

Inhaltsverzeichnis

1	Wärmeschutz		1.8	Nachweisverfahren nach der Energie-Einspar-Verordnung	58
1.1	Grundlagen des Wärmeschutzes	10	1.8.1	Monatsbilanz-Verfahren (MB-Verfahren)/Bauteil-Verfahren (BT-Verfahren)	58
1.1.1	Gründe für den Wärmeschutz	10			
1.1.2	Energieträger	10	1.8.2	Sanierung von Gebäuden im Bestand (Altbausanierung)	60
1.1.3	Geothermie	11			
1.1.4	Einflussgrößen des Wärmeschutzes	13	1.8.3	Struktogramm zur Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfs	61
1.1.5	Wärmeübertragung	14	1.8.4	Energiebilanz	62
1.2	Physikalische Grundlagen	15	1.8.5	Maximalwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten <i>U</i> nach der EnEV bei bestehenden, beheizten oder gekühlten Räumen	63
1.2.1	Grundbegriffe im Wärmeschutz	15			
1.2.2	Behaglichkeitsgefühl in einem Raum	18	1.8.6	Nachweisverfahren bei bestehenden Gebäuden (Altbauten)	65
1.2.3	Einflussmöglichkeiten zur Energie-Einsparung	20			
1.3	Dämmstoffe: Herstellung – Eigenschaften – Verwendung	21	1.9	Beispielrechnungen zum Wärmeschutz	66
1.3.1	Dämmstoffe im Erdreich, in der Fassade und am Dach	26	1.9.1	Mittlerer U-/R-Wert	66
1.3.2	Wärmedämm-Verbund-Systeme WDVS	27	1.9.2	Beispiele	
1.3.3	Aufdoppelung der Dämmschicht an WDVS	29		Beispiel 1: Dach	66
1.4	Entwicklung des U'-Wertes in Abhängigkeit von der Dämmstoffdicke	32		Beispiel 2: Fachwerkwand	66
1.5	Stoffkennwerte	33		Beispiel 3: Außenwand	67
1.5.1	Wärmedurchlasswiderstand von Luftschichten	37		Beispiel 4: Fachwerkwand	68
1.6	Nachweis des Wärmeschutzes	38		Beispiel 5: Dach	68
1.6.1	Wärmeschutznachweis nach DIN 4108	38		Beispiel 6: Wand mit Nische	69
1.6.2	Gesamtenergiedurchlassgrad <i>g</i>	41		Beispiel 7: Rollladenkasten	70
1.7	Nachweis nach der Energie-Einspar-Verordnung (EnEV)	42		Beispiel 8: Decke mit Fußbodenheizung	70
1.7.1	Die Energie-Einspar-Verordnung in Beziehung zu den nationalen Normen	42		Beispiel 9: Außenwand mit beidseitigem Putz	72
1.7.2	Geltungsbereich der Energie-Einspar-Verordnung	43		Beispiel 10: Wand mit Außendämmung	71
1.7.3	Berechnungsgrundlagen nach der Energie-Einspar-Verordnung	44		Beispiel 11: Wand mit Innendämmung	73
1.7.4	Begriffserläuterungen der EnEV	45		Beispiel 12: Wand mit Kerndämmung	74
1.7.5	Verwendung der fünf Flächenbegriffe in der EnEV	49		Beispiel 13: Zweischaliges Mauerwerk mit Außendämmung und hinterlüfteter Vorsatzschale	75
1.7.6	Gebäudemaße und ihre Verwendung in der EnEV	50		Beispiel 14: Zweischalige Wand mit Fassadenplatte	76
1.7.7	Von der Endenergie <i>Q_e</i> zur Primärenergie <i>Q_p</i>	51		Beispiel 15: Bestandsgebäude	77
1.7.8	Interne Wärmegewinne	52		Beispiel 16: Bestandsgebäude mit Erweiterung	80
1.7.9	Solare Wärmegewinne	53		Beispiel 17: Altbausanierung	92
1.7.10	Luftdichtheit/Luftdichtheitsprüfung	54		Beispiel 18: Bestandsgebäude mit Referenz-Standort Chemnitz	103
1.7.11	Lüftungswärmeverluste	55	1.10	Glas	108
1.7.12	Wärmespeicherung	56	1.10.1	Besondere Gläser	109
1.7.13	Anforderungen für neu zu errichtende Gebäude nach den Vorschriften der WschVO bzw. EnEV	57	1.10.2	Fenster im sommerlichen Wärmeschutz und Wärmedämmverglasung	110
			1.10.3	Temperaturleitzahl <i>a</i> (a-Wert) und Wärmeeindringkoeffizient <i>b</i> (b-Wert)	113
			1.11	Sommerlicher Wärmeschutz	115
			1.11.1	Abminderungsfaktoren <i>F_C</i>	116

1.11.2	Sonneneintragskennwerte	117
1.11.3	Temperatur-Amplituden-Verhältnis (TAV) und Temperatur-Amplituden-Dämpfung (TAD)	122
1.11.4	Vergleich sommerlicher und winterlicher Wärmeschutz einzelner Baustoffe	124
1.12	Nachweisverfahren bei zu errichtenden Gebäuden	125
1.13	Heizanlagen-Systeme (DIN 4701-10)	128
1.14	Referenzwerte der Strahlungsintensitäten und der Außentemperaturen für das Referenzklima Deutschland	140
1.14.1	Ausgewählte Referenzorte für Strahlungsintensitäten	146
1.15	Neu zu errichtende Wohngebäude	
	Beispiel 1: Gebäude mit ausgebautem KG und DG für die Referenzstandorte Freiburg und Hof	156
	Beispiel 2: Freistehendes zu errichtendes Zweifamilienhaus mit beheiztem KG und DG für den Referenzstandort Potsdam	161
1.16	Längenänderung von Bauteilen infolge von Temperatureinflüssen.	168
1.16.1	Berechnungsbeispiele von Flachdächern	170
1.16.2	Arten von Flachdächern	174
1.16.3	Berechnungsbeispiele verschiedener Bauteile	177
	Beispiel 1: Stützmauer	177
	Beispiel 2: Estrich	177
	Beispiel 3: Heizestrich	177

2 Feuchte – Feuchteschutz ... 178

2.1	Arten der Feuchte	178
2.2	Aggregatzustände	179
2.3	Arten der Wässer	180
2.4	Kreislauf des Wassers	180
2.5	Wasser in seiner Bedeutung	181
2.6	Kapillarität	181
2.7	Sperrung	183
2.7.1	Sperrung gegen Wasser	183
2.7.1.1	Sperrung gegen nichtdrückendes Wasser	184
2.7.1.2	Sperrung gegen drückendes Wasser (Grundwasser)	184
2.7.1.3	Fugen – Fugenbänder	185
2.7.2	Sperrung gegen Wasserdampf	187
2.8	Luftfeuchte	188
2.8.1	Absolute Luftfeuchte	188
2.8.2	Relative Luftfeuchte	188
2.9	Tauwasserbildung – Taupunkttemperatur	188

2.10	Wasserdicht – wasserdampfdicht – Dampfbremse – Dampfsperre	194
2.10.1	Wasserdampf-Diffusionswiderstandsfaktor (μ -Wert)	194
2.11	Vergleich Wärmeschutz Feuchteschutz	195
2.12	Erklärung des Wärmestromprinzips	196
2.13	Erklärung des Prinzips der Sperrung gegen Feuchte	196
1.13.1	Baukonstruktive Grundsätze	197
2.14	Dampfdruck	198
2.15	Feuchteschutz infolge Wasserdampfdiffusion	199
2.15.1	Bedingungen im Feuchteschutz nach DIN 4108	199
2.15.2	Vermeidung von Tauwasser an der Bauteiloberfläche	199
2.15.3	Vermeidung von Tauwasser im Innern von Bauteilen	200
2.15.4	Nachweisverfahren: Perioden-Bilanzverfahren und Monats-Bilanzverfahren	201
2.15.5	Arten des Feuchtetransportes	202
2.15.6	Formeln für die Nachweisverfahren	203
2.16	Aufbau des Glaser-Diagrammes der Tauperiode	208
2.16.1	Tauperiode	208
2.16.2	Erklärung des Diagrammaufbaus	209
2.16.3	Verdunstungsperiode	210
2.16.4	Aufbau des Diagrammes der Verdunstungsperiode	211
2.17	Maßnahmen zur Tauwasser-Vermeidung	212
2.18	Mögliche Fälle der Tauwasser-situation	213
2.18.1	kein Tauwasserausfall	213
2.18.2	Tauwasser in einer Ebene	213
2.18.3	Tauwasserausfall in zwei Ebenen	213
2.18.4	Tauwasserausfall in einem Bereich	214
2.19	Feuchtetechnische Untersuchung verschiedener Konstruktionen.	215
	Beispiel 1: Betonwand mit innenliegender Dämmung (EPS) und beidseitigem Putz	215
	Beispiel 2: Betonwand mit außenliegender Dämmung und beidseitigem Putz	219
	Beispiel 3: Betonwand mit innen und außen liegender Dämmung und beidseitigem Putz (Manteldämmung, Mantelbauweise)	221
	Beispiel 4: Betonwand mit Manteldämmung, jedoch innen EPS 30 mm, außen WF 30 mm	227

Beispiel 5: Betonwand mit Manteldämmung, jedoch innen EPS 30 mm, außen WF 60 mm	229	2.22.7	Schränkflächen und Einbauschränken (DIN 4108-8)	293
Beispiel 6: Manteldämmung wie Beispiel 3, jedoch Einbau einer Dampfbremse an der richtigen Stelle. . .	231	2.22.8	Aufgaben zur Vermeidung von Schimmelpilzbildung	298
Beispiel 7: Manteldämmung wie Beispiel 3, jedoch Einbau einer Dampfbremse an der falschen Stelle . . .	231	2.23	Außenwände unter verschiedener feuchtetechnischer Betrachtung ohne und mit Außendämmung . .	306
Beispiel 8: Wärmedämmung dazwischen liegend (Kerndämmung).	235	2.24	Algenbildung auf Außenwänden mit WDVS	308
Beispiel 9: Kellerwand aus Beton mit Kunstharzputz	239	2.25	Auswirkungen der Globalstrahlung auf Fenster und Verglasungen . . .	311
Beispiel 10: Wand aus porositäten Plan-Leichtlochziegeln mit beidseitigem Putz	243	2.26	Schlagregen	313
Beispiel 11: Zweischaliges Mauerwerk ohne Hinterlüftung (Kerndämmung) .	248	2.26.1	Kapillaraktive Dämmstoffe	315
Beispiel 12: Zweischaliges Mauerwerk mit Dämmung und Luftschicht und Klinkervorsatzschale . .	252	2.26.2	Feuchte adaptive Dampfbremse . .	317
Beispiel 13: Wand mit Dämmung und hinterlüfteter Bekleidung (Fassadenplatten). . . .	256	2.27	Innendämmung mit Calciumsilicatplatten	318
Beispiel 14: Außenwand in Holzständerbauweise	258	2.27.1	Das Steildach als besonderes Bauteil	320
Beispiel 15: Einschaliges Flachdach	261		Temperaturwanderung verschiedener Dämmstoffe	320
Beispiel 16: Vergleichende Betrachtung der Beispiele 1, 2, 3 und 8	263			
Beispiel 17: Wände mit 60 mm Innendämmung, gleichem λ -Wert, jedoch unterschiedlichem μ -Wert.	264			
2.20 Der Temperaturfaktor f_{Rsi}	265			
2.21 Feuchtetechnische Untersuchung nach DIN EN ISO 13 788	267			
2.21.1 Nachweisverfahren nach DIN EN ISO 13 788	268			
Beispiel 1: Wohnhaus in München, Innendämmung	271			
Beispiel 2: Manteldämmung	276			
2.22 Energetische Schwachstellen und ihre Folgen	291			
2.22.1 Wärmebrückenarten	281			
2.22.2 Wärmebrücken: Berechnungsbeispiele	283			
2.22.3 Einzelnachweis von Wärmebrücken gemäß DIN 4108 Beiblatt 2	286			
2.22.4 Eine Wärmebrücke der besonderen Art, der frei auskragende Balkon . .	289			
2.22.5 Schimmelpilzbildung	291			
2.22.6 Vermeidung von Schimmel hinter				
			3 Schall – Schallschutz	324
		3.1	Bedeutung des Schallschutzes	324
		3.2	Schall	325
		3.2.1	Frequenz	326
		3.2.2	Amplitude	326
		3.2.3	Schallbezeichnungen	326
		3.3	Grundbegriffe	327
		3.4	Hörschwelle – Schmerzgrenze	331
		3.5	Zusammenhang Phon – Dezibel	332
		3.6	Lautstärkekala	333
		3.7	Schallarten	334
		3.8	Akustik	335
		3.8.1	Nachhallzeit T	335
		3.8.2	Grenzfrequenz	337
		3.9	Wege des Schalls	338
		3.9.1	Schallabsorption	338
		3.9.2	Schallabsorptionsgrad α_s verschiedener Verkleidungen	339
		3.9.3	Schallabsorber	340
		3.9.4	Schallreflektoren	341
		3.10	Schalldämmung von Bauteilen	342
		3.10.1	Luftschalldämmung	342
		3.10.2	Rechnerische Methode zur Ermittlung des bewerteten Schalldämmmaßes nach dem Beispiel	344
		3.10.3	Grafische Methode zur Ermittlung des Schalldämmmaßes	344
		3.10.4	Ermittlung des bewerteten Schalldämmmaßes bei Oktavbreiten (Oktav-Intervallen)	345
		3.10.5	Grafische Methode zur Ermittlung des bewerteten Schalldämmmaßes	345
		3.11	Ermittlung des bewerteten Schalldämmmaßes vor Erstellung des Bauwerkes	346

3.11.1	Grafische Methode	346	3.18	Türen	390
3.11.2	Rechnerische Ermittlung des bewerteten Schalldämmmaßes ...	348	3.18	Treppen	391
3.11.2.1	Einschalige Wände ohne Öffnungen, wie Türen und Fenster.	350	3.19	Installationsgeräusche	393
3.11.2.2	Einschalige Wände mit Öffnungen, wie Türen und Fenster.	350	3.19.1	Trinkwasserleitungen	393
3.11.2.3	Grafische Methode zur Ermittlung des Gesamtschalldämmmaßes zusammengesetzter Bauteile	350	3.19.2	Abwasserleitungen	393
3.11.2.4	Rechnerische Methode zur Bestimmung des Gesamtschall- dämmmaßes R_{ges}	351	3.19.3	Sanitärgegenstände	393
3.11.2.5	Kurzform zur Berechnung des Schalldämmmaßes zusammen- gesetzter Bauteile	352	3.19.4	Heizungs- und klimatechnische Anlagen	393
3.11.2.6	Gesamtschalldämmmaß bei zwei verschiedenen Öffnungen	353	3.19.5	Mindestanforderungen an den Schallschutz nach DIN 4109	394
3.11.2.7	Luftschallübertragung über flankierende Bauteile	355	3.20	Ermittlung des Gesamtschall- pegels	399
3.11.2.8	Korrekturwerte des bewerteten Schalldämmmaßes für flankierende Bauteile	358	3.20.1	Mehrere gleiche Schallquellen ...	399
3.12	Zweischalige Bauteile	360	3.20.2	Mehrere verschiedene Schall- quellen	400
3.12.1	Resonanzfrequenz f_R (Eigenfrequenz)	361	3.21	Entfernung von der Schallquelle ..	401
3.12.2	Resonanzfrequenz f_R zweischaliger Bauteile mit lose eingelegter, weichfedernder Dämmschicht	362			
3.12.3	Vollflächige Verbindung der Dämmschicht mit beiden Schalen .	363	4 Brandschutz	403	
3.12.4	Rechnerische Ermittlung des Schalldämmmaßes zweischaliger Wände	366	4.1	Brand – Brandsicherheit	403
3.12.5	Wandkonstruktionen mit zwei biegeweichen Schalen	368	4.2	Baustoffklassen	403
3.12.6	Luftschallverbesserungsmaß von Vorsatzschalen	369	4.2.1	Nicht brennbare Baustoffe	404
3.13	Trittschall	371	4.2.2	Brennbare Baustoffe	404
3.13.1	Ermittlung des Normtrittschall- pegels	371	4.3	Einzelbaustoffe	404
3.13.2	Vorherbestimmung des bewerteten Norm-Trittschallpegels $L'_{n,W,R}$ nach DIN EN 12 354	373	4.4	Bauteile	407
3.13.3	dynamische Steifigkeit	374	4.5	Brandverhalten von Bauteilen ...	407
3.13.4	Korrekturfaktor für die Flanken- übertragung im Trittschall	375	4.5.1	Feuerwiderstandsklassen	408
3.13.5	Trittschallminderung ΔL nach DIN 12 354 von Estrichplatten	377	4.6	Sonderbauteile	412
3.14	Estrich	379	4.6.1	Brandwände	412
3.14.1	Estricharten	379	4.6.2	Feuerschutzabschlüsse	412
3.14.2	Schallbrücken	381	4.6.3	Verglasungen	412
3.15	Berechnung von Decken	382	4.6.4	Lüftungsleitungen, Rohrleitungen .	414
3.15.1	Unterkonstruktionen von Massiv- decken	382	4.6.5	Treppen	414
3.15.2	Holzbalkendecken	383	4.6.6	Treppenraum	414
3.15.3	Äquivalentes, bewertetes Trittschall- dämmmaß $L'_{n,W,eq}$ und Luftschalldämmmaß R'_W von Holzbalkendecken	384	4.6.7	Flure	414
3.16	Fenster	386	4.6.8	Brandabschnitte	414
3.16.1	Verglasung im Schallschutz	388	4.7	Ausgesuchte Beispiele von Bauteilen und ihre Feuerwider- standsklassen nach DIN 4102 Teil 4	415
			4.8	Brandschutzklassen nach Euro-Norm	420
			4.9	Klassifizierung des Brand- verhaltens von Baustoffen nach Euro-Norm DIN EN 13 501 und Vergleich mit DIN 4102	422
			5 Bauphysikalische Stoffkenngrößen	423	
			5.1	Stoffkenngrößen je nach bauphysikalischem Bereich	423
			5.2	Kennwerte von Baustoffen und Bauteilen sowie deren bauphysikalische Bedeutung	424

6 Bauchemie	430	6.11 Schadensfaktor Wasser	441
6.1 Aufgabe der Bauchemie	430	6.11.1 Wasser als Lösungsmittel	441
6.2 Gase	430	6.11.2 Wasser als Partner von chemischen Rektionen	442
6.2.1 Schadensfaktor Gase	431	6.11.3 Wasser als Transportmittel	442
6.3 Säuren	432	6.11.4 Wasser als Sprengfaktor	442
6.4 Laugen	433	6.11.5 Wasser als Beeinträchtigungsfaktor	442
6.5 Salze	433	6.11.6 Wasser als Förderfaktor	443
6.6 pH-Wert	436	6.12 Säuren als Schadensursache	443
6.7 Bindemittel	438	6.12.1 Herkunft der Säuren	443
6.8 Kreislauf des Kalkes	438	6.13 Schadensfaktor Laugen	444
6.9 Korrosion	439	6.13.1 Herkunft der Laugen	445
6.9.1 Elektrochemische Spannungsreihe nach Galvani	440	6.14 Schadensfaktor Salze	446
6.10 Nicht-Eisenmetalle (NE-Metalle) ..	441	6.15 Schadensfaktor Organismen	448
		6.16 Regeln zur Vermeidung von Bauschäden	448
		Sachwortverzeichnis	451