

## Inhaltsübersicht

### A Allgemeines und Normung

- A 1 Feuchteschutz im Holzbau – Hintergründe und aktuelle Regeln der Technik 1  
Hartwig Künzel, Daniel Zirkelbach, Daniel Kehl

### B Materialtechnische Grundlagen

- B 1 Dämmstoffe im Bauwesen 43  
Wolfgang M. Willems, Kai Schild
- B 2 Naturfaserdämmstoffe 121  
Norbert Rüter
- B 3 Bauprodukte aus Rinde 139  
Eugenia Mariana Tudor, Hermann Huber

### C Nachweisverfahren

- C 1 Energetisch optimierte Holzkonstruktionen 171  
Peter Schmidt, Saskia Windhausen
- C 2 Dokumentation einer Energiebilanz nach DIN/TS 18599 Beiblatt 3 205  
Kati Jagnow, Lutz Dorsch
- C 3 Erfassen der Feuchtespeicherung in Holz und Potenzial für Messsysteme zur Bauwerksüberwachung 227  
Mike Sieder, Yannick Plüss, Paul Biller, Moritz Tronnier
- C 4 Rechnerische Simulation zeitlicher Holzfeuchteverläufe im Vergleich zu langjährigen Messreihen 249  
Sandra Tilleke, Nabil A. Fouad
- C 5 Schallschutz im Holzbau 275  
Joachim Hessinger, Andreas Rabold, Bernd Saß, Markus Schramm
- C 6 Entwicklung und experimentelle Untersuchung einer neuartigen Holzleichtbauwand für Schulen 357  
Michael Flieger, Markus Hofmann, Tobias Götz, Oliver Kornadt
- C 7 Luftdichtheit in Planung, Ausführung und Messung 393  
Stefanie Rolfsmeier, Robert Borsch-Laaks, Alexander Kiß, Paul Simons
- C 8 Zerstörungsfreie/-arme Prüfmethode für Bestandsuntersuchungen im Holzbau: Wellenbasierte Methoden – Stand der Technik und Untersuchungsergebnisse 423  
Elena Perria, David Böhrer, Mike Sieder
- C 9 Berechnungsverfahren von Holzrahmenbauteilen mit brandschutztechnischer raumabschließender Funktion 465  
Sabine Scheidel, Sebastian Dienst, Tobias Götz, Oliver Kornadt

VI Inhaltsübersicht

---

**D Konstruktive Ausbildung/Ausführungsplanung**

- D 1 Aufstockungen von Bestandsbauten 497  
Maren Fath, Michael Storck, Mike Sieder, Annette Hafner
- D 2 Leichtes und nachhaltiges Bauen – Erfahrungen und Analysen im Kontext  
des Wettbewerbs Solar Decathlon Europe 517  
Frauke Rottschy, Jan Martin Müller, Karsten Voss
- D 3 Brandschutz bei hölzernen Bauteilen nach den nationalen Regeln und  
Brandschutzkonzepte bei hölzernen Bauwerken 555  
Michael Dehne, Dirk Kruse, Björn Kampmeier
- D 4 Nachhaltige Holzbrücken für Geh- und Radwege 573  
Wilfried Moorkamp, Leif A. Peterson, Thomas Uibel

**E Materialtechnische Tabellen**

- E 1 Materialtechnische Tabellen für den Brandschutz 593  
Nina Schjerve
- E 2 Materialtechnische Tabellen 631  
Rainer Hohmann

**Stichwortverzeichnis 687**

## Inhaltsverzeichnis

<b>A</b>	<b>Allgemeines und Normung</b>	
<b>A 1</b>	<b>Feuchteschutz im Holzbau – Hintergründe und aktuelle Regeln der Technik</b>	<b>1</b>
	Hartwig Künzel, Daniel Zirkelbach, Daniel Kehl	
1	Einleitung	3
2	Relevante hygrothermische Beanspruchungen und deren Auswirkungen	3
2.1	Ursachen für hygrothermische Beanspruchungen	3
2.1.1	Raumseitige Temperatur- und Feuchtebeanspruchungen	4
2.1.2	Außenseitige Temperatur- und Feuchtebeanspruchungen	4
2.1.3	Solare Einstrahlung	5
2.1.4	Schlagregen	6
2.1.5	Umkehrdiffusion durch Sonneneinstrahlung nach Regen (Solar Vapour Drive)	7
2.1.6	Dampfkonvektion durch Undichtheiten in Außenbauteilen infolge von Luftdruckdifferenzen	8
2.1.7	Anfangsfeuchte	8
2.1.8	Leitungswasserschäden	9
2.2	Auswirkungen von Temperatur- und Feuchtebeanspruchungen	9
2.2.1	Feuchtebedingte Erhöhung des Wärmedurchgangs	9
2.2.2	Schimmel und holzzerstörende Pilze	10
2.2.3	Korrosion von metallischen Verbindungen und Befestigungsmitteln	11
2.2.4	Hygrothermisch verursachtes Quell- und Schwindverhalten	12
3	Feuchteschutzbemessung anhand von Normen und Richtlinien	12
3.1	Klimabedingter Feuchteschutz nach DIN 4108-3:2018-10	13
3.1.1	Nachweisfreie Konstruktionen	13
3.1.1.1	Holzfachwerkwände	13
3.1.1.2	Dächer in Holzbauweise	13
3.1.2	Nachweis mithilfe des Periodenbilanzverfahrens nach Glaser	14
3.1.3	Feuchteschutznachweis durch hygrothermische Simulation	16
3.2	Grundlagen, Normen und Richtlinien zur hygrothermischen Simulation	18
3.2.1	Materialkennwerte für Holz und Holzwerkstoffe	18
3.2.1.1	Feuchtespeicherung	19
3.2.1.2	Feuchtetransport dampfförmig und flüssig	20
3.2.1.3	Diffusionswiderstand	20
3.2.1.4	Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität	21
3.2.1.5	Generische Datensätze für Holzwerkstoffe	21
3.2.2	Rand- und Anfangsbedingungen	23
3.2.2.1	Außenklimabedingungen	23
3.2.2.2	Raumklima	25
3.2.2.3	Anfangsbedingungen	26
3.2.3	Wärme- und Feuchteübergang	26
3.2.4	Hilfsmodelle zur vereinfachten Berücksichtigung spezieller hygrothermischer Effekte	27
3.2.4.1	Berücksichtigung von Konvektionseffekten	28
3.2.4.2	Berücksichtigung von Regenwasserpenetration	29
3.2.5	Simulationsergebnisse und deren Interpretation	30
3.2.5.1	Feuchtebilanz	30
3.2.5.2	Relevante Bewertungskriterien für den Holzbau	30
3.2.5.3	Feuchteverhältnisse an den Oberflächen	31
3.2.5.4	Holzfeuchte	31
3.2.5.5	Holzwerkstofffeuchte	31
3.2.5.6	Tauwasserbildung innerhalb des Bauteils	32
3.2.5.7	Wassergehaltsgrenzwerte für mineralische Baustoffe	32
3.3	Feuchteschutz nach Holzschutznorm DIN 68800-2	32
3.3.1	Berücksichtigung und Gründe für eine Trocknungsreserve	33
3.3.2	Hygrothermische Simulation für außen dampfdichte Bauteile	33
3.4	Regeln für die hygrothermische Simulation von Holzbauteilen nach WTA	34
3.4.1	Verschattung	34
3.4.2	Bewertung von Holz durch die Porenluft- und Holzfeuchte	35
3.4.3	Bewertung von Holzwerkstoffen durch Materialfeuchte	37
4	Schlussfolgerungen und Ausblick	38
5	Literatur	39

## VIII Inhaltsverzeichnis

**B Materialtechnische Grundlagen****B 1 Dämmstoffe im Bauwesen 43**  
Wolfgang M. Willems, Kai Schild

- |       |   |       |   |
|-------|---|-------|---|
| 1     | Physikalische Grundlagen 47   | 3.2   | Baumwolle 68  |
| 1.1   | Wärmeschutz 47  | 3.2.1 | Herstellung und Hintergrund-<br>informationen 68      |
| 1.1.1 | Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ 47   | 3.2.2 | Anwendungsbereiche und<br>Verarbeitung 69             |
| 1.1.2 | Wärmedurchlasswiderstand R 50   | 3.2.3 | Charakteristische Kenngrößen<br>„Baumwolle“ 70        |
| 1.1.3 | Spezifische Wärmekapazität c 50   | 3.2.4 | Gesundheitliche und ökologische<br>Aspekte 70         |
| 1.1.4 | Temperaturleitzahl a 51   | 3.3   | Blähglas 70   |
| 1.1.5 | Physik der Wärmedämmung 51  | 3.3.1 | Herstellung und Hintergrund-<br>informationen 70      |
| 1.2   | Feuchteschutz 52  | 3.3.2 | Anwendungsbereiche und<br>Verarbeitung 71             |
| 1.2.1 | Wasserdampf-Diffusionswiderstands-<br>zahl $\mu$ 52   | 3.3.3 | Charakteristische Kenngrößen<br>„Blähglas“ 71         |
| 1.2.2 | Wasserdampfdiffusionsäquivalente<br>Luftschichtdicke $s_{d,l}$ 52                               | 3.3.4 | Gesundheitliche und ökologische<br>Aspekte 71         |
| 1.2.3 | Auswahl der Wasserdampf-Diffusions-<br>widerstandszahl $\mu$ für den Nachweis<br>nach Glaser 53 | 3.4   | Blähton 72  |
| 1.3   | Schallschutz 53   | 3.4.1 | Herstellung und Hintergrund-<br>informationen 72      |
| 1.3.1 | Schallabsorptionsgrad 53  | 3.4.2 | Anwendungsbereiche und<br>Verarbeitung 72             |
| 1.3.2 | Schallabsorptionsfläche A 54  | 3.4.3 | Charakteristische Kenngrößen<br>„Blähton“ 73          |
| 1.3.3 | Längenbezogener Strömungs-<br>widerstand r 54   | 3.4.4 | Gesundheitliche und ökologische<br>Aspekte 73         |
| 1.3.4 | Dynamische Steifigkeit $s'$ 55  | 3.5   | Flachs 73   |
| 1.3.5 | Dynamischer Elastizitätsmodul $E_{\text{Dyn}}$ 55   | 3.5.1 | Herstellung und Hintergrund-<br>informationen 73      |
| 1.4   | Brandschutz 55  | 3.5.2 | Anwendungsbereiche und<br>Verarbeitung 74             |
| 1.4.1 | Baustoffklassen nach DIN 4102-1 55  | 3.5.3 | Charakteristische Kenngrößen<br>„Flachs“ 74           |
| 1.4.2 | Benennung des Brandverhaltens nach<br>DIN EN 13501-1 56   | 3.5.4 | Gesundheitliche und ökologische<br>Aspekte 74         |
| 1.5   | Rohdichte 59  | 3.6   | Getreidegranulat 74                                   |
| 2     | Dämmstoffe im Bauwesen 60   | 3.6.1 | Herstellung und Hintergrund-<br>informationen 74      |
| 2.1   | Dämmstoffübersicht 60   | 3.6.2 | Anwendungsbereiche und<br>Verarbeitung 75             |
| 2.2   | Aspekte für die Auswahl von<br>Dämmstoffen 60   | 3.6.3 | Charakteristische Kenngrößen<br>„Getreidegranulat“ 75 |
| 2.2.1 | Baukonstruktive Aspekte 60  | 3.6.4 | Gesundheitliche und ökologische<br>Aspekte 75         |
| 2.2.2 | Bauphysikalische Aspekte 60   | 3.7   | Hanf 76   |
| 2.2.3 | Ökologische Aspekte 60  | 3.7.1 | Herstellung und Hintergrund-<br>informationen 76      |
| 2.2.4 | Ökonomische Aspekte 63  | 3.7.2 | Anwendungsbereiche und<br>Verarbeitung 76             |
| 2.3   | Zusatzstoffe 63   | 3.7.3 | Charakteristische Kenngrößen „Hanf“ 77                |
| 2.3.1 | Treibmittel 63  | 3.7.4 | Gesundheitliche und ökologische<br>Aspekte 77         |
| 2.3.2 | Bindemittel 65  |       |   |
| 2.3.3 | Stützfasern 66  |       |   |
| 2.3.4 | Zusätze für Brand- und Feuchteschutz 66   |       |   |
| 2.4   | Entwicklung der Dämmschichtdicken in<br>Dach und Wand in den europäischen<br>Ländern 66         |       |   |
| 3     | Beschreibung von Dämmstoffen 66   |       |   |
| 3.1   | Aerogel 66  |       |   |
| 3.1.1 | Herstellung und Hintergrund-<br>informationen 66  |       |   |
| 3.1.2 | Anwendungsbereiche und<br>Verarbeitung 68   |       |   |
| 3.1.3 | Charakteristische Kenngrößen<br>„Aerogel“ 68  |       |   |
| 3.1.4 | Gesundheitliche und ökologische<br>Aspekte 68   |       |   |

3.8	Holzfaser	77	3.14.3	Charakteristische Kenngrößen „Mineralschaum“	87
3.8.1	Herstellung und Hintergrund- informationen	77	3.14.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte	87
3.8.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung	78	3.15	Mineralwolle	88
3.8.3	Charakteristische Kenngrößen „Holzfaser“	78	3.15.1	Herstellung und Hintergrund- informationen	88
3.8.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte	78	3.15.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung	89
3.9	Holzwohle-Leichtbauplatten und Holzwohle-Mehrschichtplatten	79	3.15.3	Charakteristische Kenngrößen „Mineralwolle“	89
3.9.1	Herstellung und Hintergrund- informationen	79	3.15.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte	89
3.9.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung	80	3.16	Perlite	90
3.9.3	Charakteristische Kenngrößen „HWL“	81	3.16.1	Herstellung und Hintergrund- informationen	90
3.9.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte	81	3.16.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung	90
3.10	Kalziumsilikat	81	3.16.3	Charakteristische Kenngrößen „Perlite“	91
3.10.1	Herstellung und Hintergrund- informationen	81	3.16.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte	91
3.10.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung	82	3.17	Phenolharz	91
3.10.3	Charakteristische Kenngrößen „Kalziumsilikat“	82	3.17.1	Herstellung und Hintergrund- informationen	91
3.10.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte	82	3.17.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung	91
3.11	Kokos	83	3.17.3	Charakteristische Kenngrößen „Phenolharz“	92
3.11.1	Herstellung und Hintergrund- informationen	83	3.17.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte	92
3.11.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung	83	3.18	Polyesterfaser	92
3.11.3	Charakteristische Kenngrößen „Kokos“	83	3.18.1	Herstellung und Hintergrund- informationen	92
3.11.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte	83	3.18.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung	92
3.12	Kork	84	3.18.3	Charakteristische Kenngrößen „Polyesterfaser“	93
3.12.1	Herstellung und Hintergrund- informationen	84	3.18.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte	93
3.12.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung	84	3.19	Polystyrol, expandiert (EPS)	93
3.12.3	Charakteristische Kenngrößen „Kork“	85	3.19.1	Herstellung und Hintergrund- informationen	93
3.12.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte	85	3.19.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung	94
3.13	Melaminharzschäum	85	3.19.3	Charakteristische Kenngrößen „EPS“	95
3.13.1	Herstellung und Hintergrund- informationen	85	3.19.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte	95
3.13.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung	86	3.20	Polystyrol, extrudiert (XPS)	95
3.13.3	Charakteristische Kenngrößen „Melaminharz“	86	3.20.1	Herstellung und Hintergrund- informationen	95
3.13.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte	86	3.20.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung	96
3.14	Mineralschaum	86	3.20.3	Charakteristische Kenngrößen „XPS“	97
3.14.1	Herstellung und Hintergrund- informationen	86	3.20.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte	97
3.14.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung	87			

X	Inhaltsverzeichnis		
3.21	Polyurethan (PUR, Hartschaum und Ortschaum) 97	3.27.3	Charakteristische Kenngrößen „Stroh“ 106
3.21.1	Herstellung und Hintergrundinformationen 97	3.27.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte 106
3.21.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung 98	3.28	Transparente Wärmedämmung 106
3.21.3	Charakteristische Kenngrößen „PUR“ 98	3.28.1	Herstellung und Hintergrundinformationen 106
3.21.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte 99	3.28.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung 106
3.22	Pyrogene Kieselsäure 99	3.28.3	Charakteristische Kenngrößen „TWD“ 107
3.22.1	Herstellung und Hintergrundinformationen 99	3.28.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte 107
3.22.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung 99	3.29	Vacuum Insulating Sandwich (VIS) 107
3.22.3	Charakteristische Kenngrößen „Pyrogene Kieselsäure“ 99	3.29.1	Herstellung und Hintergrundinformationen 107
3.22.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte 100	3.29.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung 109
3.23	Schafwolle 100	3.29.3	Charakteristische Kenngrößen „VIS“ 109
3.23.1	Herstellung und Hintergrundinformationen 100	3.29.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte 109
3.23.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung 100	3.30	Vakuuminisationspaneele (VIP) 109
3.23.3	Charakteristische Kenngrößen „Schafwolle“ 101	3.30.1	Herstellung und Hintergrundinformationen 109
3.23.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte 101	3.30.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung 111
3.24	Schaumglas 101	3.30.3	Charakteristische Kenngrößen „VIP“ 112
3.24.1	Herstellung und Hintergrundinformationen 101	3.30.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte 112
3.24.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung 101	3.31	Vermiculite 112
3.24.3	Charakteristische Kenngrößen „Schaumglas“ 102	3.31.1	Herstellung und Hintergrundinformationen 112
3.24.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte 103	3.31.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung 112
3.25	Schilfrohr 103	3.31.3	Charakteristische Kenngrößen „Vermiculite“ 113
3.25.1	Herstellung und Hintergrundinformationen 103	3.31.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte 113
3.25.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung 103	3.32	Zellelastomere 113
3.25.3	Charakteristische Kenngrößen „Schilfrohr“ 104	3.32.1	Herstellung und Hintergrundinformationen 113
3.25.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte 104	3.32.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung 113
3.26	Seegras 104	3.32.3	Charakteristische Kenngrößen „Zellelastomere“ 114
3.26.1	Herstellung und Hintergrundinformationen 104	3.32.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte 114
3.26.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung 104	3.33	Zellulose 114
3.26.3	Charakteristische Kenngrößen „Seegras“ 104	3.33.1	Herstellung und Hintergrundinformationen 114
3.26.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte 104	3.33.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung 115
3.27	Stroh 105	3.33.3	Charakteristische Kenngrößen „Zellulose“ 115
3.27.1	Herstellung und Hintergrundinformationen 105	3.33.4	Gesundheitliche und ökologische Aspekte 116
3.27.2	Anwendungsbereiche und Verarbeitung 105	4	Literatur 116

<b>B 2</b>	<b>Naturfaserdämmstoffe</b>	121		
	Norbert Rüter			
1	Einleitung	123	2.3	Sonstige
2	Rohstoffe	123	2.3.1	Seegrass
2.1	Forstwirtschaft	123	2.3.2	Zellulose
2.1.1	Nadelholzfäsern	124	2.3.3	Schafwolle
2.1.2	Nadelholzspäne	124	3	Dämmstoffe
2.1.3	Holzwole	124	4	Anwendungen
2.1.4	Kork	125	5	Bauphysik
2.2	Landwirtschaft	125	5.1	Feuchteschutz
2.2.1	Flachs	125	5.2	Wärmeschutz
2.2.2	Hanf	125	5.3	Brandschutz
2.2.3	Schilf/Reet	126	5.4	Schallschutz
2.2.4	Stroh	126	6	Literatur
2.2.5	Wiesengras/Wiesengras-Zellulose	127		
<b>B 3</b>	<b>Bauprodukte aus Rinde</b>	139		
	Eugenia Mariana Tudor, Hermann Huber			
1	Einleitung	141	4.3	Oriented Strand Boards
2	Baumrinde – allgemeine Eigenschaften	141	4.4	Dämmplatten aus Rinde
2.1	Anatomie der Baumrinde	142	4.5	Dekorative und Dämmplatten aus Baumrinde mit geringem Formaldehydgehalt
2.2	Chemische Zusammensetzung von Baumrinde	142	4.6	Rinde-Ton-Verbundwerkstoffe mit feuerhemmenden Eigenschaften
2.3	Tannine	143	4.7	Verbundplatten aus Baumrinde und deren Schallabsorptionsvermögen
2.3.1	Tannin-basierte Klebstoffe	144	4.8	The “living wall” – decorative bark-based panels
2.3.2	Tannin-basierte Schäume	144	5	Kork
3	Vorbereitung des Rohstoffes	144	5.1	Die Makrostruktur von Kork
3.1	Entrindungsmethoden	144	5.2	Die Mikrostruktur von Kork
3.1.1	Trommelentrindung	145	5.3	Eigenschaften von Kork
3.1.2	Cradle-Entrindung	146	6	Produkte auf Korkbasis
3.1.3	Fräskopfentrindung (Rosserkopf-entrindung)	146	6.1	Agglomerierte Korkverbundwerkstoffe
3.1.4	Kettenschlagentrinder	146	6.2	Expandierte Korkagglomerate
3.1.5	Hochdruck-Wasserstrahl-Entrindung	146	6.3	Kork-Kautschuk-Verbundwerkstoffe
3.1.6	Kompressionsentrinder	147	6.4	Kork-Sandwich-Verbundwerkstoffe
3.1.7	Bio-Entrindung	147	6.5	Kork-Mineralien-Verbundwerkstoffe
3.2	Zerkleinern der Rinde	147	6.6	Korkböden und Wandverkleidungen
3.3	Sichtung der Rindenpartikel	148	6.7	Umweltaspekte von Korkprodukten
3.4	Trocknung der Rinde	148	7	Literatur
4	Produkte aus Baumrinde	149		
4.1	Spanplatten aus Baumrinde	150		
4.2	Mitteldichte Faserplatten mit Baumrinde	151		

## XII Inhaltsverzeichnis

**C Nachweisverfahren****C 1 Energetisch optimierte Holzkonstruktionen 171**

Peter Schmidt, Saskia Windhausen

- |       |   |     |       |  |     |
|-------|---|-----|-------|--|-----|
| 1     | Einführung  | 173 | 4.3.4 | Unterer Gebäudeabschluss (Bodenplatte und Kellerdecke) | 187 |
| 2     | Anforderungen und Regelwerke                        | 173 | 4.3.5 | Bauteile zu unbeheizten Räumen                         | 188 |
| 3     | Bauweisen und Konstruktion                          | 175 | 4.4   | Sonstige Anforderungen                                 | 188 |
| 3.1   | Typische Merkmale und Vorteile der Holzbauweise     | 175 | 5     | Anschlüsse und Details                                 | 189 |
| 3.2   | Blockbauweise                                       | 176 | 5.1   | Wärmebrücken   | 189 |
| 3.2.1 | Klassische Blockbauweise                            | 176 | 5.2   | Luftdichtheit  | 191 |
| 3.2.2 | Moderne Blockhäuser                                 | 177 | 5.3   | Ausgewählte Anschlüsse und Details                     | 193 |
| 3.2.3 | Abdichtung der Fugen                                | 177 | 6     | Sommerlicher Wärmeschutz                               | 193 |
| 3.2.4 | Vorfertigung und Güteüberwachung                    | 177 | 6.1   | Gebäudestandort und Ausrichtung des Gebäudes           | 196 |
| 3.2.5 | Sonstige Massivholzbauweisen                        | 178 | 6.2   | Fenster  | 196 |
| 3.3   | Holzrahmenbau und Holztafelbau                      | 178 | 6.3   | Sonnenschutzmaßnahmen                                  | 196 |
| 3.3.1 | Konstruktionsprinzip                                | 178 | 6.4   | Lüftung und passive Kühlung                            | 197 |
| 3.3.2 | Entwurfsgrundlagen und Rastermaß                    | 179 | 6.5   | Interne Wärmequellen                                   | 197 |
| 3.3.3 | Vorteile der Holztafelbauweise                      | 179 | 6.6   | Wirksame Wärmespeicherfähigkeit                        | 197 |
| 3.3.4 | Güteüberwachung                                     | 180 | 7     | Anlagensysteme   | 199 |
| 3.4   | Holzskelettbau                                      | 180 | 7.1   | Heizungsanlage   | 199 |
| 4     | Energetische Ausbildung von Baukörper und Bauteilen | 181 | 7.2   | Trinkwarmwasser  | 200 |
| 4.1   | Einflussgrößen auf den Energiebedarf von Gebäuden   | 181 | 7.3   | Solarthermieanlage                                     | 200 |
| 4.2   | Baukörper und Grundstück                            | 181 | 7.4   | Lüftungsanlage   | 200 |
| 4.3   | Bauteile  | 182 | 7.5   | Sonstige Anlagenkomponenten                            | 201 |
| 4.3.1 | Dach  | 182 | 8     | Zusammenfassung  | 201 |
| 4.3.2 | Außenwände  | 184 | 9     | Literatur  | 201 |
| 4.3.3 | Fenster und Verglasungen                            | 185 |       |  |     |

**C 2 Dokumentation einer Energiebilanz nach DIN/TS 18599 Beiblatt 3 205**

Kati Jagnow, Lutz Dorsch

- |     |   |     |       |  |     |
|-----|---|-----|-------|--|-----|
| 1   | Einführung  | 207 | 4.4   | Dokumentation der Gebäudegeometrie und Qualitäten der Bauteile | 215 |
| 2   | Entstehungshistorie                                   | 207 | 4.5   | Dokumentation von Heizwärme- und Kühlbedarf                    | 216 |
| 2.1 | Das Beiblatt von 2015                                 | 208 | 4.6   | Dokumentation der RLT- und Lüftungsanlagen                     | 217 |
| 2.2 | Förderprojekt BMU und DIBt                            | 208 | 4.7   | Dokumentation der statischen Heizsysteme                       | 218 |
| 2.3 | Projektgruppe und Arbeitstreffen                      | 208 | 4.7.1 | Wärmeübergabe  | 218 |
| 2.4 | Überführung in ein Normungsvorhaben                   | 209 | 4.7.2 | Wärmeverteilung  | 220 |
| 3   | Struktur des Beiblattes                               | 209 | 4.7.3 | Wärmespeicherung   | 220 |
| 3.1 | Gliederung der Dokumentation                          | 209 | 4.7.4 | Wärmeerzeugung   | 221 |
| 3.2 | Allgemeine Festlegungen                               | 210 | 4.8   | Dokumentation der Beleuchtung                                  | 222 |
| 3.3 | Erläuterungstext und Zielgruppe                       | 210 | 4.9   | Dokumentation der Stromerzeugung                               | 224 |
| 4   | Beispielprojekt mit Dokumentation                     | 211 | 5     | Fazit und Ausblick   | 225 |
| 4.1 | Vorstellung des Bürogebäudes mit Zonen und Versorgung | 211 | 6     | Dank   | 225 |
| 4.2 | Dokumentation der Verfahren und Randbedingungen       | 212 | 7     | Literatur  | 225 |
| 4.3 | Dokumentation der Nutzung und Konditionierung         | 212 |       |  |     |



<b>C 3 Erfassen der Feuchtespeicherung in Holz und Potenzial für Messsysteme zur Bauwerksüberwachung 227</b>	
Mike Sieder, Yannick Plüss, Paul Biller, Moritz Tronnier	
1	Einleitung 229
2	Feuchtetransport in Vollholz und Holzwerkstoffen 229
2.1	Feuchteaufnahme durch Sorption 229
2.1.1	Chemisorption 230
2.1.2	Physisorption 230
2.1.3	Kapillarkondensation 230
2.2	Kapillare Wasseraufnahme 230
2.3	Flüssigkeitstransport im Holz 231
2.4	Einflüsse auf die Wasseraufnahme 232
2.4.1	Änderungen des Umgebungsklimas 232
2.4.2	Unterschiede aufgrund der Holzstruktur 232
2.4.3	Einfluss von Verklebungen und Beschichtungen 233
2.5	Berechnung der Holzfeuchteverteilung 234
2.5.1	Feuchteaufnahme aus der Luft 234
2.5.2	Feuchtetransport im Holz 234
3	Ermittlung der Holzfeuchte über den elektrischen Widerstand 236
3.1	Feuchte 236
3.1.1	Temperatur 237
3.1.2	Holzeigenschaften 237
3.1.3	Prüfkörperform 237
3.1.4	Faserrichtung 237
3.1.5	Feuchteverteilung im Holz 237
3.1.6	Elektroden und Widerstandsmessgerät 238
3.2	Kalibrierung von zwei Hygrometern 238
3.2.1	Versuchsaufbau 238
3.2.2	Referenzmessungen 239
3.2.3	Ergebnisse der Versuchsreihe A 239
3.2.4	Ergebnisse der Versuchsreihe B 240
3.2.5	Aufwand der Kalibrierung 242
4	Holzfeuchtebestimmung über Sorptionskurven im Gebäudemonitoring 242
4.1	Versuchsaufbau und Ergebnisse 242
4.2	Kalibrierung und Genauigkeit 244
4.3	Mögliche Einbauvarianten 245
4.4	Anwendungsbereiche 246
5	Fazit und Ausblick 246
5.1	Genauigkeit des Sensors 246
5.2	Sensitivität und Ansprechverhalten 247
6	Literatur 247
<b>C 4 Rechnerische Simulation zeitlicher Holzfeuchteverläufe im Vergleich zu langjährigen Messreihen 249</b>	
Sandra Tilleke, Nabil A. Fouad	
1	Einleitung und Motivation 251
2	Physikalische Grundlagen 253
2.1	Feuchte- und Wärmespeicherung 253
2.1.1	Feuchtespeicherung 253
2.1.2	Wärmespeicherung 254
2.2	Transportvorgänge 255
2.2.1	Feuchtetransport 255
2.2.2	Wärmetransport 257
2.2.3	Gekoppelter Wärme-Feuchte-Transport 258
3	Materialmodell 258
3.1	Materialspezifische Kennwerte für den Baustoff Holz 258
3.1.1	Allgemeine und thermische Kennwerte 258
3.1.2	Hygrische Materialparameter 258
3.2	Anpassung des Materialmodells 261
3.2.1	Ergänzende Versuche 261
3.2.2	Parameterstudie 262
4	Klimadaten 266
4.1	Einfluss der Messfrequenz 266
4.2	Einfluss des Messzeitpunktes 267
4.3	Einfluss der Datenquelle 268
4.3.1	Anpassung der Außenklima-Daten 268
4.3.2	Ergebnisse der Simulationen aus den Klimadaten 269
5	Vergleich der Simulationen mit den gemessenen Langzeitwerten 270
6	Fazit 271
7	Literatur 272

<b>C 5</b>	<b>Schallschutz im Holzbau</b>	<b>275</b>	
	Joachim Hessinger, Andreas Rabold, Bernd Saß, Markus Schramm		
1	Einführung	277	
1.1	Schallprüfungen, Begriffsdefinitionen	277	
1.2	Schalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden	277	
1.2.1	Luftschalldämmung	278	
1.2.2	Trittschalldämmung	279	
1.3	Nationale Anforderungen, DIN 4109	279	
1.4	Grundlagen der Bauakustik	280	
1.4.1	Massegesetz	281	
1.4.2	Koinzidenzfrequenz	282	
1.4.3	Platten-Eigenfrequenz	283	
1.4.4	Masse-Feder-Masse Resonanz	284	
1.4.5	Entkopplung	285	
1.4.6	Dämpfung/Schallabsorption	285	
2	Holzdecken	285	
2.1	Konstruktionsregeln	286	
2.1.1	Estrichaufbauten	286	
2.1.2	Rohdeckenbeschwerungen	288	
2.1.3	Schwingungstilger	288	
2.1.4	Tragstruktur und Dämmung im Balkenzwischenraum	288	
2.1.5	Unterdecken	289	
2.1.6	Gehbeläge	290	
2.2	Konstruktive Optimierung von Holzdecken	290	
2.2.1	Einfluss von Estrichaufbauten	290	
2.2.2	Einfluss durch Rohdeckenbeschwerung	291	
2.2.3	Verbesserung durch federnd abgehängte Unterdecke	291	
2.3	Bauteilsammlung für Holzdecken	292	
2.4	Flankenübertragung	296	
2.4.1	Flankenübertragung bei vertikaler Trittschallübertragung	296	
2.4.2	Flankenübertragung bei vertikaler Luftschallübertragung	299	
2.4.3	Horizontale Flankenübertragung von Decke und Boden	299	
2.4.4	Massivholzelemente als flankierende Bauteile	300	
2.5	Berechnungsbeispiel und Genauigkeit des $K_1, K_2$ -Verfahrens für die Trittschalldämmung	305	
2.6	Berechnungsbeispiel und Genauigkeit des differenzierten Berechnungsverfahrens	306	
2.7	Schalldämmung der Decken bei tiefen Frequenzen	306	
2.8	Hinweise zur Bauausführung	309	
3	Wände in Holzbauweise	312	
3.1	Konstruktive Details von Wandkonstruktionen	312	
3.1.1	Holzständerkonstruktionen	312	
3.1.2	Massivholzkonstruktionen	313	
3.2	Holzwände in unterschiedlichen Anwendungsbereichen	313	
3.2.1	Innenwände	313	
3.2.2	Außenwände	314	
3.2.3	Gebäudetrennwände in Holzbauweise	315	
3.2.4	Flankenschalldämmung von Holzständerwänden	316	
3.2.5	Flankenschalldämmung von Massivholzwänden	316	
3.2.6	Bauteilsammlung für Holzwände	316	
3.3	Berechnungsbeispiel	321	
3.4	Genauigkeit des Prognoseverfahrens	322	
3.5	Schalldämmung von Holzwänden bei tiefen Frequenzen	322	
3.5.1	Anwendung für Gebäudetrennwände	322	
3.5.2	Anwendung für Außenwände	325	
4	Dächer	326	
4.1	Steildachkonstruktionen	326	
4.1.1	Steildächer mit Zwischensparrendämmung	326	
4.1.2	Steildächer mit Aufsparrendämmung	327	
4.1.3	Trennwandanschluss an Steildächer	328	
4.1.4	Transmissionsschalldämmung von Steildächern	329	
4.1.5	Flankenschalldämmung von Steildächern	331	
4.2	Flachdachkonstruktionen	334	
4.2.1	Einfluss der Dämmung bei Flachdächern	334	
4.2.2	Abdichtung, Dachdeckung und Gehbelag	334	
4.2.3	Unterdecke und raumseitige Bekleidung	335	
4.3	Bauteilsammlung für Steildächer	335	
4.4	Bauteilsammlung für Flachdächer	341	
4.5	Schalldämmung von Steildächern bei tiefen Frequenzen	341	
4.6	Hinweise zur Bauausführung	346	
5	Treppen in Reihenhäusern in Holzbauweise	349	
5.1	Stahl-Holz-Treppen	350	
5.2	Massivholz-Treppen	351	
5.3	Einfluss der Trennwand auf die Trittschalldämmung der Treppe	351	
5.4	Verbesserung der Trittschalldämmung von Treppen	352	
6	Literatur	353	

<b>C 6</b>	<b>Entwicklung und experimentelle Untersuchung einer neuartigen Holzleichtbauwand für Schulen</b>	<b>357</b>		
	Michael Flieger, Markus Hofmann, Tobias Götz, Oliver Kornadt			
1	Einleitung	359	4.3	Kontrolle der Umgebungsbedingungen und des Hintergrundgeräuschpegels
2	Akustische Grundlagen	359	4.4	Experimentelle Messung der Nachhallzeit
2.1	Schall und Schalldruckpegel	359	4.5	Experimentelle Messung des Schalldämm-Maßes
2.2	Raumakustik	360	5	Entwicklung einer Holzleichtbauwand
2.3	Bauakustik	365	5.1	Entwicklungsziele und Projektpartner
2.4	Resonanzfrequenz und Koinzidenzgrenzfrequenz	367	5.2	Simulationstechnische Prognose des Schalldämm-Maßes
3	Normative Anforderungen der DIN 4109 an Leichtbautrennwände	368	5.3	Prognose des bewerteten Bauschalldämm-Maßes nach DIN 4109
3.1	Mindestanforderungen und erhöhte Anforderungen nach DIN 4109	368	5.4	Entwicklung von Prototypvarianten
3.2	Rechnerische Nachweisverfahren für Leichtbautrennwände nach DIN 4109-2	371	5.5	Experimentelle Untersuchung im Wandprüfstand
3.3	Daten für die rechnerischen Nachweisverfahren	373	5.6	Auswertung der Labormessungen
3.3.1	Daten für Metallständerwände	373	5.6.1	Bau- und Raumakustische Eigenschaften
3.3.2	Daten für Holztafelwände	373	5.6.2	Vergleich zwischen den Prototypvarianten
4	Normative Vorgaben für experimentelle Untersuchungen im Labor	378	5.6.3	Vergleich mit anderen Trennwänden
4.1	Normative Anforderungen an einen akustischen Wandprüfstand	378	6	Zusammenfassung und Fazit
4.2	Anforderungen an das Mess-equipment	378	7	Literatur
<b>C 7</b>	<b>Luftdichtheit in Planung, Ausführung und Messung</b>	<b>393</b>		
	Stefanie Rolfsmeier, Robert Borsch-Laaks, Alexander Kiß, Paul Simons			
1	Einleitung	395	5.2.5	Angebotsanfrage, Ausschreibung
2	Antriebskräfte, die Luftströmungen durch Lecks bewirken	395	5.2.6	Gewerkeübergreifendes Koordinierungsgespräch
3	Gründe für eine luftdichte Gebäudehülle	397	5.2.7	Überprüfung der Ausführung
3.1	Funktion von Lüftungsanlagen sicherstellen	397	5.3	Luftdichtheitskonzept im Neubau
3.2	Bauschäden durch konvektiven Feuchteintrag vermeiden	398	5.4	Luftdichtheitskonzept bei großen Gebäuden
4	Überprüfung der Gebäudehülle mit einer Luftdurchlässigkeitsmessung (Blower-Door-Messung)	399	5.4.1	Detailplanung
5	Luftdichtheitskonzept: Der erfolgreiche Weg zur vereinbarten Luftdichtheit	400	5.4.2	Detailoptimierung mittels Luftdichtheitstest in einem Musterraum
5.1	Luftdichtheit bei der energetischen Sanierung	400	5.4.3	Eigenüberwachung der Luftdichtheitsebene
5.2	Luftdichtheitskonzept bei der Sanierung von kleinen Wohnungsbauten	400	5.4.4	Schlussmessung im fertiggestellten Gebäude
5.2.1	Grobkonzept	400	6	Arten von Luftleckagen
5.2.2	Hinweise: Einbindung haustechnischer Anlagen	401	7	Messzeitpunkt
5.2.3	Relevante Details	401	7.1	Messung am Bestandsgebäude
5.2.4	Detailplanung	402	7.2	Messung bzw. Untersuchung während Bauprozess
			7.3	Schlussmessung
			7.4	Messung nach einigen Betriebsjahren
			8	Luftdurchlässigkeitsmessung nach DIN EN ISO 9972: 2018-12

## XVI Inhaltsverzeichnis

8.1	Grenzwerte für kleine Gebäude (< 1500 m <sup>3</sup> )	410	8.6.1	Festlegung des Prüfumfangs	415
8.1.1	Ermittlung des Gebäudeluftvolumens	410	8.6.2	Preiskalkulation der Blower-Door-Messung	416
8.2	Grenzwerte für große Gebäude (> 1500 m <sup>3</sup> )	411	8.6.3	Nachströmwege der Luft zu den Blower-Door-Messgeräten	416
8.2.1	Ermittlung der Hüllfläche A <sub>E</sub>	412	8.6.4	Baubegehung vor der Messung	416
8.3	Schlussmessungen	412	8.6.5	Vorbereitung der Messung	417
8.3.1	Messzeitpunkt	412	8.6.6	Gebäuderundgang	417
8.3.2	Die Luftdichtheitsschicht ist überdeckt – das Gebäude ist fertiggestellt	413	8.6.7	Messung – Aufnahme der Messreihen	417
8.3.2.1	Leckageortung	413	8.6.8	Beispiele von Messungen an großen Gebäuden	419
8.4	Der Messablauf	414	8.7	Messung hoher Gebäude	419
8.5	Luftdurchlässigkeitsmessung in Mehrfamilien- und Laubenganghäusern	414	9	Beurteilung von Luftleckagen in der Luftdichtheitsebene	420
8.6	Blower-Door-Messung bei großen Gebäuden	415	10	Literatur	421

**C 8 Zerstörungsfreie/-arme Prüfmethode für Bestandsuntersuchungen im Holzbau:  
Wellenbasierte Methoden – Stand der Technik und Untersuchungsergebnisse 423**  
Elena Perria, David Böhler, Mike Sieder

1	Theoretische Grundlagen	425	3	Experimentelle Ergebnisse zum Einfluss der Holzmerkmale auf die Schallgeschwindigkeit	444
1.1	Physikalische Grundlagen – Wellen	425		Problembeschreibung	444
1.1.1	Mechanische Wellen	425	3.1	Methode	446
1.1.2	Elektromagnetische Wellen	425	3.2	Materialien und Sortierung	447
1.2	Grundlagen zum Baustoff Holz	427	3.3	Geometrie	447
1.2.1	Holzanatomie	427	3.3.1	Sortierung der Proben	448
1.2.1.1	Struktur und Aufbau	427	3.3.2	Messung der Proben	449
1.2.1.2	Eigenschaften des Holzes	428	3.4	Auswertung der Versuchsergebnisse	450
1.2.1.3	Strukturveränderungen	428	3.5	Fichtenholz	450
1.2.1.4	Pilze und Mikroorganismen	429	3.5.1	Eichenholz	452
1.2.1.5	Insekten und Meeresorganismen	429	3.5.2	Zusammensetzung von bereichsweise ermittelten Schallwellengeschwindigkeiten	452
1.3	Schlussfolge	430	3.5.3	E-Modul	453
2	Wellenbasierte zerstörungsfreie Baustoffprüfmethode für Holz	430	3.6	Fichtenholz	453
2.1	Radar	431	3.6.1	Eichenholz	454
2.1.1	Grundlagen der Radartechnik	431	3.6.2	Schädigungstabellen	456
2.1.2	Physikalisches Messprinzip	431	4	Anwendungsbeispiel in der Praxis	459
2.1.3	Holzspezifische Einflüsse auf Radarmessungen	432	4.1	Einteilung der Messreihen auf der Balkenunterseite	459
2.1.4	Aussagekraft über mechanische Eigenschaften	434	4.2	Bestimmung der Roh-, Darrdichte und Holzfeuchte	460
2.2	Terahertz-Strahlung	434	4.3	Berechnung der Schallwellengeschwindigkeit und E-Modul	460
2.2.1	Grundlagen der Terahertz-Strahlungstechnik	434	4.4	Korrektur der Schallwellengeschwindigkeit	460
2.2.2	Physikalisches Messprinzip	434	4.5	Bewertung des Holzzustands	460
2.2.3	Holzspezifische Einflüsse auf Terahertz-Strahlungsmessungen	435	4.6	Bewertung der Tragfähigkeit über den dynamischen E-Modul	460
2.2.4	Aussagekraft über die mechanischen Eigenschaften	436	4.7	Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse	461
2.3	Schallwellenbasierte Messsysteme	437	5	Schlussfolgerung und Ausblick	461
2.3.1	Grundlagen der Schalltechnik	437	6	Literatur	462
2.3.2	Physikalisches Messprinzip	437			
2.3.3	Holzspezifische Einflüsse auf Terahertz-Strahlungsmessungen	437			
2.3.4	Aussagekraft über mechanische Eigenschaften	444			

<b>C 9</b>	<b>Berechnungsverfahren von Holzrahmenbauteilen mit brandschutztechnischer raumabschließender Funktion</b> 465		
	Sabine Scheidel, Sebastian Dienst, Tobias Götz, Oliver Kornadt		
1	Einleitung 467	6	Untersuchungen zu additiven Berechnungsverfahren 482
2	Grundlagen 467	6.1	Hintergrund 482
2.1	Brandschutz 467	6.2	Brandversuche 482
2.2	Holzbau 470	6.2.1	Versuchsaufbau Brandversuche 482
3	Additive Berechnungsverfahren 472	6.2.2	Ergebnisauswertung Brandversuche 483
3.1	Additive Berechnungsverfahren 473	6.3	Berechnungsverfahren 484
3.1.1	Britisches Berechnungsverfahren 473	6.3.1	Nach DIN EN 1995-1-2 Anhang E 484
3.1.2	Kanadisches Verfahren 473	6.3.2	Nach Component Additive Method 485
3.1.3	Dänisches Verfahren 474	6.3.3	Ergebnisauswertung Berechnungsverfahren 487
3.2	Verfahren nach Joakim Norén 475	6.4	Simulationen 489
4	Aktuelle, europäische additive Berechnungsverfahren 476	6.4.1	Modulbeschreibung 489
4.1	Verfahren nach DIN EN 1995-1-2:2010 Anhang E 476	6.4.2	Simulationsergebnisse 489
4.2	Component Additive Method 477	6.5	Auswertung der Ergebnisse 491
4.3	Berechnungsverfahren nach DIN ENV 1995-1-2 478	7	Weitere Schritte und Ausblick 494
5	Anwendung in der Praxis 480	8	Fazit 494
		9	Literatur 495
<b>D</b>	<b>Konstruktive Ausbildung/Ausführungsplanung</b>		
<b>D 1</b>	<b>Aufstockungen von Bestandsbauten</b> 497		
	Maren Fath, Michael Storck, Mike Sieder, Annette Hafner		
1	Aufstockungen – Allgemeines 499	4.2	Planungsaufwand von Anschlussdetails 506
2	Bestandsgebäude 499	4.3	Außenwand Aufstockung/Bestand 507
2.1	Potenzial verschiedener Bestandsgebäude für Aufstockungen 499	4.4	Loggien und Balkone 508
2.2	Eigenschaften von Bestandsgebäuden 500	5	Ökobilanzierung 510
3	Anforderungen an Aufstockungen 504	5.1	Grundlagen/ökologische Vorteile von Aufstockungsmaßnahmen 510
3.1	Wärmeschutz nach GEG 504	5.2	Ökologische Bilanzierung von Gebäuden 511
3.1.1	Winterlicher Wärmeschutz 504	5.3	Ökobilanz Aufstockungen 512
3.1.2	Sommerlicher Wärmeschutz 505	5.4	Berechnungsbeispiel 513
3.2	Feuchteschutz 505	5.4.1	Beschreibung der Aufstockungsmaßnahme 513
3.3	Schallschutz 505	6	Literatur 515
3.4	Brandschutz 505		
4	Anschlussituationen 506		
4.1	Allgemeine Hinweise 506		
<b>D 2</b>	<b>Leichtes und nachhaltiges Bauen – Erfahrungen und Analysen im Kontext des Wettbewerbs Solar Decathlon Europe</b> 517		
	Frauke Rottschy, Jan Martin Müller, Karsten Voss		
1	Einführung 519	2.2	Datenbasis und Auswertungsmethodik 524
2	Modulares und elementiertes Bauen 520	2.3	Ergebnisse 526
2.1	Randbedingungen beim Wettbewerb 522	2.4	Projektbeispiele 530
2.1.1	Anforderungen an den Transport 523	2.4.1	IKAROS Bavaria – Team Rosenheim SDE 2010 531
2.1.2	Zeitliche Beschränkung für Auf- und Abbau 524		

## XVIII Inhaltsverzeichnis

2.4.2	Nottingham H.O.U.S.E – Team Nottingham SDE 2010	533	3.3.2	Counter Entropy House – Team Aachen SDE 2012	545
2.4.3	home+ – Team Stuttgart SDE 2010	534	3.3.3	Habiter 2030 – Team Lille SDE 2019	546
2.4.4	Urcomante – Team Valladolid SDE 2010	536	3.4	Der Urban Mining Index zur Bewertung der Kreislaufkonsistenz	547
2.4.5	Lumen House – Team Blacksbury SDE 2010	536	3.4.1	Systematik	547
2.5	Zusammenfassung	537	3.4.2	Qualitätsstufen	547
3	Nachhaltiges und recyclinggerechtes Bauen	539	3.4.3	Bewertungsebenen	548
3.1	Der Gebäudebestand als Rohstofflager – Urban Mining	540	3.4.4	Umsetzung als Berechnungswerkzeug	549
3.2	Nachhaltigkeit als Disziplin im Solar Decathlon	542	3.4.5	Beispielhafte Ergebnisse	551
3.3	Projektbeispiele	543	3.5	Zusammenfassung	552
3.3.1	Ecolar – Team Konstanz SDE 2012	544	4	Ausblick	552
			5	Danksagung	553
			6	Literatur	553
<b>D3</b>	<b>Brandschutz bei hölzernen Bauteilen nach den nationalen Regeln und Brandschutzkonzepten bei hölzernen Bauwerken</b> 555				
	Michael Dehne, Dirk Kruse, Björn Kampmeier				
1	Einleitung	557	2.6.1	Konstruktive Grundsätze für Holzfassaden in der Gebäudeklasse 4 und 5	563
2	Muster-Richtlinie über brandschutz-technische Anforderungen an Bauteile und Außenwandbekleidungen in Holzbauweise – MHolzBauRL, Fassung Oktober 2020	558	2.6.1.1	Hinterlüftung/Nichtbrennbare Trägerplatte	563
2.1	Allgemeines	558	2.6.1.2	Horizontale Brandsperren	563
2.2	Neuerungen der MHolzBauRL	559	2.6.1.3	Vertikale Brandsperren	564
2.3	Anforderungen an Gebäude der Gebäudeklassen 4 und 5 in Massivholzbauweise	560	2.6.2	Wirksame Löscharbeiten für die Feuerwehr	565
2.4	Oberflächen von Massivholzbauteilen	561	2.7	Installationen	565
2.5	Rauchdichtigkeit von raumabschließenden Massivholzbauteilen	561	2.7.1	Allgemeines	565
2.5.1	Rauchdichtigkeit von Massivholzwänden	561	2.7.2	Elektrische Leitungen	565
2.5.1.1	Rauchdichtigkeit von Elementfugen	561	3	Projektbeispiel: Brandschutzkonzept für ein Hochhaus in Holz-Hybrid-Bauweise in Heilbronn	565
2.5.1.2	Rauchdichtigkeit von Bauteilfugen	561	3.1	Beschreibung des Gebäudes	565
2.5.2	Rauchdichtigkeit von Geschossdecken	562	3.2	Erschließung für die Feuerwehr	566
2.6	Anforderungen an Außenwandbekleidungen aus Holz und Holzwerkstoffen bei Gebäuden der Gebäudeklasse 4 und 5	562	3.3	Flucht- und Rettungswege	567
			3.4	Anforderungen an die Konstruktion	567
			3.5	Anlagentechnischer Brandschutz	570
			4	Zusammenfassung	571
			5	Literatur	571
<b>D4</b>	<b>Nachhaltige Holzbrücken für Geh- und Radwege</b> 573				
	Wilfried Moorkamp, Leif A. Peterson, Thomas Uibel				
1	Einleitung	575	3.4	Analyse des Brückenzustands	578
2	Motivation	575	4	Invention der Standardbrücken	582
3	Bestandsuntersuchungen	575	4.1	Anforderungen und Anwendungsbereiche	582
3.1	Holzbrücken in Deutschland	575	4.2	Standardtypen und Ausführungsvarianten	583
3.2	Holzbrücken in NRW	576	4.3	Bauteile und Anschlüsse	583
3.3	Analyse der NRW-Datenbasis	576			

5	Betrachtungen zur Nachhaltigkeit	587	6	Leitfäden für Planer und Bauherren	589
5.1	Grundlagen	587	7	Zusammenfassung	591
5.2	Umweltindikatoren	588	8	Literatur	591
5.3	Ökobilanz der Standardbrücken	588			

**E Materialtechnische Tabellen****E 1 Materialtechnische Tabellen für den Brandschutz** 593  
Nina Schjerve

1	Einleitung	595	2.4	Heizwerte	604
1.1	Relevanz von Materialdaten	595	2.5	Lagerungsdichte und m-Faktoren	611
1.2	Prüfverfahren ausgewählter Materialdaten	595	2.6	Luftbedarf	614
1.3	Einheiten und Einheiten- Konvertierung	596	2.7	Verbrennungseffektivität und Verbrennungsanteile	615
2	Stoffdaten	596	2.8	Zusätzliche Stoffdaten für Kunststoffe	619
2.1	Zündtemperaturen und Entzündungs- kriterien	596	2.9	Flächenbezogene Brandleistung und Brandentwicklung	622
2.2	Abbrand	601	3	Literatur	628
2.3	Brandausbreitung	603			

**E 2 Materialtechnische Tabellen** 631  
Rainer Hohmann

1	Vorbemerkungen	633	3	Schallschutztechnische und akustische Kennwerte	673
2	Wärme- und feuchtetechnische Kennwerte	635	4	Literatur	685

**Stichwortverzeichnis** 687

