

# **DER SCHADENFREIE HOCHBAU**

Grundlagen zur Vermeidung von Bauschäden

Bd. 3

Wärmeschutz, Tauwasserschutz, Schallschutz

mit 493 Abbildungen und 59 Tabellen

2., überarbeitete und erweiterte Auflage

Prof. Dipl.-Ing. Rainer Pohlenz

Beratender Ingenieur für Bauphysik

Lehrgebiet Baukonstruktion und Bauphysik an der FH Bochum

öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger

für Schallschutz im Hochbau



Rudolf Müller

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Behaglichkeit und Raumklima</b>	
1.1	Wärmetechnische Grundgrößen .....	11
1.2	Einfluß des Raumklimas auf die Behaglichkeit .....	12
1.2.1	Raumlufttemperatur und Luftbewegung .....	12
1.2.2	Oberflächentemperatur .....	13
1.2.3	Raumluftfeuchtigkeit .....	14
1.2.4	Übliche Raumklimaverhältnisse .....	19
<b>2</b>	<b>Wärmeschutz</b>	
2.1	Grundlagen des Wärmeschutzes .....	22
2.1.1	Arten der Wärmeübertragung .....	22
2.1.2	Wärmedämmung von Bauteilen .....	22
2.1.3	Bauteiltemperaturen .....	27
2.1.4	Wärmespeicherung .....	30
2.1.5	Bauteildehnung .....	32
2.2	Planungshinweise zum Wärmeschutz .....	34
2.2.1	Begrenzung der Wärmeverluste der Einzelbauteile .....	35
2.2.2	Begrenzung der Wärmeverluste des Gesamtbaukörpers .....	36
2.2.3	Begrenzung der Lüftungswärmeverluste .....	39
2.2.4	Ausgleich von Temperaturschwankungen durch Bauteile .....	40
2.2.5	Ausnutzung von Wärmegewinnen – passive Solarenergiegewinnung .....	44
2.2.6	Bauteildehnung .....	48
2.3	Anforderungen und Nachweise zum Wärmeschutz .....	50
2.3.1	Kriterien für die Festlegung von Anforderungen .....	50
2.3.2	DIN 4108 – Wärmeschutz im Hochbau .....	50
2.3.3	Wärmeschutzverordnung WSchVO .....	54
2.3.4	Alternative Nachweisverfahren zur Berücksichtigung von Solarenergiegewinnen ..	68
2.3.5	Ergänzende Ländererlasse zum Wärmeschutz .....	69
2.3.6	Europäische Wärmeschutz-Normung .....	69

<b>3</b>	<b>Tauwasserschutz</b>	
3.1	Grundlagen der Wasserdampfdiffusion	70
3.1.1	Der Wasserdampftransport im Bauteil – Wasserdampfdiffusion	70
3.1.2	Dampfdiffusionswiderstand der Bauteile	71
3.1.3	Dampfdruckverlauf im Bauteilquerschnitt und Diffusionsstrom I	72
3.1.4	Oberflächentauwasser (Oberflächenkondensat)	73
3.1.5	Tauwasser im Bauteilquerschnitt (Kernkondensat)	74
3.2	Planungshinweise zum Tauwasserschutz	76
3.2.1	Oberflächentauwasser	76
3.2.2	Tauwasser im Bauteilquerschnitt	81
3.2.3	Dampfdurchgang durch Undichtigkeiten	86
3.2.4	»Atemung« von Bauteilen	87
3.2.5	Sorption von Bauteilen	88
3.2.6	Schimmelpilzschäden an Außenbauteilen	89
3.3	Anforderungen und Nachweise zum Tauwasserschutz	91
3.3.1	DIN 4108 – Tauwasserbildung auf der Bauteiloberfläche	91
3.3.2	DIN 4108 – Tauwasserbildung im Bauteilquerschnitt	92
<b>4</b>	<b>Bauteilbezogene Planungshinweise zum Wärme- und Tauwasserschutz</b>	
4.1	Außenwände und Fenster	96
4.1.1	Schlagregenschutz ein- und zweischaliger Außenwände	96
4.1.2	Einschalige Außenwände	98
4.1.3	Außenwände mit verputzter Wärmedämmung – Wärmedämm-Verbundsystem	100
4.1.4	Außenwände mit angemörtelter Verkleidung oder Verblendung	102
4.1.5	Außenwände mit Verkleidungen auf Dämmschichten	103
4.1.6	Außenwände mit hinterlüfteter Vorsatzschale oder Verkleidung	104
4.1.7	Außenwände mit Kerndämmung und Sandwichkonstruktionen	106
4.1.8	Außenwände mit transparenter Wärmedämmung TWD	108
4.1.9	Außenwände mit Innendämmung	110
4.1.10	Holzständerwände und leichte Fachwerkwände	112
4.1.11	Wintergärten	114
4.1.12	Fenster	117
4.2	Dächer	118
4.2.1	Warmdächer	118
4.2.2	Umkehrdächer	125
4.2.3	Kaltdächer	126
4.3	Andere Bauteile	130
4.3.1	Erdberührte Bauteile	130
4.3.2	Fußböden und Estriche	132
4.4	Wärmebrücken	134
4.4.1	Geometrische Wärmebrücken	134
4.4.2	Konstruktive Wärmebrücken	136
4.4.3	Metall-Glas-Fassaden	138

## **5 Schallschutz**

<b>5.1</b>	<b>Grundlagen des Schallschutzes</b>	140
5.1.1	Physikalische und physiologische Grundlagen	140
5.1.2	Grundlagen des Luftschallschutzes	148
5.1.3	Grundlagen des Trittschallschutzes	152
5.1.4	Grundlagen des Schallschutzes in der Haustechnik	154
<b>5.2</b>	<b>Planungshinweise zum Schallschutz</b>	156
5.2.1	Planungshinweise zur Grundrißgestaltung	156
5.2.2	Planungshinweise zur Luft- und Trittschalldämmung	157
5.2.3	Planungshinweise zum Schallschutz in der Haustechnik	159
<b>5.3</b>	<b>Anforderungen und Nachweise zum Schallschutz</b>	160
5.3.1	DIN 4109 Schallschutz im Hochbau – Entwicklung und Einordnung	160
5.3.2	Anforderungen und Nachweise zum Luft- und Trittschallschutz	161
5.3.3	Anforderungen und Nachweise zum Schallschutz in der Haustechnik	172
5.3.4	Anforderungen und Nachweise zum Schallschutz gegen Außenlärm	174
5.3.5	VDI 4100 Schallschutz von Wohnungen	176
5.3.6	Europäische Schallschutznormung	178

## **6 Bauteilbezogene Planungshinweise zum Schallschutz**

<b>6.1</b>	<b>Innenwände, Haustrennwände und Türen</b>	180
6.1.1	Einschalige Bauteile	180
6.1.2	Zweischalige Wände aus zwei biegeweichen Schalen	186
6.1.3	Massivwände mit biegeweichen Vorsatzschalen	191
6.1.4	Zweischalige Wände aus zwei biegesteifen Schalen – Reihenhaustrennwände	196
6.1.5	Türen	198
<b>6.2</b>	<b>Decken, Böden und Treppen</b>	200
6.2.1	Rohdecken – Massivdecken	200
6.2.2	Schwimmende Estriche	201
6.2.3	Doppelböden	208
6.2.4	Hohlraumböden	209
6.2.5	Schwimmende Holzfußböden	210
6.2.6	Bodenbeläge	211
6.2.7	Balken- und Trägerdecken	212
6.2.8	Unterdecken	214
6.2.9	Treppen	218
<b>6.3</b>	<b>Außenwände und Fenster</b>	220
6.3.1	Einschalige Außenwände	220
6.3.2	Außenwände mit verputzter Wärmedämmung / Wärmedämm-Verbundsystem	222
6.3.3	Außenwände mit Innendämmung	223
6.3.4	Außenwände mit hinterlüfteter Vorsatzschale oder Verkleidung	224
6.3.5	Außenwände mit Kerndämmung	225
6.3.6	Außenwände aus Schalungssteinen	226
6.3.7	Leichtfassaden	227
6.3.8	Fenster und Lichtflächen	230

6.3.9	Lüftungseinrichtungen .....	234
6.3.10	Rolläden .....	234
<b>6.4</b>	<b>Dächer, Dachterrassen und Balkone .....</b>	<b>236</b>
6.4.1	Massivdächer .....	236
6.4.2	Dachterrassen, Loggien, Balkone, Laubengänge .....	237
6.4.3	Leichte Dächer .....	238
<b>6.5</b>	<b>Haustechnik .....</b>	<b>241</b>
6.5.1	Armaturen und Geräte der Wasser- und Heizungsinstallation .....	241
6.5.2	Sanitärobjekte .....	245
6.5.3	Rohrleitungssystem .....	246
6.5.4	Heizungs- und Lüftungsanlage .....	248
6.5.5	Aufzüge .....	250
6.5.6	Luft- und Trittschallschutzmängel durch haustechnische Anlagen .....	252
<b>7</b>	<b>Tabellarium .....</b>	<b>253</b>
	<b>Literatur- und Quellenverzeichnis .....</b>	<b>264</b>
	<b>Kurzzeichen und Begriffe .....</b>	<b>286</b>
	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>288</b>
	<b>Über den Autor .....</b>	<b>293</b>
	<b>Zusammenstellung wichtiger Tabellen und Diagramme für den wärme- und schalltechnischen Nachweis</b>	
	<i>Innenklimadaten von Aufenthaltsräumen .....</i>	<i>20</i>
	<i>Wärmedurchlaßwiderstände .....</i>	<i>24</i>
	<i>Spezifische Wärme von Baustoffen .....</i>	<i>26</i>
	<i>Außentemperaturen und Außenoberflächentemperaturen von Bauteilen .....</i>	<i>27</i>
	<i>Verformungskenngrößen einiger Baustoffe .....</i>	<i>32</i>
	<i>Heizgradtagzahlen verschiedener Städte .....</i>	<i>38</i>
	<i>Anforderungen an den Wärmeschutz nach DIN 4108 und WSchVO .....</i>	<i>52 ff.</i>
	<i>Formblatt zu Wärmeschutznachweis nach Wärmeschutzverordnung .....</i>	<i>61</i>
	<i>Außenklimadaten nach DIN 4108 und Monatsmittelwerte .....</i>	<i>90</i>
	<i>Wasserdampfsättigungsdrücke und Taupunkttemperaturen .....</i>	<i>90</i>
	<i>Anforderungen an den Tauwasserschutz .....</i>	<i>91</i>
	<i>k-Werte von Fenstern .....</i>	<i>116</i>
	<i>Fußwärme von Böden .....</i>	<i>133</i>
	<i>Anforderungen an den Schallschutz .....</i>	<i>145, 164 bis 167, 172 und 175</i>
	<i>Materialdatentabellen .....</i>	<i>256 bis 263</i>