

Florian Nagler, Tilmann Jarmer, Anne Niemann  
Antonia Cruel, Thomas Auer, Laura Franke  
Hermann Kaufmann, Stefan Winter, Stephan Ott  
Marco Krechel, Christoph Gehlen, Charlotte Thiel

## **Einfach Bauen**

**Ganzheitliche Strategien für energieeffizientes, einfaches Bauen –  
Untersuchung der Wechselwirkung  
von Raum, Technik, Material und  
Konstruktion**

F 3151

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 978-3-7388-0367-9

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)

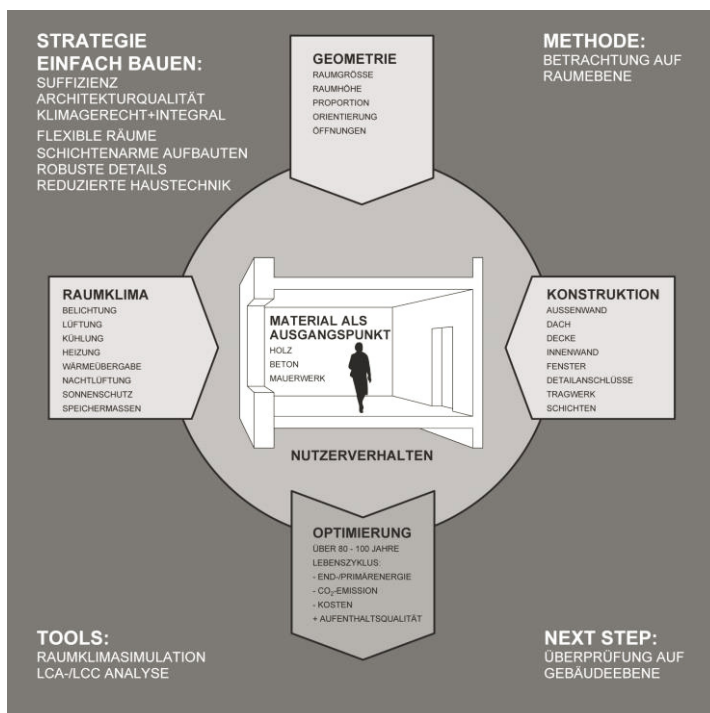
[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

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

## Endbericht für das Forschungsvorhaben:

# Einfach Bauen

## Ganzheitliche Strategien für energieeffizientes, einfaches Bauen – Untersuchung der Wechselwirkung von Raum, Technik, Material und Konstruktion



## Forschungsstelle:

Technische Universität München  
Lehrstuhl für Entwerfen und Konstruieren  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Florian Nagler  
Arcisstraße 21  
80333 München

## Projektleitung:

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Florian Nagler  
M. A. (TUM), Dipl. Ing (FH). Architekt Tilmann Jarmer  
Dipl. Ing. Architektin Anne Niemann  
Mitarbeit: Antonia Cruel Cand. Arch.

Förderkennzeichen SWD-10.08.18.7-16.29

**Projektpartner:**

**TUM - Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen**

Prof. Dipl.-Ing. Thomas Auer  
M.Sc. Laura Franke

**TUM - Professur für Entwerfen und Holzbau**

Prof. DI Hermann Kaufmann

**TUM - Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion**

Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter  
Dipl.-Ing. M.A. Architekt Stephan Ott  
Architekt Marco Krechel. M. Sc.

**TUM - Lehrstuhl für Werkstoffe und Werkstoffprüfung im Bauwesen**

Prof. Dr.-Ing. Christoph Gehlen  
Dipl. Ing. Charlotte Thiel

**Förderer:**

Stiftung Bayerisches Baugewerbe, München

B&O-Gruppe, Bad Aibling

Gumpp & Maier GmbH, Binswangen

Meier Betonwerke GmbH, Lauterhofen

**Bearbeitungszeitraum:**

01.10.2016 bis 01.10.2018

**gefördert von:**

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

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert. (Förderkennzeichen SWD-10.08.18.7-16.29). Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren.

München, 01. Oktober 2018

## Abstract

Die Komplexität der Konstruktionen und Gebäudetechnik steigt seit Jahrzehnten stetig. Dies betrifft die Anforderungen an Standsicherheit, Wärme-, Feuchte-, Brand- und Schallschutz, Hygiene und Gesundheit wie auch den allgemeinen Nutzerkomfort. Das äußert sich in einer fast unüberblickbaren und weiter steigenden Zahl an Normen und Baugesetzen. Das damit anvisierte Ziel der Qualitätssicherung wird oft nicht erreicht: Die Folge der Komplexität ist eine hohe Fehlerquote in Planung und Ausführung sowie eine Überforderung von Bauherren und Nutzern. Hinsichtlich der Raumqualität ist der Standard in weiten Bereichen sogar gesunken: In der Abkehr von noch heute hochgeschätzten und flexibel nutzbaren Gebäuden der Gründerzeit entstanden seit der Nachkriegszeit auf den notwendigen Mindestmaßen basierende Gebäude. Die monofunktional angelegte Planung führte dazu, dass sich diese Typologien Veränderungen der Nutzung oder der Ansprüche nur schwierig anpassen konnten. Die Folge hiervon war und ist häufig der vorzeitige Umbau.

Das Projekt soll vor diesem Hintergrund den Anfangspunkt zu einer neuen, gegenläufigen Entwicklung markieren und so einen wichtigen Impuls in der deutschen Bauwirtschaft setzen.

Dem Vorhaben liegt die folgende Hypothese zugrunde: Wohngebäude mit hochwertiger und gleichzeitig suffizienter Architektur, robuster Baukonstruktion und reduzierter Gebäudetechnik sind - über einen Lebenszeitraum von 100 Jahren - bei besserer Aufenthaltsqualität sowohl üblichen Standardwohngebäuden als auch aktuellen Passivhäusern hinsichtlich Ökobilanz und Lebenszykluskosten überlegen. Eine neue Baukultur der Vereinfachung ist denkbar:

Stringente und vielseitige Raumstrukturen, nutzungsflexible und hochwertig gestaltete Räume mit auskömmlicher Fläche (ca. 15-18 m<sup>2</sup>) und Höhe (ca. 2,60 m - 3,00 m), schichtenarme Bauteilaufbauten, zeitbeständige und haptisch ansprechende Oberflächen, einfache Anschlussdetails, Raumklimakonzepte mit reduzierter und anpassbarer Gebäudetechnik sind Bestandteile einer neuen Strategie. Diese zeichnet sich durch eine sehr ressourcenschonende Erstellung bei vertretbaren Kosten, eine dank hoher Qualität und Flexibilität lange Betriebsphase bei geringem Instandhaltungsaufwand, moderaten Energieverbrauch für Heizung, Kühlung und Lüftung sowie hervorragende Recyclingfähigkeit aus.

Ausgangspunkt der Untersuchungen sind die heute hochentwickelten Konstruktionsmaterialien Massivholz, Leichtbeton und hochwärmedämmendes Mauerwerk. Für diese Materialien wurden jeweils optimierte Konstruktionen, Raum- und Technikkonzepte, sowie Detaillösungen entwickelt und in einem Übersicht schaffenden Vergleich dargestellt.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
1.1	Hintergrund des Forschungsvorhabens .....	5
1.2	Projektziele.....	5
1.3	Projektablauf und Zeitplan .....	6
2	Grundlagenermittlung (MS1).....	9
2.1	Der Begriff „Einfach Bauen“ .....	9
2.2	Einfach Bauen im studentischen Entwurf.....	10
2.3	Lebensdauer von Gebäuden .....	11
2.4	Konstruieren mit Mauerwerk .....	13
2.5	Konstruieren mit Leichtbeton .....	22
2.6	Konstruieren mit Massivholz.....	30
2.7	Übersicht Gebäudetechnik .....	52
2.8	Zusammenstellung ausgewählter Projekte .....	57
3	Entwurfsstrategie Einzelraum-Betrachtung (MS 2) .....	62
3.1	Vergleichende Vorbetrachtungen der Ausgangsmaterialien .....	62
3.2	Definition Ziel & Untersuchungsrahmen.....	62
3.3	Bauteilvergleiche .....	65
3.4	Interpretation der bisherigen Ergebnisse und Ausblick .....	67
3.5	Voruntersuchung der Parameterintegrale für die Einzelraumsimulation .....	69
4	Simulation und Berechnung auf Raumebene (MS 3 – MS 7).....	76
4.1	Inputparameter Raummodell .....	77
4.2	Tageslichtsimulation .....	88
4.3	Dynamische Simulation, Nutzer konstant: Optimierung der Architektur .....	94
4.4	Dynamische Simulation, Nutzer variabel: Untersuchung der Robustheit.....	104
4.5	LCA und LCC Analyse auf Raumebene.....	114
5	Untersuchungen auf Gebäudeebene (MS 8) .....	132
5.1	Inputparameter Gebäude.....	133
5.2	Technische Gebäudeausrüstung und Energieplanung.....	139
5.3	LCA und LCC Analyse auf Gebäudeebene.....	145

5.4	Abschätzung der Robustheit auf Gebäudeebene.....	161
6	Weitere Untersuchungen zu Fensterausbildung und konstruktiven Details .....	169
6.1	Fensterausbildung / 1:10 Modelle .....	169
6.2	Konstruktive Details / 1:1 Modelle.....	174
7	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	177
7.1	Motivation und Projektziele .....	177
7.2	Grundlagenermittlung und Entwurfsstrategie (MS 1 / MS 2) .....	178
7.3	Simulation und Untersuchung auf Raumebene (MS 3 - MS 7).....	180
7.4	Simulation und Untersuchung auf Gebäudeebene (MS 8 - MS 9).....	183
7.5	Einfach Bauen: Potentiale und Hemmnisse .....	185
7.6	Weiterer Forschungsbedarf .....	187
	Glossar .....	189
	Abkürzungsverzeichnis .....	191
	Abbildungsverzeichnis .....	192
	Tabellenverzeichnis .....	198
	Literaturverzeichnis.....	200
	Anhang .....	211