

2023

 **BAUPHYSIK KALENDER**



Nachhaltigkeit

2023

BAUPHYSIK KALENDER

Nachhaltigkeit

Herausgegeben von
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nabil A. Fouad

23. Jahrgang

Hinweis des Verlages

Die Recherche zum Bauphysik-Kalender ab
Jahrgang 2001 steht im Internet zur Verfügung
unter www.ernst-und-sohn.de

Titelfoto: TauberPhilharmonie, Weikersheim. Nominiert für den Deutschen Nachhaltigkeitspreis 2021.

Copyright/Fotograf: Philipp Mürdter, Uhingen

Bauherr: Stadt Weikersheim

Architektur: Henn GmbH, München

Tragwerksplanung: Merz Kley Partner

Planung Gebäudetechnik: Ingenieurbüro Hausladen

Planung Energietechnik: Ingenieurbüro Rainer Metzger

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2023 Ernst & Sohn GmbH, Rotherstraße 21, 10245 Berlin, Germany

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden.

All rights reserved (including those of translation into other languages). No part of this book may be reproduced in any form – by photoprinting, microfilm, or any other means – nor transmitted or translated into a machine language without written permission from the publisher.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie als solche nicht eigens markiert sind.

Umschlaggestaltung: Sonja Frank, Berlin

Herstellung: pp030 – Produktionsbüro Heike Praetor, Berlin

Satz: le-tex publishing services GmbH, Leipzig

Druck und Bindung:

Printed in the Federal Republic of Germany.

Gedruckt auf säurefreiem Papier.

ISSN 1617-2205

Print ISBN 978-3-433-03368-5

ePDF ISBN 978-3-433-61127-2

ePub ISBN 978-3-433-61129-6

oBook ISBN 978-3-433-61128-9

Vorwort

Nachhaltiges Handeln bedeutet, so zu handeln, dass nachfolgenden Generationen eine intakte Umwelt und gesicherte Lebenschancen hinterlassen werden können. Das Leitbild der Nachhaltigkeit mit den drei Kategorien der ökologischen, ökonomischen und sozio-kulturellen Aspekte stellt daher eines der bedeutsamsten Leitbilder für unsere Zukunft dar.

Das Thema Nachhaltigkeit ist im Bauwesen aufgrund der beim Bauen in Anspruch genommenen Ressourcen sowie der entstehenden Umwelteinwirkungen von außerordentlicher Bedeutung. Dementsprechend wird es für den Bausektor, insbesondere auch angesichts des Klimawandels und der knapper werdenden Ressourcen, immer wichtiger, möglichst nachhaltige Gebäude zu errichten, die energiesparende und ressourcenschonende Qualitäten aufweisen. In diesem Zusammenhang hat sich gezeigt, dass die Bauphysik wesentliche Aspekte zur Nachhaltigkeitsbetrachtung abdecken kann.

Der Bauphysik-Kalender 2023 widmet sich dem Thema Nachhaltigkeit im Bauwesen und soll für die Planung und Ausführung bei Neubauten sowie im Bestand eine aktuelle, verlässliche und praxismgerechte Arbeitsgrundlage auf diesem Gebiet schaffen. Die folgenden Inhalte werden in den Abschnitten **A**, **B** und **C** vermittelt:

- Überblick über den aktuellen Stand der Technik und Forschung zu den Themen ressourceneffizientes, klimagerechtes und nachhaltiges Bauen,
- Beiträge zu Lebenszyklusanalysen von Bauwerken sowie kreislaufgerechte Verwendung von Baustoffen und Bauelementen,

- Beiträge zu gebräuchlichen und innovativen Dämmstoffen, insbesondere aus nachwachsenden Rohstoffen sowie zum Recycling von Dämmstoffen,
- ausgesuchte Beiträge zum aktuellen Stand der Technik und der Forschung hinsichtlich der Nachhaltigkeit gebräuchlicher und innovativer Baumaterialien sowie zur Bau- und Gebäudetechnik,
- Vorstellung von Ausführungsbeispielen zu innovativen, nachhaltigen und ressourcenschonenden Bauwerken bzw. Gebäuden.

Der Abschnitt **D** in diesem Bauphysik-Kalender beinhaltet die beiden jährlich aktualisierten Beiträge mit den bauphysikalischen Materialkennwerten und den materialtechnischen Tabellen für den Brandschutz.

Der Bauphysik-Kalender 2023 will mit der dargestellten Beitragsvielfalt den Bogen von der Forschung zur Praxis und vom Planungsbüro zur ausführenden Firma spannen und dabei auf neue Entwicklungen und Tendenzen hinweisen. Er stellt eine solide Arbeitsgrundlage sowie ein aktuelles Nachschlagewerk, nicht nur für die Praxis, sondern auch für die Lehre und Forschung dar. Für kritische Anmerkungen sind die Autoren, der Herausgeber und der Verlag dankbar.

Der Herausgeber möchte an dieser Stelle allen Autoren für ihre Mitarbeit und dem Verlag für die angenehme Zusammenarbeit herzlichst danken.

Hannover, im November 2022

Nabil A. Fouad

Inhaltsübersicht

A Allgemeines und Normung

- A1 Nachhaltigkeit und Klimaschutz im Hochbau – vom Energieverbrauch in der Nutzung zur Lebenszyklusanalyse **1**
Özlem Özdemir, Carina Hartmann, Karina Krause, Annette Hafner
- A2 Lebenszyklus von Gebäuden – die Zukunft des Bauens **25**
Gunnar Clemenz, Thomas Putscher
- A3 Klimagerechtes Bauen **43**
Thorsten Schütze
- A4 Die Ermittlung der Ressourceneffizienz und der Klimabelastung von Bauwerken **83**
Clemens Mostert, Husam Sameer, Stefan Bringezu

B Dämmstoffe

- B1 Dämmstoffe im Bauwesen **119**
Wolfgang M. Willems, Kai Schild
- B2 Nachhaltige Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen im Bauwesen **197**
Peter Schmidt, Saskia Windhausen
- B3 Recycling von Wärmedämmstoffen **223**
Wolfgang Albrecht

C Konstruktionen und Baustoffe

- C1 Aufstockung versus Abriss und Neubau – Vergleich von ökologischen und ökonomischen Auswirkungen **245**
Annette Hafner, Michael Storck
- C2 Nachhaltiger Betonbau **259**
Michael Haist, Konrad Bergmeister, Nabil A. Fouad, Manfred Curbach, Macielle Vivienne Deiters, Patrick Forman, Jesko Gerlach, Tobias Hatzfeld, Jannik Hoppe, Benjamin Kromoser, Peter Mark, Christoph Müller, Harald S. Müller, Christoph Scope, Tobias Schack, Matthias Tietze, Klaus Voit
- C3 Ganzheitliche Ökobilanzierung von Wohnquartieren in Holzbauweise **365**
Sven Steinbach, Carolin Schulze, Christoph Kunde
- C4 Bewertung von Bauelementen und Baustoffen für nachhaltiges Bauen **417**
Jörn Peter Lass, Christoph Seehauser, Jürgen Benitz-Wildenburg
- C5 Vakuumglasintegration in Bestands- und Neufenster **447**
Ulrich Pont, Peter Schober, Magdalena Wölzl, Matthias Schuss
- C6 Cross Layers Light – Ein ressourceneffizientes und recyclebares Holz-Wandsystem **483**
Markus Duffner, Thomas Uibel, Leif A. Peterson, Wilfried Moorkamp
- C7 Nachhaltige Gebäudetechnologie in Forschung und Entwicklung **503**
Marco Wolf, Martin Buchholz, Arno Schlüter, Philipp Geyer
- C8 Solar Decathlon Europe 2022 – Bauphysikalische Ergebnisse von Demonstrationsgebäuden **531**
Karsten Voss, Heiko Hansen, Marvin Kaliga, Isil Kalpkirmaz Rizaoglu

- C 9 Planung, Ausführung und Betriebserfahrung eines
Plus-Energie-Bürohochhauses 551
Alexander David, Thomas Bednar, Markus Leeb, Helmut Schöberl
- C 10 Energy Design: Gestaltung und Innovation in Bestandsgebäuden 595
Bernhard Sommer, Ulrich Pont, Malgorzata Sommer-Nawara,
Galo Patricio Moncayo Asan
- D Materialtechnische Tabellen**
- D 1 Materialtechnische Tabellen für den Brandschutz 623
Nina Schjerve
- D 2 Materialtechnische Tabellen 661
Rainer Hohmann

Inhaltsverzeichnis

Vorwort III

Autor:innenverzeichnis XXI

A Allgemeines und Normung

A 1 Nachhaltigkeit und Klimaschutz im Hochbau – vom Energieverbrauch in der Nutzung zur Lebenszyklusanalyse 1

Özlem Özdemir, Carina Hartmann, Karina Krause, Annette Hafner

1	Einführung – jetzt handeln	3	3.3	Aktuelle Trends	11
1.1	Hintergrund	3	3.3.1	Nachhaltigkeitsbewertung (QNG)	11
1.2	Klimaschutz und Ressourcenschonung	3	3.3.2	Umsetzung im GEG	11
2	Nachhaltigkeitsbewertung im Hochbau	4	4	Beispielhafte Bewertung im Wohnungsbau	12
2.1	Begriffsdefinition und Entwicklung des Begriffs	4	4.1	Rahmenbedingungen	12
2.2	Nachhaltigkeitszertifizierung	5	4.1.1	Lebenszyklusanalyse von Gebäuden	12
2.2.1	Zertifizierungssysteme der ersten Generation „Green Buildings“	6	4.1.2	Gebäuderahmenbedingungen	12
2.2.2	BREEAM	6	4.1.3	Umweltindikatoren	13
2.2.3	LEED	6	4.2	Gebäudeübersicht	13
2.3	Zertifizierungssysteme der zweiten Generation DGNB, NaWoh, BNB, BNK	6	4.3	Einbezug von Nutzerstrom und Einbezug/Bewertung der Photovoltaikanlage	13
2.3.1	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB)	6	4.4	Sonderthema „Gebäude mit Kellergeschoss“	14
2.3.2	Bewertungssystem Nachhaltigen Bauens (BNB)	7	4.4.1	Repräsentative Gebäude	14
2.3.3	Nachhaltiger Wohnungsbau (NaWoh)	7	5	Ergebnisse	14
2.3.4	Bewertungssystem Nachhaltiger Kleinwohnhausbau (BNK)	7	5.1	LCA-Ergebnisse GWP	14
3	Klimaschutzaspekte in der Nachhaltigkeitsbewertung	8	5.2	LCA-Ergebnisse PENRT	16
3.1	Bewertung der ökologischen Qualität im Rahmen der Nachhaltigkeitsbewertung	8	5.3	Sensitivitätsanalyse zum Energieverbrauch im Betrieb einschließlich Modul B6.3	17
3.1.1	Energie	8	5.4	Ergebnisse Sonderthema „Gebäude mit Kellergeschoss“	18
3.1.2	Emissionen	8	5.4.1	LCA-Ergebnisse GWP	18
3.1.3	Schadstoffe	8	5.4.2	Vergleich der Ergebnisse zukunftsorientiertes/konventionelles Gebäude	18
3.1.4	Flächeneinsparung/Flächenversiegelung	9	5.4.3	Vergleich der Ergebnisse BGF/NRF	18
3.1.5	Wasser	9	5.4.4	Vergleich mit/ohne Keller	19
3.1.6	Nachwachsende Rohstoffe	10	5.4.5	Schlussfolgerung	20
3.2	Kernthema Lebenszyklusbetrachtung (LCA)	10	6	Diskussion und Schlussfolgerung	20
3.2.1	LCA Normung	10	7	Fazit	21
3.2.2	Lebenszyklusphasen	10		Literatur	21

A 2	Lebenszyklus von Gebäuden – die Zukunft des Bauens	25		
	Gunnar Clemenz, Thomas Putscher			
1	Einleitung	27	3.2	Ökobilanz im Rahmen der Nachhaltigkeitszertifizierung
2	Regulierung zur Energieeinsparung von Gebäuden	27	3.2.1	LEED – Leadership in Energy and Environmental Design
2.1	Wärmeschutzverordnung	27	3.2.2	BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method
2.2	Heizungsanlagen- und Heizungsbetriebsverordnung	28	3.2.3	DGNB/BNB
2.3	Energieeinsparverordnung	28	3.2.4	TQB – Total Quality Building Assessment
2.4	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz	28	3.2.5	MINERGIE-ECO
2.5	Gebäudeenergiegesetz	28	3.3	Eingabedaten für die Ökobilanz
2.6	Auswirkungen von Energiestandards in der Nutzungsphase eines Gebäudes	29	3.4	Relevanz der Grauen Emissionen
3	Umweltwirkung im Lebenszyklus von Gebäuden	30	4	Ausblick
3.1	Grundlagen der Gebäude-Ökobilanzierung	31		Literatur
				40
A 3	Klimagerechtes Bauen	43		
	Thorsten Schütze			
1	Einleitung	45	3.2.1	Energieeffizienz
2	Grundlagen des klimagerechten Bauens	46	3.2.2	Erneuerbare Energieproduktion
2.1	Klimafaktoren	46	3.2.3	Wassereffizienz und Nährstoffrecycling
2.2	Klimazonen und bauliche Anforderungen	47	3.2.4	Vegetation und Begrünung
2.2.1	Feuchtwarme Klimazonen	47	4	Informationen und Planungswerkzeuge
2.2.2	Trockenheiße Klimazonen	50	4.1	Nichtklimatische Informationen
2.2.3	Gemäßigte Klimazonen	54	4.2	Klimadaten
2.2.4	Kalte Klimazonen	56	4.3	Planungsinstrumente
3	Klimagerechte Nullemissionsgebäude	59	4.3.1	Analoge Planungsinstrumente
3.1	Baustoffe und Komponenten	60	4.3.2	Digitale Planungsinstrumente
3.2	Gebäudebetrieb	61		Literatur
				79
A 4	Die Ermittlung der Ressourceneffizienz und der Klimabelastung von Bauwerken	83		
	Clemens Mostert, Husam Sameer, Stefan Bringezu			
1	Einleitung	85	2.1.5	BNB – Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen
2	Ökologische Bewertung von Gebäuden mit Ressourcen- und Klimafußabdrücken	86	2.1.6	EPD – Umweltproduktdeklaration
2.1	Ressourcennutzung in Bewertungssystemen für Nachhaltigkeit im Baubereich	86	2.2	Ökobilanzielle Bestimmung von Fußabdrücken
2.1.1	BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method	86	2.3	Ressourcenfußabdrücke
2.1.2	CASBEE – Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency	86	2.3.1	Materialfußabdruck
2.1.3	DGNB – Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen	86	2.3.2	Energiefußabdruck
2.1.4	LEED – Leadership in Energy and Environmental Design	87	2.3.3	Wasserfußabdruck
			2.4	Klimafußabdruck
			3	Anwendungsbeispiele
			3.1	Beton
			3.1.1	Einführung
			3.1.2	Methode
			3.1.3	Ergebnisse
			3.1.4	Zusammenfassung

3.2	Außenwandaufbauten	97	3.4.3	Ergebnisse	106
3.2.1	Einführung	97	3.4.3.1	Entsorgungsphase (C1–C3)	106
3.2.2	Methode	97	3.4.3.2	Herstellung	
3.2.3	Ergebnisse	97		von Recycling-Gesteinskörnung	107
3.2.4	Zusammenfassung	99	3.4.3.3	Betonherstellung	107
3.3	Technologievergleich		3.4.4	Zusammenfassung	108
	Heizungssysteme	100	3.5	Fußabdruckanalyse mit Building	
3.3.1	Einleitung	100		Information Modeling (BIM)	109
3.3.2	Methode	100	3.5.1	Einleitung	109
3.3.3	Ergebnisse	102	3.5.2	Methode	110
3.3.4	Zusammenfassung	104	3.5.3	Ergebnisse	111
3.4	Maßnahmen der Kreislaufwirtschaft:		3.5.4	Zusammenfassung	112
	Betonrecycling	104	4	Zusammenfassung und Ausblick	112
3.4.1	Einleitung	104		Literatur	114
3.4.2	Methodik	104			

B Dämmstoffe

B 1 Dämmstoffe im Bauwesen 119

Wolfgang M. Willems, Kai Schild

1	Physikalische Grundlagen	123	2.3.2	Bindemittel	141
1.1	Wärmeschutz	123	2.3.3	Stützfasern	141
1.1.1	Wärmeleitfähigkeit λ	123	2.3.4	Zusätze für Brand- und	
1.1.2	Wärmedurchlasswiderstand R	126		Feuchteschutz	142
1.1.3	Spezifische Wärmekapazität c	126	2.4	Entwicklung der Dämmschichtdicken in	
1.1.4	Temperaturleitzahl a	127		Dach und Wand in den europäischen	
1.1.5	Physik der Wärmedämmung	127		Ländern	142
1.2	Feuchteschutz	128	3	Beschreibung von Dämmstoffen	143
1.2.1	Wasserdampf-Diffusionswiderstands-		3.1	Aerogel	143
	zahl μ	128	3.1.1	Herstellung und Hintergrund-	
1.2.2	Wasserdampfdiffusionsäquivalente			informationen	143
	Luftschichtdicke s_d	129	3.1.2	Anwendungsbereiche und	
1.2.3	Auswahl der Wasserdampf-Diffusions-			Verarbeitung	144
	widerstandszahl μ für den Nachweis		3.1.3	Charakteristische Kenngrößen	
	nach Glaser	129		„Aerogel“	144
1.3	Schallschutz	129	3.1.4	Gesundheitliche und ökologische	
1.3.1	Schallabsorptionsgrad	129		Aspekte	144
1.3.2	Schallabsorptionsfläche A	130	3.2	Baumwolle	144
1.3.3	Längenbezogener Strömungs-		3.2.1	Herstellung und Hintergrund-	
	widerstand r	130		informationen	144
1.3.4	Dynamische Steifigkeit s'	131	3.2.2	Anwendungsbereiche und	
1.3.5	Dynamischer Elastizitätsmodul E_{Dym}	131		Verarbeitung	145
1.4	Brandschutz	131	3.2.3	Charakteristische Kenngrößen	
1.4.1	Baustoffklassen nach DIN 4102-1	131		„Baumwolle“	146
1.4.2	Benennung des Brandverhaltens nach		3.2.4	Gesundheitliche und ökologische	
	DIN EN 13501-1	132		Aspekte	146
1.5	Rohdichte	135	3.3	Blähglas	146
2	Dämmstoffe im Bauwesen	136	3.3.1	Herstellung und Hintergrund-	
2.1	Dämmstoffübersicht	136		informationen	146
2.2	Aspekte für die Auswahl von		3.3.2	Anwendungsbereiche und	
	Dämmstoffen	136		Verarbeitung	147
2.2.1	Baukonstruktive Aspekte	136	3.3.3	Charakteristische Kenngrößen	
2.2.2	Bauphysikalische Aspekte	136		„Blähglas“	147
2.2.3	Ökologische Aspekte	136	3.3.4	Gesundheitliche und ökologische	
2.2.4	Ökonomische Aspekte	140		Aspekte	147
2.3	Zusatzstoffe	140	3.4	Blähton	148
2.3.1	Treibmittel	140			

- 3.4.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 148
- 3.4.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 148
- 3.4.3 Charakteristische Kenngrößen „Blähton“ 149
- 3.4.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 149
- 3.5 Flachs 149
- 3.5.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 149
- 3.5.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 150
- 3.5.3 Charakteristische Kenngrößen „Flachs“ 150
- 3.5.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 150
- 3.6 Getreidegranulat 150
- 3.6.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 150
- 3.6.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 151
- 3.6.3 Charakteristische Kenngrößen „Getreidegranulat“ 151
- 3.6.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 151
- 3.7 Hanf 152
- 3.7.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 152
- 3.7.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 152
- 3.7.3 Charakteristische Kenngrößen „Hanf“ 153
- 3.7.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 153
- 3.8 Holzfaser 153
- 3.8.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 153
- 3.8.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 154
- 3.8.3 Charakteristische Kenngrößen „Holzfaser“ 154
- 3.8.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 154
- 3.9 Holzwolle-Leichtbauplatten und Holzwolle-Mehrschichtplatten 155
- 3.9.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 155
- 3.9.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 156
- 3.9.3 Charakteristische Kenngrößen „HWL“ 157
- 3.9.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 157
- 3.10 Kalziumsilikat 157
- 3.10.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 157
- 3.10.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 158
- 3.10.3 Charakteristische Kenngrößen „Kalziumsilikat“ 158
- 3.10.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 158
- 3.11 Kokos 159
- 3.11.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 159
- 3.11.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 159
- 3.11.3 Charakteristische Kenngrößen „Kokos“ 159
- 3.11.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 159
- 3.12 Kork 160
- 3.12.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 160
- 3.12.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 160
- 3.12.3 Charakteristische Kenngrößen „Kork“ 161
- 3.12.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 161
- 3.13 Melaminharzschaum 161
- 3.13.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 161
- 3.13.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 162
- 3.13.3 Charakteristische Kenngrößen „Melaminharz“ 162
- 3.13.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 162
- 3.14 Mineralschaum 162
- 3.14.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 162
- 3.14.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 163
- 3.14.3 Charakteristische Kenngrößen „Mineralschaum“ 163
- 3.14.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 163
- 3.15 Mineralwolle 164
- 3.15.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 164
- 3.15.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 165
- 3.15.3 Charakteristische Kenngrößen „Mineralwolle“ 165
- 3.15.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 165
- 3.16 Perlite 166
- 3.16.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 166
- 3.16.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 166
- 3.16.3 Charakteristische Kenngrößen „Perlite“ 167
- 3.16.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 167
- 3.17 Phenolharz 167

- 3.17.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 167
- 3.17.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 167
- 3.17.3 Charakteristische Kenngrößen „Phenolharz“ 168
- 3.17.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 168
- 3.18 Polyesterfaser 168
- 3.18.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 168
- 3.18.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 168
- 3.18.3 Charakteristische Kenngrößen „Polyesterfaser“ 169
- 3.18.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 169
- 3.19 Polystyrol, expandiert (EPS) 169
- 3.19.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 169
- 3.19.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 170
- 3.19.3 Charakteristische Kenngrößen „EPS“ 171
- 3.19.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 171
- 3.20 Polystyrol, extrudiert (XPS) 171
- 3.20.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 171
- 3.20.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 172
- 3.20.3 Charakteristische Kenngrößen „XPS“ 173
- 3.20.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 173
- 3.21 Polyurethan (PUR, Hartschaum und Ortschaum) 173
- 3.21.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 173
- 3.21.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 174
- 3.21.3 Charakteristische Kenngrößen „PUR“ 174
- 3.21.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 175
- 3.22 Pyrogene Kieselsäure 175
- 3.22.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 175
- 3.22.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 175
- 3.22.3 Charakteristische Kenngrößen „Pyrogene Kieselsäure“ 175
- 3.22.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 176
- 3.23 Schafwolle 176
- 3.23.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 176
- 3.23.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 176
- 3.23.3 Charakteristische Kenngrößen „Schafwolle“ 177
- 3.23.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 177
- 3.24 Schaumglas 177
- 3.24.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 177
- 3.24.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 178
- 3.24.3 Charakteristische Kenngrößen „Schaumglas“ 178
- 3.24.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 179
- 3.25 Schilfrohr 179
- 3.25.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 179
- 3.25.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 179
- 3.25.3 Charakteristische Kenngrößen „Schilfrohr“ 180
- 3.25.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 180
- 3.26 Seegras 180
- 3.26.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 180
- 3.26.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 180
- 3.26.3 Charakteristische Kenngrößen „Seegras“ 180
- 3.26.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 181
- 3.27 Stroh 181
- 3.27.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 181
- 3.27.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 181
- 3.27.3 Charakteristische Kenngrößen „Stroh“ 182
- 3.27.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 182
- 3.28 Transparente Wärmedämmung 182
- 3.28.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 182
- 3.28.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 182
- 3.28.3 Charakteristische Kenngrößen „TWD“ 183
- 3.28.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 183
- 3.29 Vacuum Insulating Sandwich (VIS) 183
- 3.29.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 183
- 3.29.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 185
- 3.29.3 Charakteristische Kenngrößen „VIS“ 185
- 3.29.4 Gesundheitliche und ökologische Aspekte 185
- 3.30 Vakuuminisulationspaneele (VIP) 185
- 3.30.1 Herstellung und Hintergrundinformationen 185
- 3.30.2 Anwendungsbereiche und Verarbeitung 187

3.30.3	Charakteristische Kenngrößen „VIP“	188	3.32.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung	189
3.30.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte	188	3.32.3	Charakteristische Kenngrößen „Zellelastomere“	190
3.31	Vermiculite	188	3.32.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte	190
3.31.1	Herstellung und Hintergrundinformationen	188	3.33	Zellulose	190
3.31.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung	188	3.33.1	Herstellung und Hintergrundinformationen	190
3.31.3	Charakteristische Kenngrößen „Vermiculite“	189	3.33.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung	191
3.31.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte	189	3.33.3	Charakteristische Kenngrößen „Zellulose“	191
3.32	Zellelastomere	189	3.33.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte	192
3.32.1	Herstellung und Hintergrundinformationen	189		Literatur	192

B 2 Nachhaltige Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen im Bauwesen 197
 Peter Schmidt, Saskia Windhausen

1	Einleitung	199	3.3.3	Schwelverhalten	211
2	Eigenschaften nachhaltiger Dämmstoffe	200	3.3.4	Anforderungen an Dämmstoffe als Hohlraumdämmung	211
2.1	Marktanteile	201	3.3.5	Schwelen und Glimmen	212
2.2	Primärenergieinhalt, CO ₂ -Emissionen	201	4	Physikalische Grundlagen und Kennwerte	212
2.3	Rohstoffe, Transport	202	4.1	Rohdichte	212
2.4	Schädliche Inhaltsstoffe	202	4.2	Wärmeschutztechnische Kennwerte	212
2.5	Entsorgung, Rückführung in die natürlichen Stoffkreisläufe, Wiederverwertung	202	4.3	Feuchteschutztechnische Kennwerte	213
2.6	Zertifizierung und Gütesiegel	202	4.4	Brandschutztechnische Eigenschaften	213
2.7	Vor- und Nachteile	203	4.5	Schallschutztechnische Eigenschaften	213
2.8	Anwendungsgebiete	203	4.6	Sonstige Eigenschaften	214
3	Anforderungen und Regelwerke	204	5	Nachhaltige Dämmstoffe	214
3.1	Anforderungen an den Wärmeschutz und äquivalente Dämmschichtdicken	204	5.1	Dämmstoffe aus Flachfasern	214
3.1.1	Energiesparender Wärmeschutz für zu errichtende Gebäude nach GEG	206	5.2	Dämmstoffe aus Hanffasern	214
3.1.2	Bestehende Gebäude	207	5.3	Holzfaserdämmplatten	215
3.1.3	Mindestwärmeschutz	208	5.4	Holzwohle-Leichtbauplatten	216
3.2	Anwendungsbezogene Anforderungen, Produktnormen und bauaufsichtliche Zulassungen	208	5.5	Kokosfaserplatten	217
3.3	Anforderungen an den Brandschutz	209	5.6	Korkplatten	217
3.3.1	Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen	209	5.7	Schafwolle	218
3.3.2	Anforderungen an das Brandverhalten von Bauteilen	210	5.8	Schilfrohrplatten	218
			5.9	Strohplatten	219
			5.10	Zellulose	219
			6	Zusammenfassung	220
				Literatur	221

B 3 Recycling von Wärmedämmstoffen 223
 Wolfgang Albrecht

1	Einführung	225	2.2	Europäische Ebene	225
2	Rahmenbedingungen	225	2.2.1	EU-Abfallrichtlinie	225
2.1	Politische Ziele	225	2.2.2	Europäische Bauproduktenverordnung	225

2.2.3	Europäische Chemikalienverordnung REACH	226	5.3.1.2	Wärmedämmplatten mit bis zu 100 % rückgeführten EPS-Abfällen	235
2.2.4	Stockholmer Übereinkommen (POP-Konvention)	226	5.3.1.3	Dämmestrich und sogenannter Styroporbeton	235
2.3	Nationale Gesetze und Verordnungen	226	5.3.2	Mechanisches Recycling	235
2.3.1	Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)	226	5.3.2.1	Selektive Extraktion	235
2.3.2	Abfallverzeichnisverordnung (AVV)	227	5.3.2.2	PolyStyreneLoop	236
3	Recyclingquote und Kreislaufwirtschaft am Bau	228	5.3.2.3	Rückbaumethoden für EPS an der Fassade	236
3.1	Abfallaufkommen Bau	228	5.3.2.4	Mechanisches Abschälen	237
3.2	Verarbeitungsmenge Kunststoffe am Bau	229	5.3.2.5	Maschinelles Abschälen	237
3.3	Recycling der Kunststoffabfälle aus Bau- und Abbruchabfällen	230	5.3.2.6	Prognose über Rückbaumengen von EPS aus WDVS	238
4	Dämmstoffmarkt	230	5.3.3	Chemisches Recycling von EPS durch Pyrolyse	239
5	Recycling von Dämmstoffen	231	5.4	Extrudiertes Polystyrol (XPS)	240
5.1	Steinwolle	232	5.4.1	Baustellenabfälle	240
5.1.1	Rückgeführte Steinwolle von Baustellen	232	5.4.2	Abfälle aus Dachsanierungen und Abbruchabfälle	240
5.1.2	Verwertung von Steinwolle-Abfällen als Bergversatz	233	5.4.3	PolyStyreneLoop	240
5.2	Glaswolle	233	5.5	Polyurethan-Hartschaum (PU)	241
5.2.1	Rückgeführte Glaswolle von Baustellen	233	5.5.1	PU-Recyclingplatten	241
5.2.2	Rücknahme von Glaswolle-Abfällen von Kleinunternehmen und Do-it-Yourself-Kunden	234	5.5.2	PU-Dosenrecycling	241
5.3	Expandierte Polystyrol (EPS)-Dämmstoffe	234	5.5.3	Baustellen-Verschnittabfälle	241
5.3.1	Werksstoffliche Verwertung	234	5.5.4	Biomasse-Bilanz-Ansatz als Sekundärrohstoff	241
5.3.1.1	Wärmedämmplatten mit kleiner rückgeführten EPS-Abfällen	234	5.6	Phenolharz-Hartschaum (PF)	242
			5.7	Holzfaserdämmstoffe (WF)	242
			5.8	Mineralische Dämmplatten	242
			6	Weitere Entwicklung und Ausblick	242
				Literatur	243

C Konstruktionen und Baustoffe

C1 Aufstockung versus Abriss und Neubau – Vergleich von ökologischen und ökonomischen Auswirkungen 245
Annette Hafner, Michael Storck

1	Aufstockungen aus Sicht des nachhaltigen Bauens	247	6	Beschreibung der Vergleichsvarianten	251
1.1	Flächeninanspruchnahme	247	6.1	Beschreibung der Aufstockungsmaßnahme	251
1.2	Energetische Sanierung des Bestandes	247	6.2	Beschreibung der Neubaumaßnahme	252
1.3	Weiternutzung von bestehenden Strukturen	248	7	Vergleich der Ökobilanzergebnisse	252
2	Wohnraumpotenziale von Aufstockungen	248	7.1	Ökobilanzergebnisse Aufstockung	252
3	Problemstellung Abriss-Neubau gegenüber Aufstockung	248	7.2	Ökobilanzergebnisse Abriss-Neubau	254
4	Ökologische Bilanzierung von Aufstockungsmaßnahmen	249	8	Vergleich der Lebenszykluskosten	256
5	Lebenszykluskostenrechnung von Aufstockungsmaßnahmen	250	8.1	Lebenszykluskostenergebnisse Aufstockung	256
			8.2	Lebenszykluskostenergebnisse Abriss-Neubau	256
			9	Zusammenfassende Bewertung	257
				Literatur	258

C2 Nachhaltiger Betonbau 259

Michael Haist, Konrad Bergmeister, Nabil A. Fouad, Manfred Curbach, Macielle Vivienne Deiters, Patrick Forman, Jesko Gerlach, Tobias Hatzfeld, Jannik Hoppe, Benjamin Kromoser, Peter Mark, Christoph Müller, Harald S. Müller, Christoph Scope, Tobias Schack, Matthias Tietze, Klaus Voit

- | | | | | | |
|---------|---|-----|---------|--|-----|
| 1 | Einführung | 263 | 4.2 | Optimierungsgestütztes Entwerfen und Bemessen | 314 |
| 2 | Nachhaltigkeitsbewertung | 265 | 4.2.1 | Einführung | 314 |
| 2.1 | Ökobilanzierung von Baustoffen und Bauwerken | 265 | 4.2.2 | Topologische Optimierung | 314 |
| 2.1.1 | Methoden der Ökobilanzierung | 265 | 4.2.3 | Materialgerechte Steuerung | 316 |
| 2.1.2 | Gewichtung von Indikatoren | 268 | 4.2.4 | Innere Bewehrungsfindung | 317 |
| 2.2 | Nachhaltigkeitszertifizierungssysteme | 268 | 4.2.5 | Hohlkörper in Platten und Wänden | 318 |
| 2.3 | Umweltverträglichkeit | 271 | 4.3 | Aspekte der Herstellung und Bauverfahren material-effizienter Bauteile | 318 |
| 2.4 | Bauphysikalische Aspekte der Nachhaltigkeitsbewertung | 271 | 4.3.1 | Produktivität des Bausektors | 319 |
| 3 | Nachhaltigkeit auf der Baustoffebene | 271 | 4.3.2 | Herstellungsmethoden | 319 |
| 3.1 | Einführung | 271 | 4.3.2.1 | Massenfertigung von Betonfertigteilen | 319 |
| 3.2 | Beton | 272 | 4.3.2.2 | Herstellung von individuellen Betonfertigteilen und Kleinserien | 320 |
| 3.2.1 | Grundsätze zur Herstellung umwelt- und ressourceneffizienter Betone | 272 | 4.3.2.3 | Stationäre Verfahren mit fester Einzelschalung | 320 |
| 3.2.2 | Betonausgangsstoffe und deren Verfügbarkeit | 274 | 4.3.2.4 | Fließfertigung oder Umlauffertigung | 320 |
| 3.2.2.1 | Bindemittel und Betonzusatzstoffe | 274 | 4.3.2.5 | Extrusionsverfahren | 321 |
| 3.2.2.2 | Normalschwere Gesteinskörnungen | 283 | 4.3.2.6 | Additive Fertigungsverfahren | 322 |
| 3.2.2.3 | Leichte Gesteinskörnungen | 286 | 4.3.3 | Herstellungsort von Betonfertigteilen | 323 |
| 3.2.2.4 | Betonzusatzmittel | 288 | 4.3.4 | Automatisierte Herstellung von strukturoptimierten Betonfertigteilen | 323 |
| 3.2.3 | Mischungsentwicklung umwelt- und ressourceneffizienter Betone | 288 | 4.4 | Materialeffiziente Bauteile aus Carbonbeton | 324 |
| 3.2.4 | Eigenschaften ökologisch optimierter Normalbetone | 289 | 4.4.1 | Einführung in die Carbonbetonbauweise | 324 |
| 3.2.4.1 | Frischbetoneigenschaften | 289 | 4.4.2 | Abgrenzung Carbonbeton zu Stahl- und Faserbetonen | 325 |
| 3.2.4.2 | Mechanische Eigenschaften | 294 | 4.4.3 | Regulatorischer Druck | 325 |
| 3.2.4.3 | Dauerhaftigkeit | 296 | 4.4.4 | Ausgewählte Fallstudienresultate für Carbonbeton | 326 |
| 3.2.4.4 | Umweltwirkungen | 300 | 4.4.5 | Carbonbeton als kreislauffähiges Material | 330 |
| 3.2.5 | Eigenschaften von Leicht- und Wärmedämmbetonen | 302 | 4.4.6 | Multifunktionalität von Carbonbeton | 331 |
| 3.2.5.1 | Überblick | 302 | 4.5 | Bauphysikalische Eigenschaften und bauphysikalische Bemessung von Betonbauteilen | 333 |
| 3.2.5.2 | Planung von Projekten mit Leicht- und Wärmedämmbetonen | 304 | 4.5.1 | Wärmeschutz | 333 |
| 3.2.5.3 | Ökobilanzielle Bewertung von Leicht- und Wärmedämmbetonen | 305 | 4.5.1.1 | Winterlicher Wärmeschutz | 333 |
| 3.3 | Bewehrung | 305 | 4.5.1.2 | Thermische Trägheit | 333 |
| 3.3.1 | Einführung | 305 | 4.5.2 | Feuchteschutz | 334 |
| 3.3.2 | Betonstahl | 305 | 4.5.3 | Schallschutz | 335 |
| 3.3.3 | Carbonfasern für Carbonbeton | 308 | 4.5.3.1 | Anforderungen an den Schallschutz von Gebäuden | 335 |
| 3.3.3.1 | Eigenschaften von Carbonfasern | 309 | 4.5.3.2 | Luftschallschutz bzw. Luftschalldämmung | 335 |
| 3.3.3.2 | Ökobilanzielle Betrachtungen von carbonbasierten Bewehrungen | 309 | 4.5.3.3 | Trittschalldämmung | 336 |
| 3.3.3.3 | Einordnung und Vorteilhaftigkeit der Carbonbewehrung | 309 | 4.5.4 | Brandschutz | 336 |
| 3.4 | Einflüsse aus Herstellung, Transport und Einbau des Betons | 310 | 5 | CO ₂ -Bilanzierung über den Bauwerkslebenszyklus | 337 |
| 4 | Nachhaltigkeit auf der Bauteil- und Bauwerksebene | 312 | | | |
| 4.1 | Einführung | 312 | | | |

5.1	Nutzungsdauer eines Bauwerks	338	6	Zusammenfassung	348
5.2	Ermittlung des GWP über den Bauwerkslebenszyklus	338		Literatur	350
5.3	Beispiel: Autobahnbrücke	340			
C3	Ganzheitliche Ökobilanzierung von Wohnquartieren in Holzbauweise	365			
	Sven Steinbach, Carolin Schulze, Christoph Kunde				
1	Hintergrund	367	3.1.4.4	Ergebnisdarstellung nach QNG	385
2	Charakterisierung der Untersuchungsvarianten	367	3.2	Ergebnisse der Ökobilanzierung	385
2.1	Architekturkonzepte	367	3.2.1	Ökobilanzierung der Baukonstruktion	385
2.1.1	Gebäudetypen des Vorhabens A	368	3.2.2	Ökobilanzierung der technischen Anlagen	387
2.1.2	Gebäudetyp des Vorhabens B	368	3.2.3	Ökobilanzierung der Energieversorgung	388
2.2	Konstruktionsvarianten	369	3.2.4	Gesamtbilanzierung der Untersuchungsvarianten	391
2.2.1	Charakterisierung der Konstruktionsvarianten	369	3.2.5	Ergebnisdiskussion und Ausblick	395
2.2.1.1	Vollholz-Bauweise (VH)	369	4	Einfluss von Forstwirtschaft und Regionalität auf das Treibhauspotenzial	396
2.2.1.2	Holz-Hybrid-Bauweise (HY)	369	4.1	Einfluss forstwirtschaftlicher Produktionsvarianten	396
2.2.1.3	Massivbauweise Kalksandstein (KS)	370	4.1.1	Methodik	396
2.2.2	Charakterisierung der Bauteile	370	4.1.2	Vergleich forstwirtschaftlicher Produktionsvarianten	397
2.2.2.1	Außenwände	371	4.1.2.1	Effizienzvariante	397
2.2.2.2	Innenwände	372	4.1.2.2	Ineffizienzvariante	397
2.2.2.3	Zwischendecken	372	4.1.2.3	Standardvariante	398
2.2.2.4	Dächer	372	4.1.2.4	Vergleich der forstlichen Produktionsvarianten	399
2.2.2.5	Bodenplatte	374	4.1.2.5	Ergebnisdiskussion der forstwirtschaftlichen Einflüsse	399
2.2.2.6	Kellerbauteile	374	4.2	Einfluss der Regionalität	400
2.2.2.7	Sonstige Bauteile	374	4.2.1	Methodik	400
2.3	Versorgungsvarianten der untersuchten Bauvorhaben	375	4.2.2	Vergleich unterschiedlicher Transportdistanzen zum Errichtungsort	401
2.3.1	Versorgungsvarianten Vorhaben A	375	4.2.3	Ergebnisdiskussion regionaler Einflüsse	401
2.3.2	Versorgungsvarianten Vorhaben B	377	4.3	Potenziale und Auswirkungen einer verstärkten Holznutzung im mehrgeschossigen Wohnungsbau auf die Strukturen des ländlichen Raumes	403
2.3.3	Ermittlung des Endenergiebedarfs der Gebäudetypen	378	5	Wirtschaftlichkeitsuntersuchung	404
2.3.4	Energetische Einordnung der Versorgungsvarianten	378	5.1	Methodik	404
2.4	Übersicht der Untersuchungsvarianten	379	5.1.1	Normative Grundlage	404
3	Ökobilanzierung	380	5.1.2	Ermittlung der Herstellungskosten	404
3.1	Methodik	380	5.1.3	Ermittlung der Nutzungskosten	405
3.1.1	Normative Grundlage	380	5.1.4	Dynamische Investitionsrechnung	407
3.1.2	Systemgrenzen	381	5.1.5	Berücksichtigung möglicher Umweltkosten	407
3.1.2.1	Systemgrenzen der Gebäudeerfassung	381	5.2	Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung	408
3.1.2.2	Systemgrenzen des Lebenszyklus	381			
3.1.3	Datengrundlage	382			
3.1.3.1	Ökobilanzierung der Materialien	382			
3.1.3.2	Ökobilanzierung der Energieversorgung	382			
3.1.3.3	Nutzungsdauer der Bauteile	383			
3.1.4	Besonderheiten nach Vorgehen des QNG	384			
3.1.4.1	Bilanzierung der technischen Anlagen	384			
3.1.4.2	Einbeziehung des Nutzerstroms in die Ökobilanz	384			
3.1.4.3	Bilanzierung der Photovoltaik	385			

5.2.1	Herstellungskosten der Untersuchungsvarianten	408	5.2.4	Einfluss möglicher Umweltkosten	411
5.2.2	Nutzungskosten der Untersuchungsvarianten	409	5.2.5	Ergebnisdiskussion und Ausblick	413
5.2.3	Dynamischer Investitionsvergleich der Untersuchungsvarianten	411	6	Fazit	414
				Literatur	415
C 4	Bewertung von Bauelementen und Baustoffen für nachhaltiges Bauen				417
	Jörn Peter Lass, Christoph Seehauser, Jürgen Benitz-Wildenburg				
1	Klimawandel fordert energetisch optimierte Gebäude	419	4.4	CO ₂ -Fußabdruck	431
2	Die Zukunft fordert eine nachhaltige und kreislauffähige Wirtschaft	420	4.4.1	Produkt CO ₂ -Fußabdruck (Product Carbon Footprint – PCF)	433
2.1	Nationale Regelwerke	421	4.4.2	CO ₂ -Fußabdruck für Unternehmen (Corporate Carbon Footprint – CCF)	433
2.2	Vorgaben und Strategien der EU (Green Deal)	422	4.5	Flüchtige organische Verbindungen (VOC – volatile organic compound)	434
3	Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden	422	4.6	Zertifizierung von Holzprodukten aus nachhaltigen Wäldern (FSC und PEFC)	435
3.1	BNB – Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen	422	4.7	Produktpass Nachhaltigkeit	436
3.2	DGNB – Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen	423	5	Nachhaltigkeitsberichte	438
3.3	LEED – Leadership in Energy and Environmental Design	424	6	Bessere Material- und Ressourceneffizienz durch „Lean and Green“	438
3.4	BREEAM – BRE Environmental Assessment Method	424	7	Schutz vor Klimaextremen (Resilienz)	439
4	Anforderungen und Nachweise an Bauprodukte	424	7.1	Hochwasserschutz	439
4.1	Product Category Rules (PCR)	425	7.2	Hitzeschutz	441
4.2	Ökobilanz (LCA)	425	7.2.1	Sonnenschutz	441
4.3	Umweltproduktdeklaration (EPD)	427	7.2.2	Nachtauskühlung	442
4.3.1	Muster-EPD	430	7.3	Schutz vor Stürmen, Tornados und Starkwindereignissen	443
4.3.2	Produktspezifische EPD	431	8	Fazit	444
				Literatur	445
C 5	Vakuumglasintegration in Bestands- und Neufenster				447
	Ulrich Pont, Peter Schober, Magdalena Wölzl, Matthias Schuss				
1	Einleitung	449	2	Angewandte Methoden	458
1.1	Überblick	449	2.1	Baukonstruktives Wissen aus dem Fensterbau	458
1.2	Begriffsdefinition Vakuumglas	450	2.2	Thermische Simulation und Berechnung	458
1.3	Geschichte der Vakuumglas- Entwicklung	451	2.2.1	Eingangswerte	458
1.4	Aktuelle Vakuumgläser am Glasmarkt	453	2.2.2	Indikatoren	459
1.5	Herausforderungen und Fragestellungen bei der Vakuumglasintegration in Bestands- fenster und neue Fenster	453	2.3	U-Wert-Berechnungen (im Projekt FIVA)	460
1.5.1	Einfluss von Abstandhaltern und Rand- verbund auf die thermische Performance der Vakuumglasscheiben	453	2.4	Labor-Messungen (mechanische, akustische, thermische Performance)	461
1.5.2	Beobachtungen und Voraussetzungen für erfolgreiches Zusammenwirken unterschiedlicher Stakeholder	456	2.4.1	Gebrauchstauglichkeitsmessungen	461
1.6	Forschungsprojekte zum Thema Vakuum- glas-Integration in Fenster	457	2.4.2	Differenzklimauntersuchung	461
			2.4.3	Schalltechnische Performance	461
			2.5	In-situ-Monitoring (thermische Performance)	461
			3	Vakuumgläser für Bestandsfenster	462

- 3.1 Das Sondierungsprojekt VIG-SYS-RENO 462
- 3.2 Das kooperative Forschungs- und Entwicklungsprojekt VAMOS 464
- 4 Vakuumgläser für neue Fensterkonstruktionen 467
- 4.1 Das Sondierungsprojekt MOTIVE 467
- 4.2 Das kooperative Forschungs- und Entwicklungsprojekt FIVA 468
- 4.2.1 Die vier Fensterprototypen 468
- 4.2.1.1 Typ A – raumseitig flächenbündiges, nach innen öffnendes Dreh-Fenster 469
- 4.2.1.2 Typ B – nach außen öffnendes Parallel-Abstell-Dreh-Fenster 470
- 4.2.1.3 Typ C – Schwing-Klapp-Fenster 472
- 4.2.1.4 Typ D – Abstell-Schiebe-Fenster 474
- 4.2.2 Performanceaspekte der Fensterprototypen 475
- 4.2.2.1 Thermohygrische und Gebrauchstauglichkeits-Performance Typ A 475
- 4.2.2.2 Thermohygrische und Gebrauchstauglichkeits-Performance Typ B 476
- 4.2.2.3 Thermohygrische Performance Typ C 477
- 4.2.2.4 Thermohygrische und Gebrauchstauglichkeits-Performance Typ D 477
- 4.2.2.5 Zusammenfassung thermische Performance der Prototypen 478
- 4.2.3 Subjektive Evaluierung der Fensterprototypen 478
- 5 Zusammenfassung, Schlussfolgerungen und Ausblick 479
- 6 Disclaimer 480
- Literatur 480
- C6 Cross Layers Light – Ein ressourceneffizientes und recyclebares Holz-Wandssystem 483**
Markus Duffner, Thomas Uibel, Leif A. Peterson, Wilfried Moorkamp
- 1 Einleitung 485
- 2 Entwurf der Wandelemente 485
- 2.1 Randbedingungen 485
- 2.2 Konstruktionsprinzip 485
- 2.3 Ermittlung der Tragfähigkeit und Steifigkeit der Wandelemente 486
- 3 Untersuchungen der Verbindungen 486
- 3.1 Verbindungsvarianten 486
- 3.2 Experimentelle Untersuchungen 487
- 3.2.1 Material und Methode 487
- 3.2.2 Ergebnisse und Diskussion 488
- 4 Trag- und Verformungsverhalten der Wandelemente 489
- 4.1 Varianten der Wandelemente 489
- 4.2 Vertikale Tragfähigkeit 494
- 4.3 Plattentragfähigkeit 494
- 4.4 Horizontale Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit 494
- 4.5 Parameterstudie 495
- 4.6 Experimentelle Untersuchungen an Wandelementen 495
- 4.6.1 Material und Methode 495
- 4.6.2 Ergebnisse 496
- 4.6.3 Diskussion und Schlussfolgerung 496
- 5 Brandschutz 497
- 6 Bauphysikalische Eigenschaften 498
- 6.1 Luftdichtigkeit 498
- 6.2 Wärmedurchgangskoeffizient 498
- 6.3 Feuchteschutz 499
- 7 Zusammenfassung und Ausblick 500
- Literatur 500
- C7 Nachhaltige Gebäudetechnologie in Forschung und Entwicklung 503**
Marco Wolf, Martin Buchholz, Arno Schlüter, Philipp Geyer
- 1 Einleitung 505
- 2 Anforderungsprofile für Gebäudeenergiesysteme 505
- 2.1 Europäisches Anforderungsprofil 505
- 2.2 Technologisch resultierendes und zu erwartendes Anforderungsprofil 508
- 3 Techniken zur Wärme-, Kälte- und Feuchteconditionierung 508
- 3.1 Klimatische Behaglichkeit 508
- 3.2 Exergetische Optimierung 509
- 3.3 Wärmepumpen 509
- 3.4 Grenzen der Energiebereitstellung 511
- 3.5 Feuchteschutz und Komfort durch Raumlufttechnik 512
- 3.6 Offene Absorptionsprozesse 512
- 4 Forschungsschwerpunkte und Anwendungsszenarien offener Absorptionsprozesse 514
- 4.1 Anwendungsfall Luftfeuchteregulierung 514
- 4.2 Anwendungsfall präzise Steuerung eines Feuchtesollwertes 515
- 4.3 Anwendungsfall Raumheizung 515
- 4.4 Anwendungsfall Wärmeversorgung 516
- 4.5 Anwendungsfall Kühlung 517

4.6	Demonstrator zur sorptionsgestützten Klimatisierung von Gebäuden	519	6	Wärme-/Kälteerzeugung und Verteilung	Übersicht	524
4.7	Simulation von offenen Absorptionsprozessen	519	6.1	Wärmeabgabe und -aufnahme im Raum		524
5	Design und Integration von LowEx-Gebäudesystemen	520	6.2	Integration durch digitale, modellbasierte Prozesse		526
5.1	Einleitung	520	7	Zusammenfassung und Ausblick		528
5.2	Fallstudie Nest HiLo	521		Literatur		529
5.3	LowEx-Systeme in HiLo	521				
5.4	Übersicht	522				
C8	Solar Decathlon Europe 2022 – Bauphysikalische Ergebnisse von Demonstrationsgebäuden					531
	Karsten Voss, Heiko Hansen, Marvin Kaliga, Isil Kalpkirmaz Rizaoglu					
1	Einführung	533	6	Luftdichtheit		544
2	Messen und Bewerten	534	6.1	Konzeption		544
3	Gebäudeeigenschaften	534	6.1.1	Bewertungskriterien und Messtechnik		544
4	Raumklimatische Analysen	536	6.1.2	Präparation des Messvolumens		545
4.1	Außenklima	536	6.2	Ergebnisse der Luftdichtheitsmessungen		545
4.2	Raumklima	536	6.3	Erfahrungen		546
4.2.1	Temperatur	538	7	Schallschutz		546
4.2.2	Luftfeuchte	540	7.1	Konzeption		546
4.2.3	Luftqualität	540	7.1.1	Bewertungskriterien und Messtechnik		546
4.3	Erfahrungen	540	7.1.2	Messdurchführung		547
5	Co-heating Test	541	7.2	Ergebnisse der Messungen der Fassadenschalldämmung		547
5.1	Motivation	541	7.3	Erfahrungen		548
5.2	Durchführung	542	8	Ausblick		549
5.3	Ergebnisse	542		Literatur		549
5.4	Erfahrungen	544				
C9	Planung, Ausführung und Betriebserfahrung eines Plus-Energie-Bürohochhauses					551
	Alexander David, Thomas Bednar, Markus Leeb, Helmut Schöberl					
1	Einleitung	553	4.4	Photovoltaik		568
2	Entstehungsgeschichte	554	4.5	Energiemonitoring		572
3	Planung	557	4.6	Inbetriebnahme		574
3.1	Rahmenbedingungen	557	4.7	Begleitung der Nutzer:innen in der Umstellung der EDV		578
3.2	Energiekonzept	557	5	Betriebserfahrung und Monitoring-ergebnisse		580
3.2.1	Lokales Angebot an Strom und Wärme	557	5.1	Erkenntnisse aus dem Betrieb		580
3.2.2	Energieeffizienz	558	5.2	Ergebnisse des Energiemonitorings		583
3.2.3	Energiebilanz	563	6	Wirtschaftlichkeit		590
3.2.4	Nicht realisierbares Potenzial	564	7	Zusammenfassung		591
3.3	Ausschreibung	564		Literatur		592
4	Ausführung	565				
4.1	Bautechnik	565				
4.2	Gebäudetechnik	566				
4.3	Ausstattung der Räume ohne Arbeitsplatzgeräte	567				

C 10 Energy Design: Gestaltung und Innovation in Bestandsgebäuden 595

Bernhard Sommer, Ulrich Pont, Malgorzata Sommer-Nawara, Galo Patricio Moncayo Asan

- | | | | | | |
|-----|---|-----|-------|--|-----|
| 1 | Einleitung | 597 | 2.6 | Errichtung des Mock-ups | 607 |
| 1.1 | Hintergrund und Motivation | 597 | 2.6.1 | Einrichten des Monitorings | 607 |
| 2 | Das Projekt EVA – Evaluierung Visionärer
Architekturkonzepte | 599 | 2.6.2 | Kalibrierung der Räume | 608 |
| 2.1 | Stand der Technik und Begriffe | 599 | 2.6.3 | Entwicklung und Ausführung MU1 | 609 |
| 2.2 | Auswahl eines Ansatzes für eine
Sanierungsaufgabe | 600 | 2.7 | Durchführen von Testreihen zum
klimatischen Verhalten | 612 |
| 2.3 | Umsetzungsplanung | 601 | 2.8 | Testreihe mit inaktiven Elementen | 613 |
| 2.4 | Site-Analysis, Data-Visualisation,
Interaction-Design | 603 | 2.9 | Testreihe mit aktiven Elementen | 615 |
| 2.5 | Konzeptionelle Grundlagen der
Umsetzungsplanung | 605 | 3 | Erkenntnisse | 619 |
| | | | 4 | Ausblick | 619 |
| | | | | Literatur | 621 |

D Materialtechnische Tabellen**D 1 Materialtechnische Tabellen für den Brandschutz 623**

Nina Schjerve

- | | | | | | |
|-----|--|-----|-----|---|-----|
| 1 | Einleitung | 625 | 2.4 | Heizwerte | 634 |
| 1.1 | Relevanz von Materialdaten | 625 | 2.5 | Lagerungsdichte und m-Faktoren | 641 |
| 1.2 | Prüfverfahren ausgewählter
Materialdaten | 625 | 2.6 | Luftbedarf | 644 |
| 1.3 | Einheiten und Einheiten-
Konvertierung | 626 | 2.7 | Verbrennungseffektivität und
Verbrennungsanteile | 645 |
| 2 | Stoffdaten | 626 | 2.8 | Zusätzliche Stoffdaten für
Kunststoffe | 649 |
| 2.1 | Zündtemperaturen und Entzündungs-
kriterien | 626 | 2.9 | Flächenbezogene Brandleistung und
Brandentwicklung | 652 |
| 2.2 | Abbrand | 631 | | Literatur | 658 |
| 2.3 | Brandausbreitung | 633 | | | |

D 2 Materialtechnische Tabellen 661

Rainer Hohmann

- | | | | | | |
|---|---|-----|---|--|-----|
| 1 | Vorbemerkungen | 663 | 3 | Schallschutztechnische und akustische
Kennwerte | 703 |
| 2 | Wärme- und feuchtetechnische
Kennwerte | 665 | | Literatur | 715 |

Stichwortverzeichnis 716

Autor:innenverzeichnis

Albrecht, Wolfgang, Dipl.-Ing.

Studium der Physikalischen Technik an der FH München, ab 1981 im Forschungsinstitut für Wärmeschutz (FIW) München in den Bereichen Messung der Wärmeleitfähigkeit, Dämmstoffüberwachung und Forschung tätig, 2000–2012 Leiter der Abteilung Dämmstoffe im Hochbau, 2012–2021 Leiter der Abteilung Zertifizierung, seit 2021 freier Mitarbeiter beim FIW München, Mitarbeit in der Expert Group for Thermal Insulation des europäischen Keymark-Systems.

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. München, Lochhamer Schlag 4, 82166 Gräfelfing

Bednar, Thomas, Univ.-Prof.-Dipl.-Ing. Dr.techn.

Studium der Technischen Physik TU Wien, 2000 Promotion am LS Bauphysik der TU Wien, seit 2007 Prof. für Bauphysik an der TU Wien.

Technische Universität Wien, Institut für Werkstofftechnologie, Bauphysik und Bauökologie, Forschungsbereich für Bauphysik, Karlsplatz 13/207-02, 1040 Wien/Österreich

Benitz-Wildenburg, Jürgen, Dipl.-Ing.

Schreiner, Holzbauingenieur und Marketingexperte, seit 38 Jahren in der Holz- und Fensterbranche tätig, Leiter des Bereichs PR & Kommunikation am ift Rosenheim, Lehrbeauftragter, Referent und Autor.

ift Rosenheim GmbH, Theodor-Gietl-Str. 7–9, 83026 Rosenheim

Bergmeister, Konrad, o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Dr.phil. DDR.-Ing. E. h. M.Sc. PhD

Bauingenieurstudium und Promotion Univ. Innsbruck, Forschungsaufenthalte an Univ. of Texas at Austin, Kath. Univ. of Leuven, Univ. Stuttgart, seit 1990 als Bauingenieur tätig, seit 1993 Univ.-Prof. am Inst. für Konstruktiven Ingenieurbau, Wien.

Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Konstruktiven Ingenieurbau, Peter Jordan-Str. 82, 1190 Wien/Österreich

Bringezu, Stefan, Prof. Dr.

Studium der Biologie, Promotion im Bereich der Ökosystemforschung, Univ. Bayreuth, Habilitation am FB Umwelt und Gesellschaft der TU Berlin, vorherige Tätigkeiten an der Univ. Bayreuth, beim Umweltbundesamt, am Wuppertal Inst. und der Univ. Dortmund (stellv. Leitung des LS Versorgungssysteme und planerischer Umweltschutz), seit 2011 Professor für Nachhaltiges Ressourcenmanagement, Univ. Kassel, Spre-

cher des Center for Environmental System Research im Kassel Institute for Sustainability.

Universität Kassel, Center for Environmental Systems Research (CESR), Wilhelmshöher Allee 47, 34117 Kassel

Buchholz, Martin, Dr.-Ing.

Studium Landschafts- und Umweltplanung TU Berlin, Promotion zu solarbetriebenen geschlossenen Gewächshaussystemen im urbanen Kontext, Gründungsgesellschafter und Geschäftsführer der Watergy GmbH, Forschungsverantwortlicher am Fachgebiet Gebäudetechnik und Entwerfen der TU Berlin, Initiator zahlreicher EU- und national geförderter Forschungsprojekte zum gewächshausintegrierten Wasserrecycling, zur Gebäudeklimatisierung und zu urbanen Energienetzen, diesbezügliche Patente, Innovationspreise (Ricardo Carmona Award (2006), Climate KIC Innovators Award (2016), „Watt D’Or“ des Schweizer Bundesamtes für Energie (2020)), Platz 2 beim Buckminster Fuller Challenge 2010.

Watergy GmbH, Siedlerweg 19, 16303 Schwedt/Oder

Clemenz, Gunnar, Dipl.-Ing. M.Sc.

Bauingenieurstudium an der HS Karlsruhe, Studium Technisches Gebäudemanagement an der FH Mainz, 2003–2006 Projektleiter bei Weisenburger Bau GmbH, Karlsruhe, seit 2006 Geschäftsführender Gesellschafter der dieBauingenieure-Gruppe, Karlsruhe, seit 2011 DGNB Senior Auditor, seit 2016 Sachverständiger für Nachhaltiges Bauen (BNB Koordinator), dieBauingenieure – Zertifizierung GmbH, seit 2020 Prüfsachverständiger für energetische Gebäudeplanung Berlin-Brandenburg.

dieBauingenieure – Bauphysik GmbH, Wattstr. 1, 76185 Karlsruhe

Curbach, Manfred, Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h.

Bauingenieurstudium Univ. Dortmund, 1987 Promotion Univ. Karlsruhe, 1988–1994 Projektleiter im Ing.büro Köhler+Seitz, 1994 Berufung auf die Professur für Massivbau an der TU Dresden, seit 1997 Prüflingenieur, 1999–2011 Sprecher SFB 528, seit 2005 Partner im Büro Curbach Bösch Ing.Partner, 2006–2010 Prorektor der TU Dresden, seit 2011 Sprecher SPP 1542, 2012–2020 Fachkollegiat der DFG, seit 2013 Sprecher C³, seit 2020 Sprecher SFB/TRR 280.

Technische Universität Dresden, Fakultät Bauingenieurwesen, Institut für Massivbau, Helmholtzstr. 10, 01069 Dresden

David, Alexander, M.Sc.

Bachelorstudium Urbane Erneuerbare Energietechnologien und Masterstudium Erneuerbare Urbane Energiesysteme FH Technikum Wien, seit 2015 wiss. Mitarbeiter und seit 2017 Doktoratsstudent an der TU Wien.

Technische Universität Wien, Institut für Werkstofftechnologie, Bauphysik und Bauökologie, Forschungsbereich für Bauphysik, Karlsplatz 13/207-02, 1040 Wien/Österreich

Deiters, Macielle Vivienne, M.Sc.

Studium der Geowissenschaften an der Georg-August-Univ. Göttingen, 2019–2021 Umweltconsulting und Projektmanagement bei der Fugro Germany Land GmbH, seit 2021 wiss. Mitarbeiterin am Inst. für Baustoffe an der Leibniz Univ. Hannover.

Leibniz Universität Hannover, Institut für Baustoffe, Appelstr. 9A, 30167 Hannover

Duffner, Markus, Dipl.-Ing.

Bauingenieurstudium am Karlsruher Inst. für Technologie (KIT), 2011–2015 angestellt bei der Ingenieurgruppe Bauen GbR, Karlsruhe, seit 2015 wiss. Mitarbeiter und Institutskoordinator an der FH Aachen, Inst. für Baustoffe und Baukonstruktionen, 2019–2020 tätig bei Ligna Systems Deutschland GmbH, Aachen.

FH Aachen, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baustoffe und Baukonstruktionen (IBB), Bayernallee 9, 52066 Aachen

Forman, Patrick, Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium mit der Vertiefung „Konstruktiver Ingenieurbau“ an der Ruhr-Univ. Bochum, seit 2010 wiss. Mitarbeiter und 2016 Promotion am LS für Massivbau der Ruhr-Univ. Bochum, seit 2020 Geschäftsführer des Schwerpunktprogramms 2187 „Adaptive Modulbauweisen mit Fließfertigungsmethoden“.

Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Massivbau, Universitätsstr. 150, 44780 Bochum

Fouad, Nabil A., Univ.-Prof. Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium Ain Shams Univ. Kairo, wiss. Mitarbeiter am Inst. für Stahlbetonbau; wiss. Mitarbeiter und Promotion am Inst. für Baukonstruktionen und Festigkeit der TU Berlin; seit 2001 Prof. an der Leibniz Univ. Hannover, Leiter des Inst. für Bauphysik; ö. b. u. v. Sachverständiger für Bauphysik und vorbeugenden Brandschutz; Geschäftsführer der 3B Bauconsult GmbH, Hannover.

Leibniz Universität Hannover, Institut für Bauphysik (IfBP), Appelstr. 9A, 30167 Hannover

Gerlach, Jesko, Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium an der Leibniz Univ. Hannover, 2011–2017 wiss. Mitarbeiter am Inst. für Baustoffe der Leibniz Univ. Hannover, Promotion am Inst. für Baustoffe der Leibniz Univ. Hannover, 2017–2021 akad. Rat am Inst. für Baustoffe der Leibniz Univ. Hannover, seit 2021 Holcim (Deutschland) GmbH.

Holcim (Deutschland) GmbH, Hannoversche Straße 28, 31319 Sehnde-Höver

Geyer, Philipp, Prof. Dr.-Ing.

Seit 2022 Heisenbergprofessor für nachhaltige Gebäudesysteme an der Leibniz Univ. Hannover, 2019–2021 Gastprofessor für Digitale Architektur und Nachhaltigkeit, TU Berlin, 2014–2019 Assistenzprofessor Architectural Engineering, KU Leuven in Belgien, 2010–2014 Postdoc und Wissenschaftler an der ETH Zürich und der TU München, seit 2021 Vorsitzender der European Group for Intelligent Computing in Engineering (eg-ice), Gutachter für die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) und die Deutsche Bundestiftung Umwelt (DBU) sowie mehrere int. führende wiss. Zeitschriften.

Leibniz Universität Hannover, Institut für Entwerfen und Konstruieren, Herrenhäuser Straße 8, 30419 Hannover

Hafner, Annette, Univ.-Prof. Dr.-Ing.

Architektin, Leiterin des LS Ressourceneffizientes Bauen an der Ruhr-Univ. Bochum, Arbeitsschwerpunkte sind die Umsetzung von ressourcenschonenden Baukonstruktionen, Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen und nachhaltiges Bauen, die Ökobilanzierung von Gebäuden und dem Beitrag, den das Bauwesen zu Klimaschutz und Ressourcenschonung leistet, beteiligt an Forschungsprojekten im Bereich des nachhaltigen und ressourceneffizienten Bauens, Mitglied im wiss. Beirat für Waldpolitik beim BMEL sowie weiteren wiss. Beiräten, Arbeitsgruppen und Jurys.

Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Ressourceneffizientes Bauen IC 5/161, Universitätsstr. 150, 44801 Bochum

Haist, Michael, Prof. Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium Univ. Karlsruhe (TH), 2001–2009 wiss. Mitarbeiter Univ. Karlsruhe, dort 2009 Promotion am LS für Baustoffe und Betonbau, 2009–2016 und 2018 Oberingenieur am Inst. für Massivbau und Baustofftechnologie, 2016–2017 Visiting Scientist am Massachusetts Inst. of Technology MIT, Cambridge, USA, seit 2019 Prof. für Baustoffe an der Leibniz Univ. Hannover; Obmann des TA „Nachhal-

tig Bauen mit Beton“ des DAfStb; Co-Convener TG 4.8 „Low Carbon Concrete Structures“ in fib.

Leibniz Universität Hannover, Institut für Baustoffe,
Appelstr. 9A, 30167 Hannover

Hansen, Heiko, Dipl.-Phys. Ing.

Studium der Technischen Physik an der Univ. Wuppertal, seit 1993 im Bereich der Bauphysik beratend tätig, beratender Ingenieur der Ingenieurkammer-Bau NRW, seit 2002 öffentl. best. u. vereid. Sachverständiger für Schallschutz im Hochbau (IHK Wuppertal-Solingen-Remscheid), staatlich anerkannter Sachverständiger für Schall- und Wärmeschutz der Ingenieurkammer-Bau NRW, Tätigkeiten als Lehrbeauftragter an der Univ. Wuppertal und HS Bochum.

Hansen + Partner Ingenieure GmbH,
Lise-Meitner-Str. 1-3, 42119 Wuppertal

Hartmann, Carina, M.Sc.

Architektin, seit 2020 tätig als wiss. Mitarbeiterin an der Ruhr-Univ. Bochum, am LS für Ressourceneffizientes Bauen bei Prof. Hafner, Projektmitarbeit in unterschiedlichen Forschungsprojekten zur Bewertung der nachhaltigen und effizienten Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen im deutschen Bausektor, Entwicklung und Berechnung von Benchmarks für den Gebäudebereich sowie Betreuung der Lehre.

Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für
Ressourceneffizientes Bauen IC 5/161,
Universitätsstr. 150, 44801 Bochum

Hatzfeld, Tobias, Dipl.-Wirt.-Ing.

2013–2020 Studium des Wirtschaftsingenieurwesens an der TU Dresden, seit 2021 wiss. Mitarbeiter und Promotion am Inst. für Integriertes Management von Materialflüssen und Ressourcen der Univ. der Vereinten Nationen (UNU-FLORES) und an der Professur für BWL, insb. Nachhaltigkeitsmanagement und Betriebliche Umweltökonomie der TU Dresden, Schwerpunkt Nachhaltigkeitsbewertung im Projekt SFB/TRR 280 E01.

United Nations University, Institute for Integrated Management of Material Fluxes and of Resources (UNU-FLORES), Ammonstrasse 74, 01067 Dresden

Hohmann, Rainer, Prof. Dr.-Ing.

Professor für Bauphysik an der FH Dortmund, Mitglied im Sachverständigenausschuss „Bauwerks- und Dachabdichtung“ des DIBt, Obmann im DIN-Ausschuss der DIN 18197 „Abdichten von Fugen in Beton mit Fugenbändern“ und der DIN 18541 „Fugenbänder aus thermoplastischen Kunststoffen zur Abdichtung von Fugen in Ortbeton“, Mitglied im DAfStb-

Ausschuss „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ sowie in den DBV-Arbeitskreisen „Injektions-schlauchsysteme und quellfähige Einlagen für Arbeits-fugen“, „Hochwertige Nutzung von Untergeschossen“ und „Beschichtete Fugenbleche“.

Fachhochschule Dortmund, Fachbereich Architektur,
Fachgebiet Bauphysik, Emil-Figge-Straße 40,
44047 Dortmund

Hoppe, Jannik, M.Sc.

Bauingenieurstudium mit der Vertiefung „konstruktiver Ingenieurbau“ an der Univ. Duisburg-Essen, seit 2021 wiss. Mitarbeiter am LS für Massivbau der Ruhr-Univ. Bochum.

Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Massivbau,
Universitätsstr. 150, 44801 Bochum

Kaliga, Marvin, B.Sc.

Architekturstudium an der Univ. Wuppertal, 2020–2021 tätig in div. Architekturbüros, seit 2020 Masterstudiengang Architektur Univ. Wuppertal, seit 2021 wiss. Hilfskraft an der Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen, LS für Bauphysik und technische Gebäudeausrüstung in Forschung und Lehre und im Projekt „Urban Decathlon Europe“.

Bergische Universität Wuppertal, Fakultät für
Architektur und Bauingenieurwesen,
Pauluskirchstraße 7, 42285 Wuppertal

Kalpkirmaz Rizaoglu, Isil, M.Sc. Arch.

Architektur- und Stadtplanungsstudium der Umwelt- und Bautechnik an der TU Istanbul, 2013–2018 in verschiedenen Architekturbüros und Bauunternehmen in Istanbul tätig, seit 2019 wiss. Mitarbeiter an der Univ. Wuppertal, Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen, in Forschung und Lehre im Projekt „Urban Solar Decathlon“, seit 2020 Promotion zum Thema performance-based design.

Bergische Universität Wuppertal, Fakultät für
Architektur und Bauingenieurwesen,
Pauluskirchstraße 7, 42285 Wuppertal

Krause, Karina, Dr.-Ing.

Umweltingenieurin, seit 2014 wiss. Mitarbeiterin des LS Ressourceneffizientes Bauen an der Ruhr-Univ. Bochum, Mitarbeit in Forschungsprojekten zur Nachhaltigkeitsbewertung, Ressourceneffizienz sowie nachhaltiger Vorgaben zur Verknüpfung mit Grundstücksvergaben und Qualitätssicherung bis zur Entwurfsplanung sowie Betreuung der Lehre.

Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für
Ressourceneffizientes Bauen IC 5/161,
Universitätsstr. 150, 44801 Bochum

Kromoser, Benjamin, Univ.-Prof. Priv. Doz. Dipl.-Ing. Dr.techn.

2017–2011 Bauingenieurwesenstudium an der TU Wien, 2012–2018 wiss. Mitarbeiter am Inst. für Tragkonstruktionen/TU Wien; 2015 Promotion, 2016 Forschungsaufenthalt am ILEK an der Univ. Stuttgart, seit 2014 als Bauingenieur tätig, seit 2018 Prof. an der Univ. für Bodenkultur Wien, seit 2022 Leiter des Inst. für Hochbau, Holzbau und kreislaufgerechtes Bauen.

Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Hochbau, Holzbau und kreislaufgerechtes Bauen, Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien/Österreich

Kunde, Christoph, M.Sc.

Studium des Facility- und Immobilienmanagements an der HS Anhalt, seit 2018 am Inst. für Bauphysikalische Qualitätssicherung der FH Erfurt, im Rahmen der laufenden Promotion an der Bauhaus-Univ. Weimar Beschäftigung mit der ökonomischen und ökologischen Lebenszyklusuntersuchung von Gebäuden, u. a. auch Nachhaltigkeitsbetrachtungen.

Fachhochschule Erfurt, Institut für Bauphysikalische Qualitätssicherung, Altonaer Straße 25, 99085 Erfurt

Lass, Jörn P., Prof.

Glaser und Fensterbauer, Studium der Holztechnik, leitende Funktionen bei einem Systemgeber sowie Fenster- und Fassadenherstellern, danach 14 Jahre im ift Rosenheim in den Bereichen Forschung, Prüfung, Güteüberwachung, Normung und Zertifizierung tätig, 2014–2020 Prof. an der TH Rosenheim, Studienrichtung Gebäudehülle, seit 2020 Institutsleiter im ift Rosenheim.

ift Rosenheim GmbH, Theodor-Gietl-Str. 7–9, 83026 Rosenheim

Leeb, Markus, FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.

Bauingenieurstudium TU Wien, 2009–2014 wiss. Mitarbeiter an der TU Wien, 2021 Promotion am Forschungsbereich für Bauphysik der TU Wien, 2013–2020 Senior Lecturer an der FH Salzburg, Smart Building, seit 2020 Forschungsleiter an der FH Salzburg, Smart Building.

Fachhochschule Salzburg GmbH – Smart Building, Urstein Süd 1, 5412 Puch bei Hallein/Österreich

Mark, Peter, Prof. Dr.-Ing. habil.

Bauingenieurstudium an der Ruhr-Univ. Bochum, 1997 Promotion und 2006 Habilitation am LS und Inst. für Stahlbeton- und Spannbetonbau der Ruhr-Univ. Bochum, seit 2007 Beratender Ingenieur, Prüfung. für Baustatik und Partner der Ing.-Büro Grassl

GmbH, Düsseldorf, seit 2009 Univ.-Prof. für Massivbau an der Ruhr-Univ. Bochum, seit 2018 Koordinator des Schwerpunktprogramms 2187 „Adaptive Modulbauweisen mit Fließfertigungsverfahren“.

Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Massivbau, Universitätsstr. 150, 44780 Bochum

Moncayo Asan, Galo Patricio, Mag. Arch. MFA

Senior Artist an der Abteilung für Energie Design der Univ. für angewandte Kunst Wien, Forschung und Lehre in den Bereichen Robotik, Sensorik und Adaptive Design, 2016–2020 visiting ass. Professor an der Estonian Academy of Arts (EKA) in Tallinn, zuvor ass. Prof. für Bildhauerei an der Indiana Univ. in Bloomington, als Visiting Artist und Dozent an div. Univ. in Nordamerika und Deutschland eingeladen, u. a. die Carnegie Mellon Univ. und die George Washington Univ.

Universität für angewandte Kunst, Oskar-Kokoschka-Platz 2, 1010 Wien/Österreich

Moorkamp, Wilfried, Prof. Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium an der Univ. Hannover, 1997–2002 wiss. Mitarbeiter und Lehrbeauftragter an der Univ. Hannover, 2002 Promotion am LS für Bautechnik und Holzbau der Univ. Hannover, 2002–2010 selbständig tätig als Tragwerksplaner und Lehrbeauftragter an der FH Hannover, seit 2010 Professor für Holzbau und Nachhaltiges Bauen an der FH Aachen, Nebentätigkeit im konstruktiven Ingenieurbau und als Gutachter.

FH Aachen, Fachbereich Bauingenieurwesen, Aachener Zentrum für Holzbauforschung (AZH), Bayernallee 9, 52066 Aachen

Mostert, Clemens, Dr.-Ing., MBA

Studium der Luft- und Raumfahrt mit Schwerpunkt Energietechnik an der Univ. Stuttgart, MBA-Studium an der Kassel Intern. Management School, Promotion zur Simulation von Stoff- und Energieflüssen am Fachgebiet Umweltgerechte Produkte und Prozesse der Univ. Kassel, Tätigkeiten beim DIHK, dem Forschungsnetzwerk deENet und einem anwendungsorientierten Forschungsinstitut, seit 2016 Habilitand am FB Umwelt- und Bauingenieurwesen und PostDoc am CESR der Univ. Kassel.

Universität Kassel, Center for Environmental Systems Research (CESR), Wilhelmshöher Allee 47, 34117 Kassel

Müller, Christoph, Prof. Dr.-Ing.

Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen, wiss. Mitarbeiter am Inst. für Bauforschung der RWTH Aachen (ibac), 2000 Promotion, seit 2000 im

Forschungsinstitut der Zementindustrie (FIZ) Düsseldorf, Mitglied in zahlreichen nationalen und internationalen Normungsgremien des Betonbaus, seit 2007 Leiter der Abt. Betontechnik, seit 2012 Geschäftsführer VDZ Technology gGmbH und seit 2014 Honorarprof. an der Ruhr-Univ. Bochum (RUB).

VDZ Technology gGmbH, Toulouser Allee 71, 40476 Düsseldorf

Müller, Harald S., Univ.-Prof. em. Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium, Diplom und Promotion an der Univ. Karlsruhe, bis 1988 Oberingenieur am Inst. für Massivbau und Baustofftechnologie, ab 1989 Direktor an der BAM (Berlin), von 1995–2017 Prof. für Baustoffe und Betonbau, Institutsleiter, Univ. Karlsruhe (heute: KIT Karlsruhe), 2012–2020 Fachkollegiat der DFG, seit 1998 öffentl. best. u. vereid. Sachverständiger für Beton- und Mauerwerksbau, Bauschäden und Bauphysik, Gründungspartner bei SMP Ingenieure im Bauwesen GmbH, Karlsruhe und Dresden.

SMP Ingenieure im Bauwesen GmbH,
Stephanienstr. 102, 76133 Karlsruhe

Özdemir, Özlem, Dr.-Ing.

Bauingenieurin, seit 2016 wiss. Mitarbeiterin an der Ruhr-Univ. Bochum, LS für Ressourceneffizientes Bauen, Mitarbeit in Forschungsprojekten zur Bewertung der nachhaltigen und effizienten Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen im deutschen Bausektor, Entwicklung und Berechnung von Benchmarks für den Gebäudebereich, Ökobilanzierung von Gebäuden und Infrastrukturbauprojekten sowie Betreuung der Lehre.

Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für
Ressourceneffizientes Bauen IC 5/161,
Universitätsstr. 150, 44801 Bochum

Peterson, Leif Arne, Prof. Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium an der Leibniz-Univ. Hannover, 2007 Promotion am dortigen Inst. für Bauphysik, anschließend tätig als Akademischer Rat und Leiter der Abteilung Holzbau, 2012 Berufung an die FH Aachen, Tätigkeitsschwerpunkte: Stärkung des Holzbaus und der Bauphysik im konstruktiven Ingenieurbau, freiberufliche Ingenieur- und Gutachtertätigkeit, seit 2020 Mitarbeit im Ingenieurbüro Volkmann-Planung.

FH Aachen, Fachbereich Bauingenieurwesen,
Aachener Zentrum für Holzbauforschung (AZH),
Bayernallee 9, 52066 Aachen

Pont, Ulrich, Dipl.-Ing. Dr.techn.

Senior Scientist am und aktuell interimistischer Leiter des Forschungsbereichs Bauphysik und Bauökologie des Inst. für Architekturwissenschaften der TU Wien,

freiberuflicher Partner in einem Wiener Architekturbüro mit Spezialisierung auf energiebezogene und bauphysikalische Projekte, spezialisiert auf Gebäudeperformance-Kalkulation und Simulation.

Technische Universität Wien, Karlsplatz 13,
1040 Wien/Österreich

Putscher, Thomas, M.Sc.

Bauingenieurstudium an der BTU Cottbus-Senftenberg, Wirtschaftsingenieurstudium BTU Cottbus, DGNB Consultant, 2017–2020 Projektingenieur bei dieBauingenieure – Zertifizierung GmbH, seit 2020 Teamleiter für Zertifizierung bei dieBauingenieure – Zertifizierung GmbH.

dieBauingenieure – Zertifizierung GmbH,
Schlangenbader Str. 14, 14197 Berlin

Sameer, Husam, Dr.-Ing.

Studium Construction Management an der Univ. Baghdad, zuvor tätig als Bauleiter in verschiedenen Bau- und Infrastrukturprojekten, Promotion zur Entwicklung der wiss. Grundlagen einer ökobilanziellen Software zur Bestimmung der Ressourcen- und Klimafußabdrücke am Fachgebiet Nachhaltiges Ressourcenmanagement der Univ. Kassel, seit 2022 PostDoc am CESR der Univ. Kassel.

Universität Kassel, Center for Environmental Systems
Research (CESR), Wilhelmshöher Allee 47,
34117 Kassel

Schack, Tobias, Dr.-Ing.

Studium des Bau- und Umweltingenieurwesens (B.Sc.) und Konstruktiven Ingenieurbaus (M.Sc.) an der Leibniz Univ. Hannover, seit 2016 wiss. Mitarbeiter und 2022 Promotion am Inst. für Baustoffe der Leibniz Univ. Hannover, seit 2020 Leitung der Arbeitsgruppe „Betontechnologie“ am Inst. für Baustoffe der Leibniz Univ. Hannover.

Leibniz Universität Hannover, Institut für Baustoffe,
Appelstr. 9A, 30167 Hannover

Schild, Kai, Priv.-Doz. Dr.-Ing. habil.

Bauingenieurstudium an der Ruhr-Univ. Bochum (RUB), 1997–2003 wiss. Mitarbeiter am LS für Baukonstruktionen, Ingenieurholzbau und Bauphysik der RUB, 2002 Promotion, 2003–2007 wiss. Assistent der AG Baukonstruktionen und Bauphysik der RUB, 1997–2003 freiberufliche Tätigkeit, seit 2005 Mitglied im NA Wärmetransport, seit 2006 im NA Feuchteschutz beim DIN, 2005–2019 Gesellschafter der „Ingenieurgesellschaft Willems und Schild GmbH“, seit 2007 Akad. Rat am LS für Bauphysik und TGA der TU Dortmund, seit 2018 Akad. Oberrat, 2017 Ha-

bilitation und *venia legendi*, Gesellschafter und Geschäftsführer der „ENOTHERM GmbH“.

Technische Universität Dortmund, Lehrstuhl für Bauphysik und TGA, August-Schmidt-Straße 8, 44227 Dortmund

Schjerve, Nina, Dr.techn. Dipl.-Ing.

Studium der Architektur an der TU Wien, Mitarbeit in Architektur- und Ziviltechnikerbüros (Industriebau), 2002–2003 wiss. Mitarbeit am Inst. für Baustofflehre, Bauphysik und Brandschutz im FB Brandschutz, 2005–2012 Projektassistentin bzw. Univ. Assistentin am Inst. für Hochbau und Technologie, im FB Brandschutz der TU Wien, 2011 Promotion, seit 2010 diverse Vortragstätigkeiten, seit 2012 Brandschutz Fachplanung und Projektleitung, seit 2018 bei FSE Ruhrhofer & Schweitzer GmbH.

FSE Ruhrhofer & Schweitzer GmbH,
Mariahilferstraße 115/12, 1060 Wien/Österreich

Schlüter, Arno, Prof. Dr. Dipl.-Ing.

Seit 2014 Professor für Architektur und Gebäudesysteme am ITA, ETH Zürich und seit 2013 principal investigator am Singapore-ETH Future Cities Lab (FCL), Vorstandsmitglied des ETH Energy Science Centre, Studiendirektor des interdisziplinären Studienganges „Master of Integrated Building Systems“, von 2020–2021 Mitglied der Working Group Decarbonization of Buildings des European Academies Science Advisory Council (EASAC).

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH), Institut für Architektur, Stefano-Francini-Platz 1, 8049 Zürich/Schweiz

Schmidt, Peter, Prof. Dr.-Ing.

Studium Bauingenieurwesen, TU Braunschweig, ab 1989 wiss. Mitarbeiter am LS für Baukonstruktionen, Ingenieurholzbau und Bauphysik an der Ruhr-Univ. Bochum, 1994 Promotion, mehrjährige Tätigkeit in verschiedenen Planungsbüros, ab 1998 Leiter der Arbeitsgruppe Baukonstruktion, Ingenieurholzbau und Bauphysik, Univ. Siegen, Herausgeber und Autor verschiedener wiss. Publikationen in den Bereichen Baukonstruktion und Bauphysik.

Universität Siegen, Arbeitsgruppe Baukonstruktion, Ingenieurholzbau und Bauphysik,
Paul-Bonatz-Str. 9–11, 57076 Siegen

Schöberl, Helmut, DI

Bauingenieurstudium TU Wien, seit 1996 Geschäftsführer der Schöberl & Pöll GmbH, 1995–2000 Fachmitglied des Wiener Bauordnungsausschusses, Mitglied von Fachnormenausschüssen und Kontaktforum

zur Überarbeitung der OIB-Richtlinien, Lehrbeauftragter an der FH Wien, Vorträge im In- und Ausland, Umsetzung zahlreicher Passivhäuser und Plus-Energie-Gebäude sowie Forschungsprojekte, Staatspreise zu Nachhaltigkeit und Energietechnologien.

Schöberl & Pöll GmbH – Bauphysik und Forschung,
Lassallestraße 2/6–8, 1020 Wien/Österreich

Schober, Peter, Dipl.-HTL-Ing.

Abteilungsleiter Bautechnik und FB Fenster an der Holzforschung Austria, mehr als 40 Jahre Erfahrung in der Forschung, Prüfung sowie Entwicklung von Fenstern und Türen, deren Montage und Einbau, Durchführung einer Vielzahl an fachspezifischen F&E-Projekten.

Holzforschung Austria, Franz Grill-Straße 7,
1030 Wien/Österreich

Schulze, Carolin, M.A.

Architekturstudium an der HS Anhalt in Dessau, 2013 wiss. Mitarbeiterin an der HS Anhalt, später an der FH Erfurt im Bereich Bauklimatik und Bauphysik mit den Schwerpunkten Gebäudesimulation und energetische Bewertung von Gebäuden, seit 2019 Sprecherin des Inst. für Bauphysikalische Qualitätssicherung der FH Erfurt.

Fachhochschule Erfurt, Institut für Bauphysikalische Qualitätssicherung, Altonaer Straße 25, 99085 Erfurt

Schuss, Matthias, Assoc. Prof. Dipl.-Ing.
Dipl.-Ing. Dr.

Associate Professor am Forschungsbereich Bauphysik und Bauökologie des Inst. für Architekturwissenschaften der TU Wien, Studium der Elektrotechnik und des Bauingenieurwesens, Promotion über prädiktive Nachtlüftung, Spezialist auf den Gebieten Sensorik, Monitoring, Brandschutz und Gebäudediagnostik, Mitarbeit an zahlreichen wiss. Projekten, die sich mit verschiedenen Aspekten von Gebäudeperformance auseinandersetzen.

Technische Universität Wien, Karlsplatz 13,
1040 Wien/Österreich

Schütze, Thorsten, Dr.-Ing.

Architekturstudium FH Hamburg 1992–1998, 1998–2006 Lehrbeauftragter an der FH Wismar, FH Hamburg (Promotionsstelle 2002–2005) & HCU Hamburg, 2005 Promotion an der Fakultät für Architektur und Landschaft der Leibniz Univ. Hannover, seit 2006 freischaffender Architekt, 2006–2019 Partner von hwp-hullmann, willkomm & partner, 2006–2012 Assistant Prof. für Nachhaltiges Bauen an der TU Delft (Nieder-

lande), seit 2012 Prof. für Sustainable Architecture Integrated Design (SAID) an der Sungkyunkwan Univ.

Sungkyunkwan Universität, College of Engineering,
Department of Architecture, 2066 Seoburo,
16419 Suwon, Republic of Korea

Scope, Christoph, Dr.

2006–2009 Studium der Volkswirtschaftslehre
TU Dresden, 2009–2014 Siemens AG, 2015–2017 Al-
natura GmbH, seit 2018 wiss. Mitarbeiter TU Dres-
den, 2022 Promotion an der Professur für BWL, insb.
Nachhaltigkeitsmanagement und Betriebliche Um-
weltökonomie.

Technische Universität Dresden, Hülße-Bau, HÜL
189 (Südfügel), Helmholtzstraße 10, 01069 Dresden

Seehauser, Christoph, M.Sc.

Metallbauer, Studium der Umwelt-, Verfahrens- und
Energietechnik am Management Center Innsbruck,
danach bei Wasser Tirol (Tochterunternehmen der Ti-
roler Wasserkraft AG) beratend für die Tiroler Landes-
regierung bei Fragen zu Energiethemen/Energiemoni-
toring tätig, seit 2018 beim ift Rosenheim im Bereich
Nachhaltigkeitszertifizierung, CO₂-Fußabdrücke und
Umweltproduktdeklarationen (EPD).

ift Rosenheim GmbH, Theodor-Gietl-Str. 7–9,
83026 Rosenheim

Sommer, Bernhard, Arch. Dipl.-Ing.

Aufbau der Abteilung für Energie Design an der Univ.
für angewandte Kunst Wien mit Gastprofessor Brian
Cody, Leitung von Forschung und Lehre der Abtei-
lung, 2016–2020 Gastprofessor für energieeffizientes
Entwerfen an der Estonian Academy of Arts (EKA) in
Tallinn, 2006 Gründung des Büros „EXIKON Archi-
tektur und Nachhaltigkeit“ mit Malgorzata Sommer-
Nawara, 2019 Staatspreis für Architektur und Nach-
haltigkeit für die energetische, bauphysikalische und
ökologische Planung der Bundesschule Aspern.

Universität für angewandte Kunst,
Oskar-Kokoschka-Platz 2, 1010 Wien/Österreich

Sommer-Nawara, Malgorzata, Dipl.-Ing.

Tätig an den Forschungsprojekten der Abteilung Ener-
gie Design der Univ. für angewandte Kunst Wien,
Lehrbeauftragte am FH Campus Wien Green Build-
ing, der FH Joanneum in Graz und am Inst. für Hoch-
bau 2 der TU Wien, 2006 Gründung des Büros „EXI-
KON Architektur und Nachhaltigkeit“ mit Bernhard
Sommer, 2019 Staatspreis für Architektur und Nach-
haltigkeit für die energetische, bauphysikalische und
ökologische Planung der Bundesschule Aspern.

Universität für angewandte Kunst,
Oskar-Kokoschka-Platz 2, 1010 Wien/Österreich

Steinbach, Sven, Prof. Dr.-Ing.

Maschinenbaustudium mit der Vertiefung Prozess-
und Sensortechnik an der TU Ilmenau, danach wiss.
Mitarbeiter an der Bauhaus-Univ. Weimar, 2005–2010
Partner im Ingenieurbüro SRS-Ingenieure Weimar/
Zürich, seit 2010 Direktor des Inst. für Bauphysika-
lische Qualitätssicherung (IBQS), 2012 Berufung auf
die Professur Bauphysik an die HS Anhalt, seit 2017
Inhaber der Professur Energetische Bewertung an der
FH Erfurt.

Fachhochschule Erfurt, Institut für Bauphysikalische
Qualitätssicherung, Altonaer Straße 25, 99085 Erfurt

Storck, Michael, M.Sc.

Studium des Bauingenieurwesens, seit 2017 tätig als
wiss. Mitarbeiter an der Ruhr-Univ. Bochum, LS für
Ressourceneffizientes Bauen, Projektmitarbeit in un-
terschiedlichen Forschungsprojekten zur innerstädti-
schen Nachverdichtung sowie Betreuung der Lehre.

Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für
Ressourceneffizientes Bauen IC 5/153,
Universitätsstr. 150, 44801 Bochum

Tietze, Matthias, Dipl.-Wirtsch.-Ing. [FH], M.A.

Wirtschaftsingenieurstudium Bauwesen an der
HTWK Leipzig, 2007–2010 Projektgenieur bei VCL
GmbH (Leipziger Gruppe), 2010–2014 wiss. Mitarbei-
ter an der HTWK Leipzig, 2010–2013 Masterstudium
BWL an der HTWK Leipzig, seit 2014 wiss. Mitarbei-
ter an der TU Dresden, Strategieteam des C3 Carbon
Concrete Composite e. V., Kaufm. Geschäftsführung
im C3 Carbon Concrete Composite e. V.

Technische Universität Dresden, Institut für
Massivbau, 01062 Dresden

Uibel, Thomas, Prof. Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium an der Univ. Hannover,
2002–2012 wiss. Mitarbeiter am KIT, Holzbau und
Baukonstruktionen, 2012 Promotion, seit 2012 Pro-
fessor für Holzbau und Grundlagen konstruktiver
Ingenieurbau an der FH Aachen, Mitglied Spiegel-
ausschuss Holzbau im DIN NABau, Leiter AK 15
„EC 5 – Verbindungen und Befestigungsmittel“, Mit-
arbeiter CEN/TC 250/SC 5/WG 5 „Connections and
fasteners“, Vorstandsmitglied der Qualitätsgemein-
schaft Holzbrückenbau.

FH Aachen, Fachbereich Bauingenieurwesen,
Aachener Zentrum für Holzbauforschung (AZH),
Bayernallee 9, 52066 Aachen

Voit, Klaus, Ass.-Prof. MMMag. Dipl.-Ing. Dr.

Studium der Geografie und technischen Geologie an
der Univ. Wien und TU Wien, 2013 Promotion an der

Univ. für Bodenkultur Wien am LS für Konstruktiven Ingenieurbau, seit 2019 Assistenz-Prof. im FG Ingenieurgeologie an der Univ. für Bodenkultur Wien.

Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Angewandte Geologie, Peter-Jordan-Str. 82, 1190 Wien/Österreich

Voss, Karsten, Univ.-Prof. Dr.-Ing.

Maschinenbaustudium Univ. Karlsruhe, 12 Jahre wiss. Mitarbeiter am Fraunhofer-Inst. für Solare Energiesysteme, seit 2003 Professor für Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung, Leitung des Studienschwerpunktes „Nachhaltiges Bauen und Gebäudeperformance“, zahlreiche Forschungsprojekte und Veröffentlichungen auf den Gebieten der Gebäudeperformance und Gebäudesimulation, Tätigkeiten in der Internationalen Energieagentur.

Bergische Universität Wuppertal, Fakultät für Architektur & Bauingenieurwesen, Pauluskirchstraße 7, 42285 Wuppertal

Willems, Wolfgang M., Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil.

Bauingenieurstudium Univ. Essen, 1993 Promotion an der Ruhr-Univ. Bochum (RUB), 1999 Habilitation und *venia legendi*, Mitglied mehrerer Sachverständigenausschüsse beim DIBt, ab 2003 Leiter der Arbeitsgruppe Baukonstruktionen und Bauphysik an der RUB, 2005–2019 Gesellschafter der „Ingenieurgesellschaft Willems und Schild GmbH“, seit 2007 Ordinarius des LS für Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung an der TU Dortmund, Gesellschafter (seit 2008) und Geschäftsführer (seit 2020) der „ENOTHERM GmbH“, Mitglied im NA Wärmeschutz und NA Vakuumdämmung.

Technische Universität Dortmund, Lehrstuhl für Bauphysik und TGA, August-Schmidt-Straße 8, 44227 Dortmund

Windhausen, Saskia, Prof. Dr.-Ing.

Studium Bauingenieurwesen an der Ruhr-Univ. Bochum, der FH Köln und der Univ. Siegen, danach in Ingenieurbüros mit den Schwerpunkten Tragwerksplanung und Bauphysik. Ab 2015 wiss. Mitarbeiterin der Arbeitsgruppe Baukonstruktion, Ingenieurholzbau und Bauphysik an der Univ. Siegen, 2020 Promotion im Bereich der Bauphysik. Tätigkeiten als Gutachterin für Schäden an Gebäuden. Autorin verschiedener wiss. Publikationen. Seit 2021 Professorin für Bauingenieurwesen an der iu Internationale Hochschule.

iu Internationale Hochschule, Bonner Straße 271, 50968 Köln

Wolf, Marco, Dr.-Ing.

Studium des Bauingenieurwesens an der HS Magdeburg, 2007–2009 Mitarbeiter der ASSMANN BERATEN + PLANEN GmbH für das Fachgebiet Tragwerksplanung, danach Masterstudium der regenerativen Gebäudeenergiesysteme, 2010–2011 Entwicklungsingenieur bei der SOLVIS GmbH, 2016 Promotion an der Otto-von-Guericke Univ. Magdeburg mit den Schwerpunkten Tragkonstruktion, Bauphysik und Materialtechnologie, 2017–2022 Leitung des Fraunhofer Zentrums für leichte und umweltgerechte Bauten in Braunschweig, seit 2022 Wissenschaftler und Dozent an der Leibniz Univ. Hannover, verantwortlich für das Fachgebiet Nachhaltige Gebäudetechnik.

Leibniz Universität Hannover, Institut für Entwerfen und Konstruieren, Herrenhäuser Straße 8, 30419 Hannover

Wölzl, Magdalena, Dipl.-Ing. B.Sc.

Wiss. Mitarbeiterin am Forschungsbereich Bauphysik und Bauökologie der TU Wien, Arbeitsschwerpunkte im Bereich numerische Wärmebrückensimulation und im Bereich urbaner Hitzeinseln bzw. Antiversiegelungsmaßnahmen im urbanen Kontext.

Technische Universität Wien, Karlsplatz 13, 1040 Wien/Österreich

Herausgeber

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Nabil A. Fouad
Leibniz Universität Hannover
Institut für Bauphysik
Appelstraße 9a, 30167 Hannover

Verlag

Ernst & Sohn GmbH
Rotherstraße 21, 10245 Berlin
Tel. (030) 47031-200
E-Mail: info@ernst-und-sohn.de
www.ernst-und-sohn.de