksichtigt dabei zahlreiche Faktoren, die bei

einer individuellen Umsetzung von großer Bedeutung sind. Die Planungsabläufe werden systematisiert und so die Entscheidungsprozesse für Bauherren vereinfacht.

**BWK** - Im Rahmen des Verbundforschungsvorhabens „*fertighauscity5+*“ bearbeitete die BauWohnberatung Karlsruhe zwei Aufgabenschwerpunkte: Zum einen vertrat sie im Laufe des Entwicklungsprozesses des Prototyps „virtuell“ die Rolle der künftigen Bewohner. Zum anderen definierte die BauWohnberatung auf der Grundlage etablierter Modelle spezifische, sozio-ökonomisch klar umrissene Zielgruppen, für die das Produkt „*fertighauscity5+*“ besonders attraktiv ist. Für drei herausgegriffene Zielgruppen entwickelte die BauWohnberatung eine individuelle Planungs-, Umsetzungs- und Partizipationsmatrix, die Planer wie Bauherren bei der Klärung des Projektprofils nachhaltig unterstützt. Ziel war hierbei einerseits die Beschleunigung des gesamten „Baugruppenprozesses“, andererseits die Optimierung der planerischen, gestalterischen und konstruktiven Qualitäten. Darüber hinaus wurde die Möglichkeit geprüft, gängige softwarebasierte Planungskonfiguratoren in einen partizipationsorientierten Planungsprozess zu integrieren. Im Ergebnis erlaubt dieses Verfahren ein individuelles Wohnungsangebot auf der Basis standardisierter Abläufe und greift damit erfolgreich den ökonomischen Megatrend der „Mass Customization“ auf.

**IGS** - Im Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung lagen die Schwerpunkte des Instituts für Gebäude- und Solartechnik auf der Entwicklung einfacher, modularer Bauteile, die ein hohes Maß an Vorfertigung ermöglichen und zugleich eine hohe Flexibilität in der Raumgestaltung bzw. Nutzung bieten. Das Konzept sieht eine zentrale vertikale Erschließung des Gebäudes in einem vorgefertigten Schacht vor. Mittels einer definierten Medienübergabe erfolgt der Anschluss der einzelnen Etagen an den zentralen Schacht. Zur Erhöhung der Flexibilität werden die Medien von hier aus in einem horizontalen Medien-Unterzug weiterverteilt. Ähnlich wie auf einer Platine können so die unterschiedlichsten Raumkonfigurationen im Vorfeld berücksichtigt und im Werk vorkonfektioniert werden.

Für das Forschungsprojekt wurde das energetische Niveau des Passivhausstandards als Minimalanforderung gesehen. Dieser Standard ist marktüblich und ohne großen finanziellen Mehraufwand zu realisieren. Das Konzept macht die Einbindung einer Zuluft-/ Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung notwendig. Hierzu wurden Varianten der Schachtanordnung, Luftführung und Anlagenkonfiguration untersucht. Die Varianten wurden unter der Prämisse der Wirtschaftlichkeit, der energetischen Effizienz entlang des Lebenszyklusses der Gebäude und eines möglichst hohen Vorfertigungsgrades aller Anlagenteile sowie der Anlagentechnik entwickelt. Im Zuge der Fassadenentwicklung sind Untersuchungen zur passiven Solarenergienutzung vorgenommen worden. Hierzu war der optimale Fensterflächenanteil in Abhängigkeit von der Orientierung und der Verglasungsqualität zu bestimmen. Die Auswirkung

der Einbindung von Loggien wurde untersucht, ebenso das Verhältnis zwischen Lichteintrag und Tageslichtautonomie.

**iBMB | OLux** - Das Tragwerk eines Gebäudes beeinflusst stark die Qualität und das Erscheinungsbild. Mittlerweile sind die Möglichkeiten im Holzbau sehr vielfältig, und jede Bauweise hat ihre eigenen Vorzüge. Daher ist es wichtig, sich auf die Anforderungen an das geplante Objekt zu konzentrieren, gleichzeitig aber eine wirtschaftliche Konstruktion zu entwickeln. Bei der Entwicklung des Tragwerkes für „*fertighauscity5+*“ führten die unterschiedlichen Anforderungen zu einer Vermischung der Bauweisen. Das iBMB und die Fa. Olux haben hier die Randbedingungen für die technische Umsetzung der Entwürfe im Projekt Fertighauscity 5+ geschaffen. Die konzeptionelle Ausarbeitung des Tragwerksentwurfs als Skelettbau erlaubt die Umsetzung der wesentlichen Anforderungen, die einem charakteristischen Holzbau entsprechen.

**iBMB** - Es wurden die bauaufsichtlichen Anforderungen vorgestellt unter denen mehrgeschossige Wohngebäude mit einer Höhe zwischen 7 bis 13 m in ihrer tragenden Struktur aus Holz errichtet werden dürfen. Die wesentlichen konstruktiven Voraussetzungen sind die Kapselung des Holztragwerkes mit einer nichtbrennbaren brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung und die Verwendung nichtbrennbarer Dämmstoffe mit einem Schmelzpunkt > 1000 °C. Die anschließende Darstellung bereits realisierter mehrgeschossiger Gebäude in Deutschland zeigt zum einen die Anwendbarkeit der Muster-Holzbaurichtlinie und gibt zum anderen Hinweise aus der Praxis, in welchen Punkten von der Muster-Holzbaurichtlinie abgewichen wird. So bestehen Wünsche hinsichtlich einer reduzierten Brandschutzbekleidung, der Anwendung brennbarer Dämmstoffe und der Anwendung ungekapselter, massiver Holzbauteile in Teilbereichen. Im Rahmen des Forschungsvorhaben „*fertighauscity5+*“ wurden unterschiedliche Brandschutzbekleidungen mit unterschiedlichen Verbindungsmitteln in Brandversuchen untersucht. Die Brandschutzbekleidungen wurden außerdem hinsichtlich ihrer aussteifenden Wirkung bewertet. Die Ergebnisse zeigen die Möglichkeiten und Grenzen einer Optimierung der Brandschutzbekleidung und bilden einen guten Einstieg für gezielte Weiterentwicklungen. Der Einsatz einer brennbaren Dämmung (z.B. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen) in der Holztafelkonstruktion oder die Anwendung ungekapselter Massivholzelemente sind Bestandteil aktuell laufender und abgeschlossener Forschungsvorhaben am iBMB. Des Weiteren wurde der Gebäudeentwurf brandschutztechnisch begleitet. Ziel war es, die Brandschutzanforderungen der MBO umzusetzen, so dass als Ergebnis ein genehmigungsfähiges Gebäude entsteht, für das keine Zustimmung im Einzelfall erforderlich ist.

**OLux** - Die Firma O.Lux stellt in anschaulicher Weise die Produktionsabläufe von der Planung, Herstellung, Verpackung bis zum Aufbau dar und entwickelt eine projektbezogene Detailplanung und Logistik für „*fertighauscity5+*“.

**IIKE** - Das IIKE entwickelt in der Forschungsarbeit flexible Grundrisse, die auf eine maßgeschneiderte Vorfertigung im 5-geschossigen Holzbau abgestimmt sind. Es wird gezeigt, welche Holzbausysteme dafür geeignet sind. Die Erkenntnisse aus den Untersuchungen fließen in die Entwicklung eines Prototyps. Die Innovation der Forschungsarbeit liegt in der Bereitstellung einer Baustruktur, die unter Einbeziehung der individuellen Wünsche der Nutzer im Rahmen einer industriellen Fertigung die Entwicklung eines innerstädtischen Wohnhauses ermöglicht. Das Wohnhaus ist ortsunabhängig konzipiert und kann sowohl als Baulückenschließung als auch als freistehendes Punkthaus oder Zeilenbau eingesetzt werden. Durch die freie Gestaltungsmöglichkeit können neben den freien Grundrissen auch unterschiedliche Fassadenmodelle angeboten werden. „*fertighauscity5+*“ offeriert den für diese Forschungsarbeit ausgewählten Zielgruppen ein individuell abgestimmtes Maß an Mitbestimmung und Partizipation. Der Betrachtung des Außenraums ist für die Entwicklung von Fertighäusern für die Innenstadt bedeutend. Genau hier ist ein Grund zu suchen, warum bis heute viele Stadtbewohner ihr Eigenheim in der Vorstadt errichten wollen. Das Ergebnis ist ein ausgewogenes Angebot an privaten und gemeinschaftlichen Flächen.

## 3.2 Ausblick

Als nächster Schritt sollte die Praxistauglichkeit von „*fertighauscity5+*“ in Form eines Modellprojekts an einem konkreten innerstädtischen Standort überprüft werden - vor allem im Hinblick auf die Zielgruppenmodelle und die jeweils darauf bezogenen Partizipations- und Vermarktungsansätze.

In der Anwendung werden klar definierte Schnittstellen und Planungsparameter benötigt, die durch den Planer festgelegt und den durch den Kunden gewählt werden können. Diese Schnittstellen sind bei jeder Zielgruppe individuell zu überprüfen und anzupassen. Ebenso ist für jede Praxisanwendung ein projektspezifischer Ablaufplan zu entwickeln, der in Form einer Checkliste den Nutzern das Bauvorhaben von den ersten Planungsschritten bis zum Einzug erklärt und die Verantwortlichkeiten, Kosten und Termin anschaulich darstellt. Der momentan höhere Aufwand in Planung und Realisierung gegenüber konventionellen Bauten soll langfristig durch flexible Fertigungstechnologien mit integrierten Koordinationswerkzeugen kompensiert werden.

Das Holzhaus ist rein äußerlich nicht als solches erkennbar, da alle statisch relevanten Bauteile durch nichtbrennbare Materialien geschützt werden. Für die Identifikation vieler Nutzer mit ihrem



Holzhaus wäre es wünschenswert hier die Möglichkeit zu erforschen, inwieweit sichtbare Holzbauteile im Innenraum an den tragenden Bauteilen und an den Fassaden anwendbar sein könnten. Fassaden in der Gebäudeklasse 4 sind nach Musterbauordnung nur mit schwer entflammaren Materialien, also nicht mit Holz gestaltbar. Holz erreicht die Schwerentflammbarkeit durch Zugabe von Flammschutzmitteln, die derzeit noch nicht witterungsbeständig und im Außenbereich einsetzbar sind. Weiterhin laufen derzeit Forschungsvorhaben, die an der Verhinderung des Flammübersprungs zwischen den Geschossen arbeiten. Hier soll erreicht werden, dass auch normalentflammbare Baustoffe, also auch unbehandeltes Holz, für die Fassadengestaltung eingesetzt werden kann.

Mit der aktuell vorliegenden Muster-Holzbaurichtlinie sind die Möglichkeiten des Holzbaus aus brandschutztechnischer Sicht noch nicht ausgeschöpft. Einige konstruktive Vorgaben sind konservativ getroffen worden. Hier besteht die Möglichkeit, unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen, die baulichen Vorgaben weiter zu lockern. Im Hinblick auf eine Erweiterung des Einsatzgebiets von „*fertighauscity5+*“ wäre zu überlegen, ob die Ziele der Muster-Bauordnung auch erreicht werden können, wenn Gebäude in Holzbauweise mit mehr als 5 Geschossen errichtet werden.