

Angèle Tersluisen, Kamyar Nasrollahi, Klara Bauer
Mehrddad Khalatbari, Nadine Lebong, Mozhgan Shirani
Björn-Martin Kurzrock, Tillman Gauer, Conrad Völker
Thomas Lichtenheld

**Untersuchung zeitgemäßer,
monolithischer Wandaufbauten
hinsichtlich bauphysikalischer,
ökologischer und ökonomischer
Eigenschaften**

F 3064

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

2018

ISBN 978-3-7388-0182-8

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/tauforschung

Abschlussbericht

Untersuchung zeitgemäßer, monolithischer Wandaufbauten hinsichtlich bauphysikalischer, ökologischer und ökonomischer Eigenschaften.

Prof. Dr.-Ing. Angèle Tersluisen, Dr.-Ing. Kamyar Nasrollahi, Dipl.-Ing. Klara Bauer,
M.Sc. Mehrdad Khalatbari, Dipl.-Ing. Nadine Leborg, B.Sc. Mozhgan Shirani
TU Kaiserslautern, Fachbereich Architektur, Fachgebiet Hauskybernetik

Prof. Dr. Björn-Martin Kurzrock, Dipl.-Ing. Tillman Gauer
TU Kaiserslautern, Fachbereich Bauingenieurwesen, Fachgebiet Immobilienökonomie

Prof. Dr.-Ing. Conrad Völker, M.Sc. Thomas Lichtenheld
Bauhaus-Universität Weimar, Fakultäten Bauingenieurwesen & Architektur und Urbanistik,
Professur Bauphysik

Kaiserslautern / Weimar, Oktober 2017



Die Forschungsarbeit wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert. (Aktenzeichen: 10.08.18.07-15.34)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren.

Inhalt

Symbolverzeichnis	2
Abkürzungsverzeichnis	3
Inhalt	5
1 Forschungsziel	1
2 AP 1 Recherche.....	4
2.1 Begriffsdefinition „Monolith“ in Publikationen.....	4
2.2 Verständnis des Begriffes “Monolith” im Sinne der vorliegenden Forschungsarbeit	5
2.3 Gebaute Architekturen seit EnEV 2009.....	5
2.3.1 Grundlagenermittlung	5
2.3.2 Ausgewählte Referenzen.....	6
2.3.3 Untersuchte, nicht-monolithische Architekturbeispiele.....	11
2.3.4 Zusammenfassung der Teilergebnisse	16
2.4 Produkte mit Produktspezifikationen.....	16
2.5 Stand der Forschung.....	18
2.6 Schlussfolgerungen aus AP 1:.....	20
3 AP 2 Kategorisierung	22
3.1 Modellbildung.....	23
3.1.1 Systemgrenzen gemäß DIN V 18599-1:2011 [63].....	23
3.1.2 Materialien, Bauteilkatalog und Systemschnitt.....	23
3.1.3 Modellbildung Bauteilbetrachtung.....	28
3.1.4 Modellbildung Systembetrachtung.....	35
3.2 Schlussfolgerungen aus AP 2	37
4 AP 3 Bauphysikalische Betrachtung: Energetisch-dynamische Simulation	38
4.1 Allgemeines	38
4.2 Bauteilbetrachtung	38
4.2.1 Bewertung des Feuchtetransports	39
4.2.2 Bewertung des Wärmetransports	44
4.3 Systembetrachtung	44
4.3.1 Ausnutzungsgrad, Wärmeleitung, Wärmespeicherung	44

4.3.2	Bewertungsmethode	46
4.3.3	Bewertungskriterien	54
4.4	Ergebnisse / Zusammenfassung AP 3	54
4.4.1	Bauteilbetrachtung - Hygrothermische Bewertung	54
4.4.2	Bauteilbetrachtung - Thermische Bewertung	67
4.4.3	Bauteilbetrachtung - Temperaturamplitudenverhältnis (TAV)	72
4.4.4	Systembetrachtung – Ausnutzungsgrad	73
4.4.1	Systembetrachtung – Ausnutzungsgrad, Deckungsgrad	76
4.4.2	Systembetrachtung - Ausnutzungsgrad, Heizwärmebedarf, Überhitzungsstundenzahl, Speicherzyklen	77
4.4.3	Systembetrachtung - Oberflächentemperaturen	81
4.4.4	Systembetrachtung - Operative Temperaturen	84
4.4.5	Systembetrachtung - Speicherzyklen	86
4.4.6	Schlussfolgerungen	88
5	AP 4 Ökologisch-ökonomische Betrachtung	90
5.1	Allgemeines Vorgehen	90
5.1.1	Nutzungsdauern und Betrachtungszeitraum	91
5.1.2	Relevanz beschreibender Datensätze und Indikatoren der Ökobilanzierung	92
5.1.3	Ökonomische Bilanz: Lebenszykluskostenbilanz (LCC)	96
5.1.4	Ökologische Bilanz: Life Cycle Assessment (LCA)	98
5.1.5	Flächenverbrauch	99
5.2	Ergebnisse AP 4	99
5.2.1	Ungestörte Wandquerschnitte	100
5.2.2	Gebäudemodell Wohnen / Büro	106
5.3	Flächenverbrauch	118
5.4	Recyclingfähigkeit	121
5.5	„Weiche Kriterien“	122
5.6	Sensitivität	123
5.7	Fazit	124
6	Bewertung und Vergleich: Ökonomie, Ökologie und Bauphysik AP 5	126
7	Fazit und weiterer Forschungsbedarf	134
8	Abbildungsverzeichnis	136

9	Tabellenverzeichnis	142
10	Anhang Anlagen.....	144
10.1	Konstruktionsaufbauten hygrothermische Untersuchung	144
10.2	Konstruktionsaufbauten thermische Untersuchung	150
10.3	Feuchteabhängige Wärmeleitfähigkeit.....	155
10.4	Sorptionsisotherme.....	160
10.5	Klimadaten.....	165
10.6	Systembetrachtung : Simulationsergebnisse.....	168
10.7	Sensitivität Diskontierungszinssatz	186
10.8	Ökologie: Daten und Bauprodukte	187
10.9	Ökologie: Lebensdauern.....	188
10.10	Ökologie: Ökobilanz Wärmedämmung	190
11	Literaturverzeichnis.....	194