

# 2024

# BAUPHYSIK KALENDER



Klimagerechtes Bauen  
Brandschutz



# 2024

# BAUPHYSIK KALENDER

---

**Klimagerechtes Bauen  
Brandschutz**

---

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

24. Jahrgang

Hinweis des Verlages

Die Recherche zum Bauphysik-Kalender ab  
Jahrgang 2001 steht im Internet zur Verfügung  
unter [www.ernst-und-sohn.de](http://www.ernst-und-sohn.de)

Titelfoto: CampusRO, Rosenheim  
Fotograf: Sigurd Steinprinz, Düsseldorf

Bauherrin: CampusRO Projektentwicklungs GmbH & Co. KG, Pullach i. Isartal  
Architektur und Entwurf: ACMS Architekten GmbH, Wuppertal  
Statik Holzbau, Bauakustik und Brandschutz: Pirmin Jung Deutschland GmbH, Augsburg  
Statik Massivbau und Architektur ab LP 6: Guggenbichler + Wagenstaller GbR, Rosenheim  
Wärmeschutz und KFW-Anträge: LEICHTphysics GmbH, Bad Aibling

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.

© 2024 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 978-3-433-30002-2  
ePDF ISBN 978-3-433-61175-3  
ePub ISBN 978-3-433-61174-6  
oBook ISBN 978-3-433-61170-8

## Vorwort

Der Klimaschutz spielt auf dem heutigen Bausektor eine wesentliche Rolle. Es wird insbesondere angesichts des Klimawandels und der knapper werdenden Ressourcen immer wichtiger, möglichst nachhaltige Gebäude zu errichten, die energiesparende und ressourcenschonende Qualitäten aufweisen. Hierfür sind die Maßnahmen zur Anpassung von Gebäuden an die Auswirkungen des Klimawandels im Gestaltungs- und Planungsprozess zu optimieren. Es hat sich gezeigt, dass die Bauphysik in diesem Zusammenhang wesentliche Aspekte abdecken kann.

Der Bauphysik-Kalender 2024 widmet sich dem Thema des klimagerechten Planens und Bauens von Gebäuden als auch von urbanen Räumen. Er soll sowohl für die Planung und Ausführung bei Neubauten als auch im Bestand eine aktuelle, verlässliche und praxisgerechte Arbeitsgrundlage auf diesem Gebiet schaffen und dabei helfen, bauphysikalische Prozesse zu verstehen und Potenziale von Konstruktionen gezielt auszu-schöpfen.

Die folgenden Inhalte werden vermittelt:

- Überblick über den aktuellen Stand der Technik und Forschung zu den Themen des umwelt- und klimagerechten sowie ressourceneffizienten und nachhaltigen Bauens;
- Beiträge zu gebräuchlichen und innovativen Dämmstoffen, insbesondere aus nachwachsenden Rohstoffen;
- Beiträge zu Lebenszyklusanalysen von Bauwerken sowie kreislaufgerechter Verwendung von Baustoffen und Bauelementen;
- Beiträge zum aktuellen Stand der Technik und Forschung hinsichtlich der Nachweisverfahren und Berechnungsmethoden insbesondere unter Berücksichtigung möglicher Maßnahmen zur Klimaanpassung bei Gebäuden;
- Vorstellung von Ausführungsbeispielen zu innovativen, nachhaltigen und ressourcenschonenden Bauwerken bzw. Gebäuden sowie zur Bau- und Gebäudetechnik.

Weiterhin beinhaltet der Bauphysik-Kalender 2024 mehrere Beiträge zum Thema Brandschutz. Es werden die neusten Entwicklungen und Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der brandschutztechnischen Planung von Ziegelmauerwerk und mehrgeschossigen Gebäuden in Holzbauweise sowie eine Brandrisikoanalyse von Elektrofahrzeugen in Parkgaragen vorgestellt. Das Werk wird durch die jährlich aktualisierten Beiträge mit den bauphysikalischen Materialkennwerten und den materialtechnischen Tabellen für den Brandschutz abgerundet.

Der Bauphysik-Kalender 2024 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. Das Buch ist eine solide Arbeitsgrundlage sowie ein aktuelles Nachschlagewerk nicht nur für die Praxis, sondern auch für die Lehre und Forschung. 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 herzlich danken.

Hannover, im November 2023

Nabil A. Fouad



---

## Inhaltsübersicht

### A Allgemeines und Normung

- A 1 Umweltgerechtes Bauen für Mensch, Flora und Fauna am Beispiel neuer Grünfassadensysteme [1](#)  
Holger Röseler, Pia Krause, Philip Leistner, Leonie K. Fischer, Eva Bender, Solène Guenat
- A 2 Klimaneutrale Bestandsquartiere im digitalen Zeitalter – welche Beiträge können von der modernen Gebäude- und Quartierssimulation erwartet werden? [37](#)  
John Grunewald, Hauke Hirsch, Hans Petzold, Stephan Hirth, René Hoch, Dirk Weiß, Katja Tribulowski, Heike Sonntag, Ulrich Ruisinger, Peggy Freudenberg

### B Dämmstoffe

- B 1 Dämmstoffe im Bauwesen [75](#)  
Wolfgang M. Willems, Kai Schild

### C Nachweisverfahren und Berechnungsmethoden

- C 1 Die Klimaperformanz – eine neue Größe zur Quantifizierung und Bewertung der Klimaanpassung von Gebäuden [153](#)  
Anica Mayer, Roland Göttig, Klaus Sedlbauer
- C 2 Ökobilanzielle Lebenszyklusbetrachtung von Gebäuden – eine numerische Methode zur Optimierung der Gebäudeplanung [193](#)  
Zakaria Istanbuly, Torsten Richter, Martin Schäfers, Wolfgang Eden, Nabil A. Fouad
- C 3 Methode zur Bilanzierung raumphysiologischer Auswirkungen [229](#)  
Carole Binsfeld, Klaus Sedlbauer, Roland Göttig
- C 4 Anpassung des Nachweisverfahrens zum sommerlichen Wärmeschutz unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit [279](#)  
Saskia Windhausen

### D Konstruktionen und Baustoffe

- D 1 Abdichtungstechnische und energetische Instandsetzung von Balkonen und Loggien [293](#)  
Peter Schmidt
- D 2 Potenzial von Peltier-Elementen zum Einsatz als dezentrale Wärmepumpen in einem Flächentemperiersystem [323](#)  
Tobias Blum, Svenja Carrigan, Oliver Kornadt, Dieter Platzek
- D 3 Implementierung von bauphysikalischen Funktionalitäten in der Automatisierung von Wohngebäuden [345](#)  
Alexander Peikos, Klaus Sedlbauer
- D 4 Experimentelle und numerische Untersuchungen als Grundlage für die Entwicklung eines vereinfachten Rechenverfahrens zur Bestimmung des Feuerwiderstandes von Ziegelmauerwerk [393](#)  
Jochen Zehfuß, Liliia Maruhn

- D 5 Brandschutztechnische Grundlagenuntersuchungen und Empfehlungen für die Planung von mehrgeschossigen Gebäuden in Holzbauweise bis zur Hochhausgrenze [417](#)  
Jochen Zehfuß, Thomas Engel, Felix Steeger, Christoph Kurzer, Patrick Sudhoff, Björn Kampmeier, Norman Werther, Daniel Butscher, Stefan Winter, Sven Brunkhorst
- D 6 Brandschutztechnische Bemessung einer raumabschließenden Holzrahmenbauwand anhand additiver Berechnungsmethoden [463](#)  
Sabine Scheidel, Sebastian Dienst, Tobias Götz, Oliver Kornadt
- D 7 Brandrisiko von Elektrofahrzeugen in Parkgaragen [483](#)  
Jochen Zehfuß, Lisa Sander

## **E Materialtechnische Tabellen**

- E 1 Materialtechnische Tabellen für den Brandschutz [501](#)  
Nina Schjerve
- E 2 Materialtechnische Tabellen [539](#)  
Rainer Hohmann

# Inhaltsverzeichnis

## Vorwort III

## Autor:innenverzeichnis XVII

### A Allgemeines und Normung

#### A 1 Umweltgerechtes Bauen für Mensch, Flora und Fauna am Beispiel neuer Grünfassadensysteme 1 Holger Röseler, Pia Krause, Philip Leistner, Leonie K. Fischer, Eva Bender, Solène Guenat

1	Einleitung	3	4.1.2	Klimaregulation	16
2	Grundlagen und Stand des Wissens	3	4.2	Prozesse an der Gebäudehülle	17
2.1	Klimawandel	3	4.2.1	Wärmeübergang außen	17
2.2	Prozesse im Außenraum	4	4.2.1.1	Wärmeabstrahlung	18
2.2.1	Charakteristik von naturnahen und urbanen Räumen	5	4.2.1.2	Verschattung	19
2.2.2	Grüne Strukturen und Grünfassaden	7	4.2.1.3	Strömung	20
2.3	Prozesse an der Gebäudehülle und im Innenraum	7	4.2.1.4	Auswirkung	23
2.3.1	Wärmeschutz	8	4.2.2	Wärmedurchlass Bauteil	24
2.3.2	Sommerliche Überhitzung	9	4.3	Wirkung auf das Gebäude	25
3	Forschungs- und Erhebungsmethode	10	4.3.1	Randbedingungen	25
4	Ergebnisse	13	4.3.2	Auswirkung	26
4.1	Prozesse im Außenraum	13	5	Von der Forschung in die Praxis	30
4.1.1	Struktureichtum und Artenvielfalt	13	6	Zusammenfassung und Diskussion	31
				Literatur	33

#### A 2 Klimaneutrale Bestandsquartiere im digitalen Zeitalter – welche Beiträge können von der modernen Gebäude- und Quartierssimulation erwartet werden? 37

John Grunewald, Hauke Hirsch, Hans Petzold, Stephan Hirth, René Hoch, Dirk Weiß, Katja Tribulowski, Heike Sonntag, Ulrich Ruisinger, Peggy Freudenberg

1	Einleitung	39	3	Simulationsplattform SIM-VICUS	46
1.1	Energetische Gebäudesimulation	39	3.1	Einführung in die Software	46
1.2	Hemmnisse	40	3.2	Qualitätssicherung in der thermischen Gebäudesimulation	48
1.3	Nutzen	40	3.3	F&E-Projekt SimQuality	49
1.4	Quartiersbezüge	41	3.4	Praxisbeispiel einer energetischen Gebäudeplanung	50
2	Oberflächennahe(st)e Geothermie und kalte Nahwärmenetze	41	3.4.1	Modellerstellung	50
2.1	Überblick	41	3.4.2	Analyse der Ergebnisse	51
2.1.1	Kalte Nahwärme	41	3.5	Thermohydraulische Netzsimulation	52
2.1.2	Oberflächennahe(st)e Geothermie	42	3.5.1	Netzmodellierung	53
2.2	Detaillierte Projektbeschreibungen	42	3.5.2	Parametrisierung	53
2.2.1	Kalte Nahwärme Bad Nauheim	42	3.6	Zusammenfassung	54
2.2.2	Erdeisspeicher in Schleswig	43	4	Planungsleitfaden für Bestandssanierung mit Innendämmung	54
2.3	Simulationsmodelle	44	4.1	Einleitung	54
2.3.1	Wesentliche Einflussgrößen	44	4.1.1	Außendämmung	55
2.3.2	Erdreichparametrierung	44	4.1.2	Kerndämmung	55
2.3.3	Hygrothermisches Erdreichmodell in DELPHIN	45	4.1.3	Innendämmung	55
2.3.4	Thermohydraulisches Netzmodell in SIM-VICUS	45	4.2	Ziele des neuen Planungsleitfadens	56
2.4	Gekoppelte Simulation des Gesamtsystems	46	4.3	Gebäudeanalyse	56
2.5	Zusammenfassung	46	4.4	Fassadensanierung und Innendämmung	57
			4.4.1	Fassadensanierungskonzept	58

4.4.2	Dämmkonzept	59	5.3	Bemessung von Erdwärmekollektoren nach VDI	63
4.4.3	Betrachtung konstruktiver Anschlussdetails	59	5.4	Simulationsstudie Erdwärmekollektoren	64
4.5	Zusammenfassung	61	5.5	Simulationsstudie Bohrlochsonden	67
5	Bewertung oberflächennaher geothermischer Quellen	62	5.6	Zusammenfassung	71
5.1	Einleitung	62	6	Ausblick	71
5.2	Aktuelle Bemessungsansätze im Planungsprozess	63	6.1	Plattformansatz	71
			6.2	Erwarteter Nutzen	72
				Literatur	73
<b>B</b>	<b>Dämmstoffe</b>				
<b>B 1</b>	<b>Dämmstoffe im Bauwesen</b>	75			
	Wolfgang M. Willems, Kai Schild				
1	Physikalische Grundlagen	79	2.4	Entwicklung der Dämmschichtdicken in Dach und Wand in den europäischen Ländern	98
1.1	Wärmeschutz	79	3	Beschreibung von Dämmstoffen	99
1.1.1	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$	79	3.1	Aerogel	99
1.1.2	Wärmedurchlasswiderstand R	82	3.2	Baumwolle	100
1.1.3	Spezifische Wärmekapazität c	82	3.3	Blähglas	102
1.1.4	Temperaturleitzahl a	83	3.4	Blähton	104
1.1.5	Physik der Wärmedämmung	83	3.5	Flachs	105
1.2	Feuchteschutz	84	3.6	Getreidegranulat	106
1.2.1	Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl $\mu$	84	3.7	Hanf	108
1.2.2	Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke $s_d$	85	3.8	Holzfasern	109
1.2.3	Auswahl der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl $\mu$ für den Nachweis nach Glaser	85	3.9	Holzwohle-Leichtbauplatten und Holzwohle-Mehrschichtplatten	111
1.3	Schallschutz	85	3.10	Kalziumsilikat	113
1.3.1	Schallabsorptionsgrad	85	3.11	Kokos	115
1.3.2	Schallabsorptionsfläche A	86	3.12	Kork	116
1.3.3	Längenbezogener Strömungswiderstand r	86	3.13	Melaminharzschaum	117
1.3.4	Dynamische Steifigkeit $s'$	87	3.14	Mineralschaum	118
1.3.5	Dynamischer Elastizitätsmodul $E_{\text{Dyn}}$	87	3.15	Mineralwolle	120
1.4	Brandschutz	87	3.16	Perlite	122
1.4.1	Baustoffklassen nach DIN 4102-1	87	3.17	Phenolharz	123
1.4.2	Benennung des Brandverhaltens nach DIN EN 13501-1	88	3.18	Polyesterfaser	124
1.5	Rohdichte	91	3.19	Polystyrol, expandiert (EPS)	125
2	Dämmstoffe im Bauwesen	92	3.20	Polystyrol, extrudiert (XPS)	127
2.1	Dämmstoffübersicht	92	3.21	Polyurethan (PUR, Hartschaum und Ortschaum)	129
2.2	Aspekte für die Auswahl von Dämmstoffen	92	3.22	Pyrogene Kieselsäure	131
2.2.1	Baukonstruktive Aspekte	92	3.23	Schafwolle	132
2.2.2	Bauphysikalische Aspekte	92	3.24	Schaumglas	133
2.2.3	Ökologische Aspekte	92	3.25	Schilfrohr	135
2.2.4	Ökonomische Aspekte	96	3.26	Seegrass	136
2.3	Zusatzstoffe	96	3.27	Stroh	137
2.3.1	Treibmittel	96	3.28	Transparente Wärmedämmung	138
2.3.2	Bindemittel	97	3.29	Vacuum Insulating Sandwich (VIS)	139
2.3.3	Stützfasern	97	3.30	Vakuuminulationspaneele (VIP)	141
2.3.4	Zusätze für Brand- und Feuchteschutz	98	3.31	Vermiculite	144
			3.32	Zellelastomere	145
			3.33	Zellulose	146
				Literatur	148

## C Nachweisverfahren und Berechnungsmethoden

### C1 Die Klimaperformanz – eine neue Größe zur Quantifizierung und Bewertung der Klimaanpassung von Gebäuden 153

Anica Mayer, Roland Göttig, Klaus Sedlbauer

- |     |  |     |       |   |     |
|-----|--|-----|-------|---|-----|
| 1   | Einleitung   | 155 | 5.1   | Das Gebäudemodell als Inputgröße                        | 167 |
| 2   | Begriffsdefinition klimaangepasstes Bauen                | 156 | 5.2   | Quantifizierung der Klimaperformanz                     | 168 |
| 3   | Stand des Wissens im klimaangepassten Bauen              | 157 | 5.3   | Interpretation der Bewertungsergebnisse                 | 170 |
| 3.1 | Die Klimaaanalyse als Teil des klimaangepassten Bauens   | 158 | 6     | Anwendung der Quantifizierungs- und Bewertungsmethode   | 171 |
| 3.2 | Handlungsempfehlungen – Strategien und bauliche Methoden | 159 | 6.1   | Fallbeispiele   | 171 |
| 3.3 | Analyse traditioneller Bauweisen                         | 161 | 6.1.1 | München, Deutschland                                    | 172 |
| 3.4 | Planungs- und Optimierungstools                          | 161 | 6.1.2 | Vargo, Norwegen   | 173 |
| 3.5 | Bewertungsmethoden                                       | 162 | 6.1.3 | Phoenix, Arizona  | 175 |
| 3.6 | Schlussfolgerungen aus der Literaturrecherche            | 163 | 6.2   | Erkenntnisse aus den Anwendungen in den Fallbeispielen  | 176 |
| 4   | Interviewstudie zum klimaangepassten Bauen               | 163 | 7     | Evaluierung der Quantifizierungs- und Bewertungsmethode | 176 |
| 4.1 | Vorgehensweise und Aufbau der Interviewstudie            | 163 | 7.1   | Evaluation 1: Interviewstudie                           | 177 |
| 4.2 | Ergebnisse der Interviewstudie                           | 164 | 7.2   | Evaluation 2: Umfrage unter den Anwendern der Methode   | 180 |
| 5   | Bewertungsmethode zum klimaangepassten Bauen             | 167 | 7.3   | Schlussfolgerungen aus den Evaluationen                 | 183 |
|     |  |     | 8     | Bewertung und Beitrag der Arbeit                        | 183 |
|     |  |     | 9     | Zusammenfassung und Ausblick                            | 185 |
|     |  |     |       | Literatur   | 186 |

### C2 Ökobilanzielle Lebenszyklusbetrachtung von Gebäuden – eine numerische Methode zur Optimierung der Gebäudeplanung 193

Zakaria Istanbuly, Torsten Richter, Martin Schäfers, Wolfgang Eden, Nabil A. Fouad

- |         |   |     |     |   |     |
|---------|---|-----|-----|---|-----|
| 1       | Einleitung                              | 195 | 3.1 | Ergebnisse der Ökobilanzierung auf Gebäudeebene   | 217 |
| 2       | Methode                                 | 196 | 3.2 | Ergebnisse der Ökobilanzierung auf Bauteilebene   | 220 |
| 2.1     | Entwicklung des Ökobilanz-Tools         | 196 | 3.3 | Betrachtung des Stromverbrauchs der Nutzer gemäß dem QNG in der Bilanzierung                  | 223 |
| 2.2     | Berechnungsgrundlagen für die Ökobilanz | 199 | 3.4 | Darstellung des Einflusses der Gebäudetechnik auf die ökologischen Eigenschaften von Gebäuden | 225 |
| 2.2.1   | Grundlagen und Randbedingungen          | 199 | 4   | Zusammenfassung   | 227 |
| 2.2.2   | Untersuchungsobjekte                    | 201 |     | Literatur   | 227 |
| 2.2.2.1 | Einfamilienhaus                         | 201 |     |   |     |
| 2.2.2.2 | Reihenmittelhaus                        | 207 |     |   |     |
| 2.2.2.3 | Mehrfamilienhaus                        | 212 |     |   |     |
| 3       | Ergebnisse                              | 217 |     |   |     |

### C3 Methode zur Bilanzierung raumphysiologischer Auswirkungen 229

Carole Binsfeld, Klaus Sedlbauer, Roland Göttig

- |   |  |     |     |   |     |
|---|--|-----|-----|---|-----|
| 1 | Einleitung und Motivation                | 231 | 5   | Wirkungsabschätzung in der raumphysiologischen Bilanz | 236 |
| 2 | Zielstellung und methodisches Vorgehen   | 231 | 5.1 | Bestandteile der Wirkungsabschätzung                  | 237 |
| 3 | Bewertung des vorhandenen Wissensstandes | 232 | 5.2 | Wirkungskategorie: Thermische Umgebung                | 238 |
| 4 | Grundlagen der Bilanzierungsmethode      | 234 | 5.3 | Wirkungskategorie: Lufthygienische Umgebung           | 240 |

5.4	Wirkungskategorie: Visuelle Umgebung	243	7	Ziel und Untersuchungsrahmen der raum-physiologischen Bilanz	262
5.5	Wirkungskategorie: Akustische Umgebung	248	8	Anwendung der raumphysiologischen Bilanz	263
5.6	Auswertung der Wirkungsabschätzung	252	9	Zusammenfassung und Ausblick	271
6	Sachbilanz in der raumphysiologischen Bilanz	254		Literatur	275
6.1	Erstellung der Sachbilanz	254			
6.2	Anwendung der Sachbilanz in der raumphysiologischen Bilanz	255			
<b>C 4</b>	<b>Anpassung des Nachweisverfahrens zum sommerlichen Wärmeschutz unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit</b>	<b>279</b>			
	Saskia Windhausen				
1	Einleitung	281	3.3	Bezugswert der operativen Innentemperatur	285
2	Sommerlicher Wärmeschutz	282	3.4	Berücksichtigung geringer Überschreitungen des Bezugswertes der operativen Innentemperatur	287
2.1	Grundlagen des sommerlichen Wärmeschutzes	282	3.5	Berücksichtigung der Art und des Umfangs der Überschreitungen des Bezugswertes der operativen Innentemperatur	287
2.2	Nachweisverfahren zum sommerlichen Wärmeschutz	282	4	Bewertung der Erkenntnisse hinsichtlich des Bewertungskriteriums der Übertemperaturgradstunden	290
3	Bewertungskriterium der Übertemperaturgradstunden beim Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes	283	5	Zusammenfassung	291
3.1	Übertemperaturgradstunden als Bewertungskriterium	283		Literatur	292
3.2	Verteilung der ermittelten Übertemperaturgradstunden und des Anforderungswertes der Übertemperaturgradstunden übers Jahr	284			
<b>D</b>	<b>Konstruktionen und Baustoffe</b>				
<b>D 1</b>	<b>Abdichtungstechnische und energetische Instandsetzung von Balkonen und Loggien</b>	<b>293</b>			
	Peter Schmidt				
1	Einleitung	295	4.2	Vorgehensweise bei der Instandsetzung oder Erneuerung von Balkonen und Loggien	302
2	Begriffsdefinitionen und Einwirkungen	295	5	Zustandsanalyse, Beurteilung und Entscheidung über Instandsetzung oder Erneuerung	302
2.1	Begriffe	295	5.1	Zustandsanalyse	302
2.2	Einwirkungen	295	5.2	Beurteilung des Ist-Zustands	303
3	Problemstellung und Ausgangssituation	296	5.3	Entscheidung über Instandsetzung oder Erneuerung	303
3.1	Fehlende thermische Trennung	296	6	Anforderungen und anzuwendende Regelwerke	304
3.2	Nicht funktionstüchtige oder fehlende Abdichtung und typische Schäden	297	6.1	Allgemeines	304
3.3	Weitere Nachteile älterer Balkone und Loggien	299	6.2	Anforderungen an die Abdichtung von Balkonen und Loggien	304
3.3.1	Fehlende Barrierefreiheit	299	6.2.1	Allgemeines	304
3.3.2	Bemessung für geringere Nutzlasten	300	6.2.2	Funktionsfähigkeit bei Bewegungen des Untergrundes und Rissüberbrückung	305
3.3.3	Absturzsicherung	300	6.2.3	Beständigkeit und Verträglichkeit	305
3.3.4	Sonstige Aspekte	300	6.2.4	Dauerhaftigkeit	305
3.4	Zusammenfassende Beurteilung	300			
4	Grundlagen der Instandhaltung von Balkonen und Loggien	301			
4.1	Allgemeines	301			

- 6.3 Anforderungen an den Wärmeschutz bei Balkonen und Loggien 305
- 6.3.1 Allgemeines 305
- 6.3.2 Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108 305
- 6.3.3 Anforderungen nach GEG 306
- 7 Instandsetzungs- und Sanierungsmaßnahmen bei Balkonen und Loggien 306
- 7.1 Allgemeines 306
- 7.2 Ablauf der Instandsetzung oder Erneuerung der Abdichtung 307
- 7.2.1 Allgemeines 307
- 7.2.2 Vorarbeiten 307
- 7.2.3 Aufstellung eines Instandsetzungskonzepts 307
- 7.3 Instandsetzung von Abdichtungen im Verbund mit Fliesen oder Platten (AIV-F) 308
- 7.3.1 Allgemeines 308
- 7.3.2 Instandsetzung einer AIV-F 308
- 7.4 Instandsetzung mit polymeren Beschichtungen 309
- 7.4.1 Allgemeines 309
- 7.4.2 Anforderungen 309
- 7.4.3 Anwendungsvoraussetzungen und Eigenschaften 309
- 7.4.3.1 Oberflächenschutzsystem OS 8 310
- 7.4.3.2 Oberflächenschutzsystem OS 10 310
- 7.4.3.3 Oberflächenschutzsystem OS 11 310
- 7.4.4 Stoffe 310
- 7.4.5 Planungsgrundsätze 311
- 7.4.5.1 Allgemeines 311
- 7.4.5.2 Gefälle 311
- 7.4.5.3 Entwässerung 311
- 7.4.5.4 Untergrund 311
- 7.4.5.5 Anschlüsse an aufgehenden Bauteilen 311
- 7.4.5.6 Durchdringungen und Bewegungsfugen 312
- 7.4.5.7 Türanschlüsse 312
- 7.4.6 Ausführung 313
- 7.4.7 Instandhaltung 313
- 7.5 Instandsetzung mit Flüssigkunststoffen (FLK) 313
- 7.5.1 Allgemeines 313
- 7.5.2 Flüssigkunststoffe (FLK) 313
- 7.5.3 FLK mit integrierter Schutz- und Nutzschiicht 314
- 7.5.4 Abdichtungsbauarten 314
- 7.5.5 Ausführung der Abdichtung mit FLK 315
- 7.5.5.1 Allgemeines 315
- 7.5.5.2 Witterungsbedingungen 315
- 7.5.5.3 Anforderungen an den Untergrund 315
- 7.5.5.4 Ausführung 315
- 7.5.5.5 Mindesttrockenschichtdicke 316
- 7.5.5.6 Überlappungen 316
- 7.5.5.7 Schutz der Abdichtung 316
- 7.6 Instandsetzung bzw. Erneuerung weiterer Bauteile 316
- 7.7 Energetische Verbesserungsmaßnahmen 316
- 8 Neubau von Balkonen und Loggien 319
- 8.1 Allgemeines 319
- 8.2 Voruntersuchungen und Planung 319
- 8.3 Tragkonstruktionen 319
- 9 Zusammenfassung 321
- Literatur 321

## D 2 Potenzial von Peltier-Elementen zum Einsatz als dezentrale Wärmepumpen in einem Flächentemperiersystem 323

Tobias Blum, Svenja Carrigan, Oliver Kornadt, Dieter Platzek

- 1 Einleitung 325
- 2 Das Peltier-Element 325
- 2.1 Aufbau und Funktionsweise 325
- 2.2 Coefficient of performance 327
- 2.3 Peltier-Elemente im Bauwesen 328
- 3 Das Flächentemperiersystem 328
- 3.1 Konzeption 328
- 3.2 Chancen und Risiken des Systems 329
- 4 Experimentelle Grundlagenversuche 330
- 4.1 Versuchsaufbau 330
- 4.2 Versuchsdurchführung 331
- 4.3 Ergebnisse 331
- 5 Experimentelle Versuche an einem Prototyp 334
- 5.1 Aufbau des Prototyps 334
- 5.2 Versuchsdurchführung 335
- 5.3 Ergebnisse 336
- 6 Simulative Untersuchungen der Integration des Flächentemperiersystems im Gebäude 338
- 6.1 Simulationskonzept und Modellierung 338
- 6.2 Ergebnisse 339
- 7 Diskussion 340
- 7.1 Diskussion der Peltier-Elemente als dezentrale Wärmepumpen 340
- 7.2 Diskussion des Flächentemperiersystems 341
- 8 Zusammenfassung 341
- 9 Ausblick 342
- Literatur 342

**D3 Implementierung von bauphysikalischen Funktionalitäten in der Automatisierung von Wohngebäuden 345**

Alexander Peikos, Klaus Sedlbauer

- 1 Einleitung und Motivation 347
- 2 Zielsetzung und Hinweise zur Methodik 348
- 2.1 Algorithmus und Systemkonzepte für die Verwendung in Smart Homes 349
  - 2.1.1 Aktivitätserkennung von Nutzern 349
  - 2.1.2 Kontextsensitive Steuerung 350
  - 2.1.3 Systeme künstlicher Intelligenz 351
  - 2.1.4 Digitaler Zwilling 352
- 2.2 Bewertung des Standes des Wissens 352
- 3 Ganzheitliche Steuerung eines Smart Homes 354
  - 3.1 Anforderungen anhand eines Kriterienkataloges 354
  - 3.2 Kernkonzept – Human centered 355
    - 3.2.1 Digitaler Gebäudezwilling 355
    - 3.2.2 Digitaler Zwilling des Nutzers 355
    - 3.2.3 Interaktion von Nutzer- und Gebäudezwilling 356
  - 3.3 Knowledge-Based – Algorithmik zur Interaktion 356
  - 4 Implementierung 357
    - 4.1 Gebäude- und Nutzermodule 358
    - 4.2 Algorithmen zur Erkennung von notwendigen Interaktionen 358
  - 5 Fallstudien 361
    - 5.1 Übersicht der Fallstudien 361
    - 5.2 In den Fallstudien verwendete Testwohnung 361
    - 5.3 Fallstudie 1: Berechnung der Schimmelpilzbildungsgefahr 363
    - 5.4 Fallstudie 2: Bewertung der Radonkonzentration 373
    - 5.5 Fallstudie 3: Individuelle Berücksichtigung des Duschverhaltens 383
  - 6 Zusammenfassung und Ausblick 387
    - Literatur 389

**D4 Experimentelle und numerische Untersuchungen als Grundlage für die Entwicklung eines vereinfachten Rechenverfahrens zur Bestimmung des Feuerwiderstandes von Ziegelmauerwerk 393**

Jochen Zehfuß, Lillia Maruhn

- 1 Einleitung 395
- 2 Stand der Forschung und Technik 396
  - 2.1 Ermittlung des Feuerwiderstandsverhaltens von Mauerwerkswänden 396
  - 2.2 Thermisches und thermomechanisches Verhalten 397
- 3 Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Feuerwiderstandsverhalten von Ziegelmauerwerk 398
  - 3.1 Allgemeines 398
  - 3.2 Experimentelle Untersuchungen zu temperaturabhängigen Materialeigenschaften 398
  - 3.3 Experimentelle Untersuchungen zum Einfluss der Lochgeometrie 400
  - 3.4 Experimentelle Untersuchungen des thermomechanischen Material- und Bauteilverhaltens 400
    - 3.4.1 Allgemeines 400
    - 3.4.2 Stationäre Versuche und instationäre Kriechversuche 401
    - 3.4.3 Kleinformartige Brandversuche an Mauerwerkswänden 403
    - 3.5 Numerische Untersuchungen mit der FEM-Software Abaqus 406
      - 3.5.1 Allgemeines 406
      - 3.5.2 Entwicklung eines 2D-Modells für das Erwärmungsverhalten von Ziegelmauerwerk unter Brandbeanspruchung 407
      - 3.5.3 Vergleich von Versuchs- und Rechenergebnissen 409
      - 3.5.4 Vergleich der Ergebnisse mit der Literatur 413
  - 4 Zusammenfassung und Ausblick 414
    - Literatur 415

## D5 Brandschutztechnische Grundlagenuntersuchungen und Empfehlungen für die Planung von mehrgeschossigen Gebäuden in Holzbauweise bis zur Hochhausgrenze 417

Jochen Zehfuß, Thomas Engel, Felix Steeger, Christoph Kurzer, Patrick Sudhoff, Björn Kampmeier, Norman Werther, Daniel Butscher, Stefan Winter, Sven Brunkhorst

- 1 Einführung 419
- 2 Experimentelle Untersuchungen 419
  - 2.1 Branddynamik bei Raumbrandversuchen 419
    - 2.1.1 Allgemeines 419
    - 2.1.2 Auswirkungen im Brandraum 420
    - 2.1.3 Auswirkungen im Fassadenbereich 422
  - 2.2 Abbrandverhalten von Holz bei Norm- und Naturbrandbeanspruchung 424
    - 2.2.1 Einführung 424
    - 2.2.2 Prüfkörperaufbau und Anordnung der Temperaturmessstellen 425
    - 2.2.3 Geprüfte Brandszenarien 425
    - 2.2.4 Messergebnisse 426
    - 2.2.5 Erkenntnisse 426
  - 2.3 Leistungsfähigkeit von Brandschutzbekleidungen 428
    - 2.3.1 Allgemeines 428
    - 2.3.2 Leistungsfähigkeit bei ETK-Beanspruchung 429
    - 2.3.3 Leistungsfähigkeit bei Naturbrand-Beanspruchung 430
    - 2.3.4 Ergebniszusammenfassung 431
  - 2.4 Nachbrandverhalten und Selbstverlöschten 431
    - 2.4.1 Bauordnungsrechtliche Anforderungen an das Nachbrandverhalten 431
    - 2.4.2 Selbstverlöschten von Bränden in Räumen aus Holzbauweisen 432
  - 2.5 Brandverhalten von Fugen unter Naturbrandbeanspruchung 434
    - 2.5.1 Ausführung der Fugen in den Belegversuchen 434
    - 2.5.2 Ergebnisse zu Bauteil- und Elementfugen 434
- 3 Risikobetrachtungen 436
  - 3.1 Hohlraumbrände durch elektrische Leitungen 436
    - 3.1.1 Grundlagen 436
    - 3.1.2 Versuchsreihe zur Untersuchung der Brandgefahr durch Elektrizität in Holzbauelementen 437
      - 3.1.3 Experimentelle Untersuchungen und Ergebnisse 438
      - 3.1.4 Fazit und Ableitung von Maßnahmen 439
  - 3.2 Abwehrender Brandschutz 440
    - 3.3 Brandschutztechnische Prinzipien zur Planung von Holzfassaden 441
      - 3.3.1 Einleitung 441
      - 3.3.2 Grundlagen der Fassadenplanung 441
      - 3.3.3 Hintergründe für die brandschutztechnische Planung und Ausführung von Holzfassaden 444
      - 3.3.4 Zugänglichkeit und wirksame Löscharbeiten für die Feuerwehr 446
      - 3.3.5 Fazit 446
    - 3.4 Vereinfachtes Bemessungsverfahren zur Bestimmung der Brandeinwirkungen mit Berücksichtigung der strukturellen Brandlast 447
      - 3.4.1 Allgemeines 447
      - 3.4.2 Vergleich mit Versuchsergebnissen 447
- 4 Empfehlungen für die Praxis 448
  - 4.1 Ausbildung von Anschlüssen und deren Rauchdichtigkeit 448
    - 4.1.1 Ergebnisse des HolzBauRLBW-Projektes 448
    - 4.1.2 Ausführungsprinzipien für Bauteil- und Elementfugen 449
  - 4.2 Anordnung ungeschützter Holzoberflächen 451
    - 4.2.1 Allgemeines 451
    - 4.2.2 Vergleich Anordnung ungeschützter Wand- und Deckenoberflächen 452
  - 4.3 Anwendbarkeit von Decken und Wänden in Holztafelbauweise in der Gebäudeklasse 5 unterhalb der Hochhausgrenze 454
    - 4.3.1 Allgemeines 454
  - 4.4 Haustechnische Installationen im Holzbau 455
    - 4.4.1 Bauordnungsrechtliche Anforderungen 455
    - 4.4.2 Installationsführungen in Holzbauteilen 455
- 5 Zusammenfassung 458
- Literatur 459

**D 6 Brandschutztechnische Bemessung einer raumabschließenden Holzrahmenbauwand anhand additiver Berechnungsmethoden 463**

Sabine Scheidel, Sebastian Dienst, Tobias Götz, Oliver Kornadt

1	Einleitung	465	4	Anwendung additiver Berechnungsverfahren bei Probekörpern für Großbrandversuche	471
2	Grundlagen Brandschutz	465	4.1	Aufbau der Probekörper der Großbrandversuche	472
2.1	Musterbauordnung	466	4.2	Versuchsablauf	472
2.2	Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise (MHolzBauRL)	467	4.3	Berechnung der raumabschließenden Funktion	474
3	Additive Berechnungsmethoden	468	4.3.1	DIN EN 1995-1-2:2010	474
3.1	Additive Berechnungsverfahren nach DIN EN 1995-1-2:Anhang E	469	4.3.2	Component Additive Method	475
3.2	Component Additive Method	469	4.3.3	pr EN 1995-1-2:2025	477
3.3	Berechnungsverfahren nach pr EN 1995-1-2:2025	470	4.4	Ergebnisauswertung	479
			5	Fazit	479
				Literatur	480

**D 7 Brandrisiko von Elektrofahrzeugen in Parkgaragen 483**

Jochen Zehfuß, Lisa Sander

1	Einführung	485	3.5	Zeitpunkt des Brandüberschlags zwischen Elektrofahrzeugen	494
1.1	Allgemeines	485	3.6	Festlegung geeigneter Brandszenarien	495
1.2	Fahrzeugbestand und Neuzulassungen	485	4	Brandrisiko von Elektrofahrzeugen in offenen, oberirdischen Parkgaragen	495
1.3	Aktuelle Entwicklung von Elektrofahrzeugen	486	4.1	Allgemeines	495
2	Entzündungsgefahr von Elektrofahrzeugen	487	4.2	Versagenswahrscheinlichkeit einer Tragstruktur von offenen, oberirdischen Parkgaragen	495
2.1	Allgemeines	487	4.2.1	Referenzbeispiele für einen Verbundträger und eine Stahlstütze	495
2.2	Lithium-Ionen-Akkumulatoren	487	4.2.2	Versagenswahrscheinlichkeit im Brandfall	495
2.3	Entzündungsgefahr	489	4.3	Auftretenswahrscheinlichkeit eines Fahrzeugbrandes	496
2.4	Thermisches Durchgehen	489	4.4	Auftretenswahrscheinlichkeit einer Fahrzeugkombination	496
2.5	Sicherheitsmaßnahmen	490	4.5	Festlegung des Sicherheitsniveaus von offenen, oberirdischen Parkgaragen	497
3	Brandszenarien von Elektrofahrzeugen	490	4.6	Bewertung der Versagenswahrscheinlichkeit von Elektrofahrzeugen im Brandfall	498
3.1	Allgemeines	490	5	Zusammenfassung	498
3.2	Fahrzeugabmessungen und Massen	490		Literatur	499
3.3	Abbildung von Fahrzeugen in Brand-simulationsmodellen	492			
3.4	Wärmefreisetzungsrate von Elektrofahrzeugen	492			
3.4.1	Daten aus Realbrandversuchen	492			
3.4.2	Approximationsansatz für Wärmefreisetzungen anderer Fahrzeug-segmente	493			

**E Materialtechnische Tabellen****E 1 Materialtechnische Tabellen für den Brandschutz 501**

Nina Schjerve

- |     |  |     |     |   |     |
|-----|--|-----|-----|---|-----|
| 1   | Einleitung                                     | 503 | 2.3 | Brandausbreitung                                      | 511 |
| 1.1 | Relevanz von Materialdaten                     | 503 | 2.4 | Heizwerte   | 512 |
| 1.2 | Prüfverfahren ausgewählter<br>Materialdaten    | 503 | 2.5 | Lagerungsdichte und m-Faktoren                        | 519 |
| 1.3 | Einheiten und Einheiten-<br>Konvertierung      | 504 | 2.6 | Luftbedarf  | 522 |
| 2   | Stoffdaten                                     | 504 | 2.7 | Verbrennungseffektivität und<br>Verbrennungsanteile   | 523 |
| 2.1 | Zündtemperaturen und Entzündungs-<br>kriterien | 504 | 2.8 | Zusätzliche Stoffdaten für Kunststoffe                | 527 |
| 2.2 | Abbrand  | 509 | 2.9 | Flächenbezogene Brandleistung und<br>Brandentwicklung | 530 |
|     |  |     |     | Literatur   | 536 |

**E 2 Materialtechnische Tabellen 539**

Rainer Hohmann

- |   |   |     |   |  |     |
|---|---|-----|---|--|-----|
| 1 | Vorbemerkungen                            | 541 | 3 | Schallschutztechnische und akustische<br>Kennwerte | 581 |
| 2 | Wärme- und feuchtetechnische<br>Kennwerte | 543 |   | Literatur  | 593 |

**Stichwortverzeichnis 595**



## Autor:innenverzeichnis

### **Bender, Eva, Dipl.-Ing.**

Studium Landschaftsarchitektur/Landschaftsplanung an der Univ. Kassel, mehrjährige Mitarbeit in Planungsbüros im In- und Ausland, seit 2022 wiss. Mitarbeiterin am Inst. für Landschaftsplanung und Ökologie (ILPÖ) der Univ. Stuttgart, Betreuung von Forschungsprojekten zu Grünfassaden mit dem Fokus auf biodiversitätsfördernde Potenziale von vertikalen Grünstrukturen.

Universität Stuttgart, Institut für Landschaftsplanung und Ökologie, Keplerstraße 11, 70174 Stuttgart

### **Binsfeld, Carole, Dr.-Ing.**

Studium des Umweltingenieurwesens und des Bauingenieurwesens an der TU München, seit 2019 wiss. Mitarbeiterin und Lehrbeauftragte am Lehrstuhl für Bauphysik an der TU München mit dem Schwerpunkt Raumklima und Behaglichkeit, 2023 Promotion an der TU München.

Technische Universität München, Lehrstuhl für Bauphysik, Arcisstraße 21, 80333 München

### **Blum, Tobias, Dr.-Ing.**

Studium des Bauingenieurwesens an der HTW des Saarlandes und an der TU Kaiserslautern, 2020–2021 Fernstudium Technoethik an der TU Kaiserslautern, 2023 Promotion am Fachgebiet Bauphysik/Energetische Gebäudeoptimierung der RPTU, seit 2019 wiss. Mitarbeiter am FG Bauphysik/Energetische Gebäudeoptimierung der RPTU.

Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau, Fachgebiet Bauphysik/Energetische Gebäudeoptimierung, Paul-Ehrlich-Straße 29, 67663 Kaiserslautern

### **Brunkhorst, Sven, M.Sc.**

Studium Holzingenieurwesen HAWK Hildesheim, Bauingenieurstudium TU Braunschweig, 2016–2022 wiss. Mitarbeiter am Inst. für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, TU Braunschweig, seit 2022 Fachplaner für vorbeugenden Brandschutz bei hhpberlin Ingenieure für Brandschutz GmbH.

hhpberlin Ingenieure für Brandschutz GmbH, Kurze Mühren 20, 20095 Hamburg

### **Butscher, Daniel, Dr.-Ing.**

Bachelorstudium Umwelt-Engineering an der TU Bergakademie Freiberg, Masterstudium Nachhaltige

Energiesysteme an der Otto-von-Guericke Univ. Magdeburg, 2014–2018 wiss. Mitarbeiter am Lehrstuhl für Technische Thermodynamik der Otto-von-Guericke Univ. Magdeburg, seit 2018 wiss. Mitarbeiter am Inst. für Brand- und Katastrophenschutz Heyrothsberge, 2021 Promotion Otto-von-Guericke Univ. Magdeburg.

Institut für Brand- und Katastrophenschutz Heyrothsberge, Biederitzer Straße 5, 39175 Biederitz/OT Heyrothsberge

### **Carrigan, Svenja, apl. Prof. Dr. rer. nat.**

Studium der Physik an der TU Karlsruhe, 2007 Promotion am Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg, 2009–2011 wiss. Mitarbeiterin an der Univ. Padua, Italien, 2011–2014 am MPIK, 2014–2016 am FG Bauphysik/Energetische Gebäudeoptimierung an der TU Kaiserslautern, 2016–2019 Juniorprofessorin (W1) für Bauphysikalische Modellierung an der TU Kaiserslautern, seit 2020 außerplanmäßige Professorin an der RPTU Kaiserslautern-Landau.

Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau, Fachgebiet Bauphysik/Energetische Gebäudeoptimierung, Paul-Ehrlich-Straße 29, 67663 Kaiserslautern

### **Dienst, Sebastian, M.Eng.**

Zimmerer, 2007–2011 Studium HAWK Hildesheim, Schwerpunkt Holzbau, 2013–2015 Studium Vorbeugender Brandschutz (Master) HS Kaiserslautern, seit 2011 Projektleiter bei Pirmin Jung Deutschland GmbH, Remagen, seit 2017 Mitglied der Geschäftsleitung, seit 2022 Geschäftsführer Pirmin Jung Deutschland GmbH.

PIRMIN JUNG Deutschland GmbH, Am Güterbahnhof 16, 53424 Remagen

### **Eden, Wolfgang, Dr.-Ing.**

Studium des Bauingenieurwesens an der Leibniz Univ. Hannover, 1989–1991 Bauleiter bei Goldbeckbau/Lufthansa im Flugzeugdockbau, Promotion an der Univ. Kassel im Fachbereich Werkstoffe des Bauwesens, seit 1991 Leiter Forschung, Technologie und Umwelt bei der Forschungsvereinigung Kalk-Sand e. V.

Forschungsvereinigung Kalk-Sand e. V., Entenfangweg 15, 30419 Hannover

### **Engel, Thomas, M.Sc.**

Studium Bauingenieurwesen TU München, 2014–2017 hhpberlin Ingenieure für den Brandschutz GmbH, seit

2017 wiss. Mitarbeiter am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der TU München und Projektleiter der Verbundforschungsvorhaben TIMpuls und Fire-SafeGreen, 2017–2021 Tätigkeit als Brandschutzingenieur und -sachverständiger, seit 2022 Inhaber der Brandschutz-Engel GmbH, seit 2015 Kommandant einer Abt. der Freiwilligen Feuerwehr München.

Technische Universität München, TUM School of Engineering and Design, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, Arcisstraße 21, 80333 München

**Fischer, Leonie K.**, Prof. Dr. rer. nat.

Studium der Landschaftsplanung/Landschaftsarchitektur an der TU Berlin, Stadtökologin, Untersuchungen zu den Wechselwirkungen zwischen Menschen und Natur sowie Strategieentwicklung für das Management der städtischen Umwelt, Schwerpunkt urbane Biodiversität, 2012 Promotion, 2011–2019 wiss. Mitarbeiterin am FG Ökosystemkunde/Pflanzenökologie der TU Berlin, seit 2019 Professorin für Landschaftsplanung und Ökologie der Univ. Stuttgart und Institutsleitung Univ. Stuttgart (ILPÖ), Mitarbeit in Fachgremien und Arbeitskreisen.

Universität Stuttgart, Institut für Landschaftsplanung und Ökologie, Keplerstraße 11, 70174 Stuttgart

**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 vorgebenden Brandschutz, Geschäftsführer der 3B Bauconsult GmbH, Hannover.

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

**Freudenberg, Peggy**, Dr.-Ing.

Studium der Architektur an der TU Dresden mit den Schwerpunkten CAD, Sozial- und Gesundheitsbauten, Industriebau, 2006–2009 SHK-Tätigkeit am IBK, TU Dresden und Arbeit in diversen Architektur- und Planungsbüros in Dresden, 2009–2012 Landesinnovationsstipendium für die Promotion ESF, Sachsen, 2009–2021 wiss. Mitarbeiterin am Inst. für Bauklimatik der TU Dresden, 2015 Promotion, 2021–2023 Professurvertretung „Klimagerechtes Bauen und Technischer Ausbau“, Fak. Architektur, TU Dresden.

Technische Universität Dresden, Bereich Bau und Umwelt, Fakultät Architektur, Institut für Bauklimatik, Zellescher Weg 17, 01069 Dresden

**Göttig, Roland**, Dr.-Ing.

Studium der Physikalischen Technik an der FH München und Studium der Architektur an der TU München, wiss. Mitarbeiter am Fraunhofer-Inst. für Bauphysik, selbständiger Ingenieur und wiss. Mitarbeiter (Postdoc) an der TU München im Fachgebiet Computer Aided Architectural Design und am Lehrstuhl für Bauphysik.

Technische Universität München, Lehrstuhl für Bauphysik, Arcisstraße 21, 80333 München

**Götz, Tobias**, Dipl.-Ing. (FH)

Zimmerer, 2001–2005 Studium HAWK Hildesheim, Schwerpunkt Holzbau, 2005–2006 Projektleiter Kompetenzzentrum für Holzbau & Ausbau, Biberach a.d. Riss, 2006–2010 Projektleiter bei Pirmin Jung Schweiz AG, Rain, seit 2010 geschäftsführender Gesellschafter Pirmin Jung Deutschland GmbH.

PIRMIN JUNG Deutschland GmbH,  
Am Güterbahnhof 16, 53424 Remagen

**Grunewald, John**, Prof. Dr.-Ing.

Studium des Bauingenieurwesens an der HS für Bauwesen Cottbus, bis 1993 wiss. Angest. im Labor für zerstörungsfreie Prüfung der BAM Berlin und am Inst. für Bauphysik der MFPA Weimar, 1994–2000 wiss. Mitarbeiter am Inst. für Bauklimatik der TUD, 1997 Promotion an der TUD, 2000–2006 wiss. Oberassistent am Inst. für Bauklimatik der TUD, 2006–2007 Außerord. Prof. an der Syracuse University NY, Acting Director des Building Energy and Environmental, Systems Laboratory (BEESL) an der Syracuse University, Dep. of Mech. and Aerospace Eng., NY, USA, seit 2007 Direktor des Inst. für Bauklimatik der TU Dresden und Inhaber der Professur für Bauphysik.

Technische Universität Dresden, Bereich Bau und Umwelt, Fakultät Architektur, Institut für Bauklimatik, Zellescher Weg 17, 01069 Dresden

**Guenat, Solène**, Dr. Phil.

Studium der Ökologie und soziale Umweltwissenschaften an der Univ. Neuchâtel und Univ. Lund, 2015–2020 wiss. Mitarbeiterin am Inst. für Nachhaltigkeitsforschung der Univ. Leeds, Promotion mit dem Thema „Verständnis des Erhaltungspotenzials städtischer Grünflächen in Subsahara-Afrika“, 2020–2022 wiss. Mitarbeiterin am Inst. für Landschaftsplanung und Ökologie der Univ. Stuttgart, seit 2023 Postdoc an der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL.

Universität Stuttgart, Institut für Landschaftsplanung und Ökologie, Keplerstraße 11, 70174 Stuttgart

**Hirsch, Hauke, M.Sc.**

Bachelorstudium Regenerative Energietechnik FH Nordhausen, 2011–2013 Masterstudium Maschinenbau TU Ilmenau, 2015–2016 wiss. Mitarbeiter Inst. für Solarenergieforschung Hameln (ISFH), seit 2018 wiss. Mitarbeiter am Inst. für Bauklimatik TU Dresden.

Technische Universität Dresden, Bereich Bau und Umwelt, Fakultät Architektur, Institut für Bauklimatik, Zellescher Weg 17, 01069 Dresden

**Hirth, Stephan, Dipl.-Ing.**

Studium Regenerative Energiesysteme und Studium Bauingenieurwesen an der TU Dresden, Studium Energie- und Klimaingenieurwesen, INSA Strasbourg, seit 2019 wiss. Mitarbeiter am Inst. für Bauklimatik der TU Dresden, Arbeitsschwerpunkte: thermische Simulation von Gebäuden und Quartieren, div. Veröffentlichungen im Bereich der Qualitätssicherung von Simulationsprogrammen.

Technische Universität Dresden, Bereich Bau und Umwelt, Fakultät Architektur, Institut für Bauklimatik, Zellescher Weg 17, 01069 Dresden

**Hoch, René, Dipl.-Medieninf.**

Studium Medieninformatik TU Dresden, seit 2012 wiss. Mitarbeiter am Inst. für Bauklimatik, Arbeitsschwerpunkte: Forschung, thermische Gebäudesimulation, Mitarbeit Energiekonzepte für Gebäude und Quartiere, Lehre: Grundlagenvorlesung Baustoffe, seit 2023 Mitarbeit in der Arbeitsgruppe VDI 2552 Blatt: 11.

Technische Universität Dresden, Bereich Bau und Umwelt, Fakultät Architektur, Institut für Bauklimatik, Zellescher Weg 17, 01069 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 „Injektionsschlauchsysteme und quellfähige Einlagen für Arbeitsfugen“, „Hochwertige Nutzung von Untergeschossen“ und „Beschichtete Fugenbleche“.

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

**Istanbuly, Zakaria, M.Sc.**

Studium des Bauingenieurwesens an der Leibniz Univ. Hannover, 2022 Masterabschluss, seit 2023 stellvert. Leiter der Forschungsvereinigung Kalk-Sand e. V. und stellvert. Leiter des Prüf- und Forschungsinstituts.

Bundesverband Kalksandsteinindustrie e. V., Entenfangweg 15, 30419 Hannover

**Kampmeier, Björn, Prof. Dr.-Ing.**

Studium Holzingenieurwesen an der FH Hildesheim, Studium Bauingenieurwesen an der TU Braunschweig, 2004–2012 wiss. Mitarbeiter und Oberingenieur am iBMB, dort Promotion mit dem Thema „Risikogerechte Brandschutzlösungen für den mehrgeschossigen Holzbau“, seit 2012 Professor an der HS Magdeburg-Stendal für die Studiengänge Bauingenieurwesen und Sicherheit und Gefahrenabwehr.

Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachgebiete Brandschutz und Baukonstruktion, Breitscheidstraße 2, 39114 Magdeburg

**Kornadt, Oliver, Prof. Dr. rer. nat.**

Studium der Mathematik und Physik an der Univ. des Saarlandes, 1992 Promotion an der RWTH Aachen, 1993–2001 Leiter des FG Bauphysik der Philipp Holzmann AG, 2001 Univ.-Prof. für Bauphysik an der Bauhaus-Univ. Weimar, 2012 Univ.-Prof. für Bauphysik/Energetische Gebäudeoptimierung an der TU Kaiserslautern, seit 1997 Mitglied und seit 2006 Obmann des NABau-Ausschuss zur DIN 4109-1 „Schallschutz im Hochbau“, 2006–2016 Chairman ISO/TC 43/SC 2 „Building Acoustics“.

Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau, Fachgebiet Bauphysik/Energetische Gebäudeoptimierung, Paul-Ehrlich-Straße 29, 67663 Kaiserslautern

**Krause, Pia, Dr.-Ing.**

Studium der Architektur und des nachhaltigen und energieeffizienten Bauens an der Univ. Stuttgart und der TU München, 2016–2022 wiss. Mitarbeiterin am Inst. für Akustik und Bauphysik, Promotion mit dem Thema „Numerisches Modell zur Quantifizierung klimaregulierender Wirkpotentiale von Hausbäumen“, seit 2023 wiss. Mitarbeiterin am Fraunhofer-Institut für Bauphysik.

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

**Kurzer, Christoph, M.Eng.**

Studium des Bauingenieurwesens an der Beuth HS für Technik Berlin, 2016–2018 projektbetreuender Tragwerksplaner der EiSat GmbH, seit 2018 wiss. Mitarbei-

ter am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion im Bereich Brandschutz an der TU München.

Technische Universität München, TUM School of Engineering and Design, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, Arcisstraße 21, 80333 München

**Leistner, Philip**, Prof. Dr.-Ing.

Studium der Informatik an der TU Dresden, 1990–1994 wiss. Mitarbeiter an der TU Berlin, Promotion mit dem Thema: „Anwendung des piezoelektrischen Effekts in Gestein zur Analyse von Belastungsreaktionen“, 1995–2015 diverse Gruppen- und Abteilungsleiterfunktionen am Fraunhofer-Institut für Bauphysik, seit 2011 Professur an der Univ. Stuttgart sowie seit 2017 Leiter des Inst. für Akustik und Bauphysik, seit 2016 Leiter des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik.

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP,  
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Universität Stuttgart, Institut für Akustik und Bauphysik, Pfaffenwaldring 7, 70569 Stuttgart

**Maruhn, Lilia**, M.Sc.

Studium des Bauingenieurwesens an der TU Braunschweig, 2017–2021 Innovations- und Produktmanagerin bei Wienerberger GmbH, seit 2020 wiss. Mitarbeiterin am Inst. für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) der TU Braunschweig, seit 2021 Fachplanerin für vorbeugenden Brandschutz bei hhpberlin Ingenieure für Brandschutz GmbH.

Technische Universität Braunschweig, Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB),  
Beethovenstraße 52, 38106 Braunschweig

**Mayer, Anica**, Dr.-Ing.

Studium des Bauingenieurwesens und des Berufsschullehramts an der TU München, 2018–2022 wiss. Mitarbeiterin und Doktorandin an der TUM, 2022 Promotion, seit 2021 wiss. Angestellte am Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege, seit 2022 Lehrbeauftragte an der TU München.

Technische Universität München, Lehrstuhl für Bauphysik, Arcisstraße 21, 80333 München

**Peikos, Alexander**, Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium an der TU München, 2019 Promotion am Lehrstuhl für Bauphysik der TU München, seit 2013 wiss. Mitarbeiter und Lehrbeauftragter an der TU München, seit 2014 Sachverständiger im baulichen Brandschutz, seit 2022 Geschäftsführer und Gesellschafter der D.I.Fo.S. UG.

Technische Universität München, Lehrstuhl für Bauphysik, Arcisstraße 21, 80333 München

**Petzold, Hans**, Dipl.-Ing.

Studium Bauingenieurwesen an der TU Dresden, 1999 wiss. Mitarbeiter an der TU Helsinki, 1990–2006 Prokurist Bautrockenlegungen Petzold KG Leipzig, freiberufliche Tätigkeit als Sachverständiger für Bauphysik, seit 1998 wiss. Mitarbeiter am Inst. für Bauklimatik TU Dresden/GWT TUD GmbH.

Technische Universität Dresden, Bereich Bau und Umwelt, Fakultät Architektur, Institut für Bauklimatik, Zellescher Weg 17, 01069 Dresden

**Platzek, Dieter**, Dr. rer. nat.

Studium der Physik an der Univ. Bonn, 1997 Promotion an der Univ. Bonn, 1994–1997 wiss. Mitarbeiter am Dt. Zentr. für Luft- und Raumfahrt DLR, 1997–1999 wiss. Mitarbeiter am Biomagnetischen Zentrum der Univ. Jena, 1999–2000 Entwicklungsingenieur bei LASOS Lasertechnik Jena, 2001–2009 wiss. Mitarbeiter am DLR, seit 2004 Geschäftsführer Panco GmbH, Gründungsmitglied der Deutschen Thermo-elektrischen Gesellschaft DTG.

Panco GmbH, Kärlicher Str. 7,  
56218 Mülheim-Kärlich

**Richter, Torsten**, Dr.-Ing.

Baufacharbeiter mit Abitur, Studium des Bauingenieurwesens an der TU Berlin, Promotion 2009, OBERINGENIEUR an der Leibniz Univ. Hannover, seit 2011 ö. b. u. v. Sachverständiger für Feuchteschutz, Wärmeschutz mit Schwerpunkt Gebäudethermografie, 2000–2016 Mitarbeiter in einem Berliner Ingenieur- und Sachverständigenbüro mit Schwerpunkt auf dem Gebiet der Bauphysik, 2016–2018 eigenes Ingenieurbüro, seit 2018 Geschäftsführer der 3B Bauconsult GmbH, Hannover.

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

**Röseler, Holger**, Dr.-Ing.

Studium der Architektur an der Univ. Stuttgart und der Univ. Porto (Portugal), seit 2001 wiss. Mitarbeiter am Inst. für Akustik und Bauphysik, seit 2007 Studiengangmanager Master Online Bauphysik und Umweltgerechtes Bauen, 2015–2021 Lehrbeauftragter für „Spezielle Fragen des Wärme- und Feuchteschutzes“ an der HS Rottenburg, Promotion mit dem Thema „Methode zur Bewertung des klimagerechten Bauens am Beispiel vernakularer Wohnbauten der römischen Antike“.

Universität Stuttgart, Institut für Akustik und Bauphysik, Pfaffenwaldring 7, 70569 Stuttgart

**Ruisinger, Ulrich, Dr. techn.**

Tischler, Studium Bauingenieurwesen TU Dresden, seit 2003 wiss. Mitarbeiter am Inst. für Bauklimatik TU Dresden, seit 2005 beratender Mitarbeiter der GWT TUD GmbH, 2011–2013 Projektmitarbeiter am Inst. für Hochbau TU Graz, 2020 Promotion am Inst. für Hochbau TU Graz.

Technische Universität Dresden, Bereich Bau und Umwelt, Fakultät Architektur, Institut für Bauklimatik, Zellescher Weg 17, 01069 Dresden

**Sander, Lisa, Dr.-Ing.**

Studium des Bauingenieurwesens mit Vertiefung Brandschutz an der TU Braunschweig, 2017–2021 wiss. Mitarbeiterin am Inst. für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig, 2022 Promotion im Themengebiet der Personensicherheit im Brandschutz an der TU Braunschweig, seit 2021 Tätigkeit als Sachverständige für den Brandschutz, Mitglied im Referat 4 des Vereins zur Förderung des deutschen Brandschutzes e. V. (vfdb) und im Arbeitsschuss DIN 18009-4 „Sicherheitskonzept“.

Hagen Ingenieurgesellschaft für Brandschutz mbH, Lange Laube 19, 30159 Hannover

**Schäfers, Martin, Prof. Dr.-Ing.**

Ausbildung zum Tischler, Studium des Bauingenieurwesens an der Univ. Kassel, Mitarbeit im Ing.-büro für Bauphysik Prof. Dr.-Ing. Hauser in Kassel, wiss. Mitarb. bei Prof. Dr.-Ing. Seim am Fachgebiet Bauwerkserhaltung und Holzbau, 2010 Promotion zu hybriden Holz-Beton-Verbundkonstruktionen, Abt.-leiter Bauanwendung und Bauphysik beim Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., tätig in Normungsgremien zum Wärme- und Schallschutz (Normenreihen DIN 4108 und DIN 4109), Betreuung und laufende Weiterentwicklung verschiedener Arbeitshilfen (z.B. KS-Schallschutzrechner und KS-Nachweisprogramme zum GEG), seit 2022 Prof. für Baukonstruktion und Bauphysik an der HS für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim.

HAWK – Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzminde/Göttingen, Fakultät Bauen und Erhalten, Baukonstruktion – Bauphysik, Renatastr. 11, 31134 Hildesheim

**Scheidel, Sabine, M.Eng.**

Architekturstudium FH Kaiserslautern, Studium M.Eng. Baulicher Brandschutz und Sicherheitstechnik DISC TU Kaiserslautern, seit 2018 wiss. Mitarbeiterin im Fachgebiet Baulicher Brandschutz der TU Kaisers-

lautern, seit 2009 selbstständige Sachverständige für vorbeugenden Brandschutz.

Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau, Fachgebiet Baulicher Brandschutz, Gottlieb-Daimler-Straße 67, 67663 Kaiserslautern

**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 Feuchte-schutz 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 Habilitation 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

**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

**Sedlbauer, Klaus**, Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Phys.

Studium der Physik an der Ludwig-Maximilians-Univ. München, 2003–2022 Leiter des Fraunhofer-Inst. für Bauphysik in Stuttgart und Holzkirchen, 2003–2014 Ordinarius für Bauphysik an der Univ. Stuttgart, seit 2014 an der TU München, seit 2002 Leiter des Ing.-Büros für Bauphysik und Architekturpsychologie.

Technische Universität München, Lehrstuhl für Bauphysik, Arcisstraße 21, 80333 München

**Sonntag, Heike**, Dipl.-Ing.

Studium Bauingenieurwesen an der HS für Bauwesen in Cottbus (BTU), 1991–2004 tätig als Projekt-ingenieurin in versch. Ing.- und Arch.-büros, 2004–2008 freiberufl. Tätigkeit in der Bauplanung, seit 2008 wiss. Mitarbeiterin am Inst. für Bauklimatik an der TU Dresden/GWT TUD GmbH, Energieeffizienz-Expertin für Wohngebäude, Nichtwohngebäude, Baudenk-male, Mitarbeit im DIN Normenausschuss Bauwesen, Arbeitsausschuss Feuchte.

Technische Universität Dresden, Bereich Bau und Umwelt, Fakultät Architektur, Institut für Bauklimatik, Zellescher Weg 17, 01069 Dresden

**Steeger, Felix**, M.Eng.

Bachelorstudium Bauingenieurwesen und Masterstudium Energieeffizientes Bauen an der HS Magdeburg-Stendal, seit 2015 wiss. Mitarbeiter an der HS Magdeburg-Stendal mit Forschungsschwerpunkten zum Brandverhalten und der Verwendung von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen in mehrgeschossigen Gebäuden.

Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachgebiete Brandschutz und Baukonstruktion, Breitscheidstraße 2, 39114 Magdeburg

**Sudhoff, Patrick**, M.Sc.

Bachelor- und Masterstudium Sicherheit & Gefahrenabwehr, HS Magdeburg-Stendal und Otto-von-Guericke Univ. Magdeburg, seit 2018 wiss. Mitarbeiter an der HS Magdeburg-Stendal mit Forschungsschwerpunkten zum Brandverhalten und der Verwendung von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen in mehrgeschossigen Gebäuden.

Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachgebiete Brandschutz und Baukonstruktion, Breitscheidstraße 2, 39114 Magdeburg

**Tribulowski, Katja**, Dipl.-Ing.

Studium Bauingenieurwesen an der TU Dresden, 2017–2018 Auslandsaufenthalt in Kanada, seit 2019 wiss. Mitarbeiterin am Inst. für Bauklimatik der TU

Dresden, seit 2019 Geschäftsführerin der T&K Invest GmbH, seit 2022 Gesellschafterin, Geschäftsführerin GfS Gesellschaft für Sekundärrohstoffverwertung mbH, seit 2023 Promotion TU Dresden.

Technische Universität Dresden, Bereich Bau und Umwelt, Fakultät Architektur, Institut für Bauklimatik, Zellescher Weg 17, 01069 Dresden

**Weiß, Dirk**, Dipl.-Ing.

Studium Maschinenbauingenieurwesen und Studium Bauingenieurwesen an der TU Dresden, seit 2011 wiss. Mitarbeiter am Inst. für Bauklimatik der TU Dresden, Forschungsschwerpunkte: PIK – Baubegleitung Neubau PIK (Potsdam Institut für Klimafolgenforschung), Gebäudesimulationen (EnergyPlus, IDA ICE), Softwareentwicklung mit C++, Schulungen E+.

Technische Universität Dresden, Bereich Bau und Umwelt, Fakultät Architektur, Institut für Bauklimatik, Zellescher Weg 17, 01069 Dresden

**Werther, Norman**, Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium Univ. Leipzig, bis 2009 wiss. Mitarbeiter der MFPA Leipzig, Promotion TU München 2016, seit 2009 Teamleiter Brandschutz am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der TU München, Obmann der DIN 4102-4, Mitglied des Projektteams zur Fortschreibung der EN 1995-1-2 und Mitglied des DIBt Sachverständigenausschusses SVA-B Tragwerksbemessung Brandeinwirkung, Gesellschafter der IGNIS – Fire Design Consulting GmbH.

Technische Universität München, TUM School of Engineering and Design, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, Arcisstraße 21, 80333 München

**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-Universität Bochum, der FH Köln und der Univ. Siegen, danach

in div. Ingenieurbüros mit den Schwerpunkten Tragwerksplanung und Bauphysik, seit 2015 wiss. Mitarbeiterin der Arbeitsgruppe Baukonstruktion, Ingenieurholzbau und Bauphysik an der Univ. Siegen, 2020 Promotion im Bereich der Bauphysik, tätig als Sachverständige, Autorin verschiedener wiss. Publikationen, seit 2021 Professorin für Bauingenieurwesen an der iu Internationale Hochschule.

iu Internationale Hochschule, Bonner Straße 271, 50968 Köln

**Winter, Stefan**, Univ.-Prof. Dr.-Ing.

Zimmererlehre, Studium des Bauingenieurwesens (TU München und TU Darmstadt), wiss. Mitarbeiter am Inst. für Stahlbau und Werkstoffmechanik und am Inst. für Massivbau der TU Darmstadt, 1990–1993 Leitung und Geschäftsführung des Inst. des Zimmerer- und Holzbaugewerbes, 1993 Firmengründung bauart Konstruktions GmbH, 1998 Promotion an der TU Darmstadt, seit 2000 öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Holzbau, 2000–2003 Inhaber des Lehrstuhls für Stahlbau und Holzbau der Univ. Leipzig, 2001–2010 Gesellschafter der MFPA Leipzig GmbH, seit 2003 Ordinarius für Holzbau und Baukonstruktion an der TU München, seit 2006 Prüffinge-

nieur für Baustatik für Fachrichtung Holzbau in Bayern, 2009–2012 FiDiPro Professur an der Aalto Univ. Helsinki.

Technische Universität München, TUM School of Engineering and Design, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, Arcisstraße 21, 80333 München

**Zehfuß, Jochen**, Univ.-Prof. Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium TU Braunschweig, wiss. Mitarbeiter an der TU Braunschweig, 2004 Promotion am Inst. für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig, 2004 wiss. Leiter hhpberlin Ingenieure für Brandschutz in Berlin, 2008 Niederlassungsleiter hhpberlin Ingenieure für Brandschutz in Hamburg, seit 2011 Mitglied der Geschäftsführung hhpberlin Ingenieure für Brandschutz, seit 2012 Prüffingenieur für Brandschutz, 2013 W3-Professor für Brandschutz am Inst. für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der TU Braunschweig, 2017 wiss. Vorstand MPA Braunschweig, 2020 Sprecher Forschungszentrum für Brandschutz (ZeBra) der TU Braunschweig.

Technische Universität Braunschweig, Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB), Beethovenstraße 52, 38106 Braunschweig

**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](mailto:info@ernst-und-sohn.de)  
[www.ernst-und-sohn.de](http://www.ernst-und-sohn.de)



A Allgemeines und Normung

**A 1 Umweltgerechtes Bauen für Mensch, Flora und Fauna  
am Beispiel neuer Grünfassadensysteme**

Holger Röseler, Pia Krause, Philip Leistner, Leonie K. Fischer,  
Eva Bender und Solène Guenat

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>		
<b>2</b>	<b>Grundlagen und Stand des Wissens</b>	<b>3</b>		
2.1	Klimawandel	3		
2.2	Prozesse im Außenraum	4		
2.2.1	Charakteristik von naturnahen und urbanen Räumen	5		
2.2.2	Grüne Strukturen und Grünfassaden	7		
2.3	Prozesse an der Gebäudehülle und im Innenraum	7		
2.3.1	Wärmeschutz	8		
2.3.2	Sommerliche Überhitzung	9		
<b>3</b>	<b>Forschungs- und Erhebungsmethode</b>	<b>10</b>		
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>13</b>		
4.1	Prozesse im Außenraum	13		
4.1.1	Strukturreichtum und Artenvielfalt	13		
4.1.2	Klimaregulation	16		
4.2	Prozesse an der Gebäudehülle	17		
4.2.1	Wärmeübergang außen	17		
4.2.1.1	Wärmeabstrahlung	18		
4.2.1.2	Verschattung	19		
4.2.1.3	Strömung	20		
4.2.1.4	Auswirkung	23		
4.2.2	Wärmedurchlass Bauteil	24		
4.3	Wirkung auf das Gebäude	25		
4.3.1	Randbedingungen	25		
4.3.2	Auswirkung	26		
<b>5</b>	<b>Von der Forschung in die Praxis</b>	<b>30</b>		
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Diskussion</b>	<b>31</b>		
	<b>Literatur</b>	<b>33</b>		

## 1 Einleitung

Das sich stetig ändernde Klima führt zu steigenden Herausforderungen bei der Gestaltung von Städten, Quartieren und Gebäuden [1]. Die Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels sind mess- und spürbar geworden, auch in Form von Extremwetterereignissen wie Hitze, Starkregen, Sturm und Hagel [1]. Mit der Klimaänderung geht simultan ein drastischer Rückgang der Biodiversität sowohl global als auch in Deutschland einher [2–4], der auch stark durch die Urbanisierung geprägt wird [5].

Die Bauindustrie nimmt in der Klimawandeldebatte eine Schlüsselfunktion ein. Einerseits ist diese aufgrund des hohen Ressourcen- und Energieverbrauchs maßgeblich Mitverursacher für die anthropogen verursachten klimatischen Veränderungen, andererseits ist die gebaute Umwelt selbst von den Klimaänderungen sowie den einhergehenden Extremwetterereignissen betroffen. Insbesondere urbane Räume sind durch die hohen Verdichtungen und Versiegelungen stark vulnerabel gegenüber den Extremwetterereignissen. Hohe Hitzebelastungen in Städten beeinträchtigen bereits jetzt die Lebens- und Standortqualität von Mensch, Flora und Fauna, die sich prognostisch weiter verschärfen wird [1]. Gleichzeitig sind Städte aber auch gestaltbare Orte, an denen durch eine interdisziplinäre und zukunftsorientierte Planung eine weitere Verschärfung des Klimawandels gebremst und die Resilienz gegenüber seinen Folgen für Mensch, Flora und Fauna gestärkt werden kann.

Ein Baustein für eine nachhaltige und klimaangepasste Gestaltung von urbanen Räumen und Bauwerken stellen grüne Infrastrukturen dar. Begrünte Fassaden als Bestandteil der grünen Infrastruktur haben aufgrund der hohen Flächenverfügbarkeit im Urbanen besondere Potenziale, um durch innovative Gestaltungsansätze zur klimaangepassten Stadtgestaltung für Mensch, Flora und Fauna beizutragen. Gleichzeitig gilt es, die bauphysikalischen Potenziale und Qualitäten dieser Konstruktionen gezielt auszuschöpfen, ohne dabei andere Funktionen, beispielsweise an Brandschutz und (Stand-)Sicherheit, zu beeinträchtigen.

Diese potenziellen und synergetischen Wirkpotenziale eines neuen Grünfassadensystems für Mensch, Flora und Fauna werden in diesem Beitrag vorgestellt und analysiert. Das entwickelte System weist klimaregulierende Effekte im Außenraum auf und integriert vertikale Lebensraumstrukturen insbesondere für eine neuartige Mischung von Kulturpflanzen und einheimischen Pflanzen sowie der potenziellen Förderung von Insekten bei gleichzeitiger Beachtung der bauphysikalischen Anforderungen der Gebäudehülle. Das System entstand als ein Mock-Up auf dem Campus der Universität Stuttgart und diente der ersten Erhebung und Untersuchung bezüglich der Schaffung synergetischer Wirkpotenziale. Basierend auf den Forschungsergebnissen und identifizierten Forschungslücken wurde aufbauend eine zweite, deutlich größere

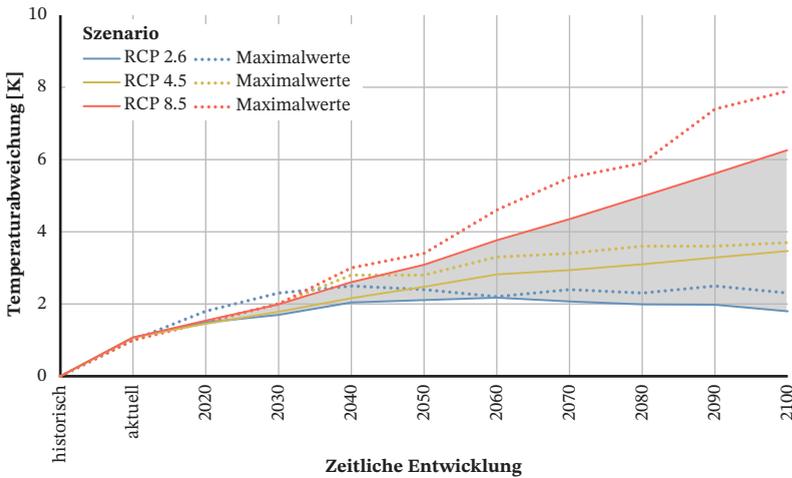
Grünfassade konzipiert und damit ein erster Schritt zur Implementierung des neuen Grünfassadensystems von der Forschung in die Praxis getätigt.

## 2 Grundlagen und Stand des Wissens

In diesem Abschnitt werden die Grundlagen und Phänomene der Themenfelder Klimawandel und -anpassung durch grüne Infrastrukturen mit dem Fokus auf Grünfassaden erläutert. Ausgehend von den Auswirkungen des Klimawandels werden in einem ersten Schritt stadtbauphysikalische Prozesse im Außenraum thematisiert. Durch den Vergleich von naturnahen und urbanen Strukturen werden Potenziale zur Förderung von klimaangepassten, resilienten Lebensräumen für Mensch, Flora und Fauna in Städten identifiziert und ausgewählte Anpassungsstrategien durch vertikale Grünstrukturen am Gebäude definiert. Aufbauend wird der Blick auf die bauphysikalischen Prozesse an der Gebäudehülle sowie am Gebäude selbst gerichtet.

### 2.1 Klimawandel

Das Klima der Erde der vergangenen 10 000 Jahre wird nach [6] als relativ stabil angesehen. Lediglich in den letzten 150 Jahren kam es zu einem stetigen Anstieg der Temperatur. Dieser Anstieg wird allgemein als anthropogener Klimawandel bezeichnet und ist auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen [6]. Zukünftige Veränderungen der klimatischen Verhältnisse können mit den sogenannten Representative Concentration Pathways (RCP) des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, häufig als Weltklimarat bezeichnet) prognostiziert werden. Etablierte Szenarien sind RCP 2.6, RCP 4.5 sowie RCP 8.5. Diese Szenarien beschreiben unterschiedliche Entwicklungen der anthropogenen Treibhausgasemissionen. Die Ziffern stehen für den globalen Strahlungsantrieb an der Tropopause, also in ca. 6 km bis 18 km Höhe, gegenüber dem natürlichen bzw. vorindustriellen Niveau (in der Regel 1750) in  $W/m^2$  im Jahr 2100. Mit dem geringsten Strahlungsantrieb stellt das Szenario RCP 2.6 eine optimistische Entwicklung dar und beinhaltet die schnelle und konsequente Substitution fossiler Brennstoffe. RCP 8.5 ist gegenüber RCP 2.6 ein pessimistisches Szenario. RCP 4.5 liegt zwischen diesen beiden Extremen [7]. Bild 1 zeigt die Temperaturänderung der jährlichen Durchschnitts- und Maximaltemperaturen der drei Szenarien in Bezug zu den historischen Datensätzen am Standort Stuttgart. Die dargestellten Datensätze basieren auf dem Modell der Software Meeteonorm [8]. Die Durchschnittstemperatur des optimistischen Szenarios RCP 2.6 liegt zukünftig erwartungsgemäß unterhalb der beiden pessimistischeren Szenarien. Ab dem Jahr 2060 prognostiziert RCP 2.6 eine Trendwende und damit abnehmende Temperatur-



**Bild 1.** Änderung der prognostizierten Durchschnitts- und maximalen Temperaturen der unterschiedlichen RCP-Szenarien bis 2100 am Standort Stuttgart. Grau hinterlegt ist der mögliche Temperaturbereich der Durchschnittstemperaturen zwischen den beiden extremen Szenarien; berechnet mit Meteonorm [8].

ren. Das pessimistische Szenario RCP 8.5 geht von einem konstant starken, nicht abflachenden Temperaturanstieg aus. Die Differenz zu den Referenzwerten der Vergangenheit beträgt im Jahr 2100 mehr als 6 Kelvin, während es bei dem Szenario RCP 2.6 lediglich 2 Kelvin und bei RCP 4.5 etwa 3,5 Kelvin sind.

Diese klimatischen Änderungen haben auf viele Lebensbereiche, Lebewesen und Prozesse eine signifikante Auswirkung. Besonders urbane Räume weisen in ihrer baulich-räumlichen Gestaltung eine erhöhte Vulnerabilität gegenüber den zunehmenden Klimawandelfolgen auf. Wetterelemente wie Lufttemperatur, Niederschlag und Wind wirken auf Liegenschaften sowie Gebäude und können bei hoher Intensität Schäden und Gefahren verursachen. Durch die Auswirkungen des Klimawandels werden einerseits spezifische Wetterelemente bzw. Klimaänderungssignale zukünftig an Intensität zunehmen, andererseits sind dabei regional unterschiedliche Wandel zu berücksichtigen, siehe Tabelle 1 [1, 9].

In Deutschland wird sich die Hitzebelastung flächendeckend erhöhen, was vor allem zu Herausforderungen in städtischen Gebieten und einer gesundheitlichen Belastung für die Bewohnerinnen und Bewohner führt. In gleicher Weise ist die urbane Vegetation, insbesondere durch längere Trockenperioden, Hitze und Stürme, stark von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Bereits jetzt ist die Vulnerabilität von Pflanzen in urbanen Gebieten besonders hoch, da diese den direkten anthropogenen Einflüssen, wie Schadstoffen, sowie verdichteten und salzhaltigen Böden ausgesetzt sind. Zusätzlich beeinträchtigen die (mikro-)klimatischen Bedingungen in Städten sowohl kurz- als auch langfristig das gesunde Pflanzenwachstum. Diese Prozesse haben eine unmittelbare Auswirkung auf die ur-

**Tabelle 1.** Änderungssignale und regionale Betroffenheit in Deutschland aufgrund der Klimaänderung nach [1, 9]; Legende für die Änderungssignale: ↑↑ = starke Änderung; ↑ = Änderung; – = keine klaren Rückschlüsse

Wettereinwirkung	Änderungssignal	regionale Betroffenheit
Sommerhitze	↑↑	ganz Deutschland; insbesondere der Südwesten, Flusstäler von Rhein, Neckar, Main, Mosel
Starkregen	↑	Mittelgebirge und Alpenvorland; abhängig von Topografie; Details in Starkregengefahrenkarten von Kommunen
Hochwasser	↑	in der Nähe von Gewässern; Details in Hochwassergefahrenkarten der Bundesländer
Hagel	–	ganz Deutschland; Süddeutschland höchste Betroffenheit
Wind	–	ganz Deutschland; insbesondere Küsten und Norddeutschland

bane Fauna. Neben dem Verlust an quantitativen und qualitativen Lebensräumen ist die Fauna in Städten selbst vom Klimawandel und einer damit einhergehenden Bedrohung der Artenvielfalt betroffen [10].

## 2.2 Prozesse im Außenraum

Urbane Räume unterscheiden sich in ihrer Charakterisierung, aber auch in ihren Funktionen und Anforderungen signifikant von natürlichen und naturna-