

Inhaltsverzeichnis

1	Wärmeschutz	9	Beispiel 2: Wand mit Außendämmung	54
1.1	Grundlagen des Wärmeschutzes	9	Beispiel 3: Wand mit Innendämmung	55
1.1.1	Gründe für den Wärmeschutz	9	Beispiel 4: Zweischalige Wand mit Kerndämmung	56
1.1.2	Wärmequellen	9	Beispiel 5: Zweischaliges Mauerwerk mit Außendämmung und hinterlüfteter Vorsatzschale	57
1.1.3	Geothermie	10	Beispiel 6: Zweischalige Wand mit Fassadenplatte	58
1.1.4	Einflussgrößen des Wärmeschutzes	12	Beispiel 7: Wand mit Nische	59
1.1.5	Wärmeübertragung	13	Beispiel 8: Rolladenkasten	60
1.2	Physikalische Grundlagen	14	Beispiel 9: Decke mit Fußbodenheizung	60
1.2.1	Grundbegriffe im Wärmeschutz	14	Beispiel 10: Bestandsgebäude: Nachweis nach der EnEV eines nicht unterkellerten Hauses mit Flachdach	61
1.2.2	Behaglichkeitsgefühl in einem Raum	17	Beispiel 11: EnEV-Nachweis (BT-V) eines Bestandsgebäudes mit bisher nicht ausgebautem KG und DG	64
1.2.3	Einflussmöglichkeiten zur Energie-Einsparung	19	Beispiel 12: Sanierung eines Wohngebäudes mit ausgebautem DG und nicht ausgebautem KG	76
1.3	Nachweis des Wärmeschutzes	20	Beispiel 13: Bestandsgebäude: Nachweis nach einem Referenzgebäude	86
1.3.1	Wärmeschutz-Nachweis nach DIN 4108	20	Energiebilanz	91
1.3.2	Mittlerer U-Wert/R-Wert	23	Sommerlicher Wärmeschutz	92
1.3.3	Gesamtenergiedurchlassgrad	26	Fenster im sommerlichen Wärmeschutz und Wärmedämmverglasung	96
1.4	Nachweis nach der Energie-Einspar-Verordnung	27	Vergleich sommerlicher und winterlicher Wärmeschutz einzelner Baustoffe	99
1.4.1	Die Energie-Einspar-Verordnung in Beziehung zu den nationalen Normen	27	Nachweisverfahren bei zu errichtenden Gebäuden	100
1.4.2	Geltungsbereich der Energie-Einspar-Verordnung	28	Heizanlagen-Systeme	103
1.4.3	Berechnungsgrundlagen nach der Energie-Einspar-Verordnung	29	Referenzwerte der Strahlungsintensitäten und der Außentemperaturen für das Referenzklima Deutschland	115
1.4.4	Begriffserläuterungen der EnEV	30	Ausgewählte Referenzorte für Strahlungsintensitäten	119
1.4.5	Gebäudeformen und ihre Verwendung in der EnEV	34	Neu zu errichtende Wohngebäude	125
1.4.6	Von der Endenergie zur Primärenergie	35		
1.4.7	Interne Wärmegewinne	36		
1.4.8	Solare Wärmegewinne	37		
1.4.9	Luftdichtheit/Luftdichtheitsprüfung	38		
1.4.10	Lüftungswärmeverluste	39		
1.4.11	Wärmespeicherung	40		
1.5	Nachweisverfahren nach der Energie-Einspar-Verordnung (EnEV 2009)	41		
1.5.1	Monatsbilanz-Verfahren (MB-V) Bauteil-Verfahren (BT-V)	41		
1.5.2	Sanierung von Gebäuden im Bestand (Altbausanierung)	43		
1.5.3	Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfs	44		
1.5.4	Maximalwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten U nach der EnEV	46		
1.5.5	Nachweisverfahren bei bestehenden Gebäuden	48		
1.6	Stoffkennwerte	49		
1.7	Berechnungsbeispiele zum Wärmeschutz	53		
1.7.1	Beispiel 1: Außenwand mit beidseitigem Putz	53		

Beispiel 1: Gebäude mit ausgebautem KG und DG für die Referenzstandorte Freiburg und Hof	2.13	Erklärung des Prinzips der Sperrung gegen Feuchte	169
Beispiel 2: Freistehendes zu errichtendes Zweifamilienhaus mit beheiztem KG und DG für den Referenzstandort Potsdam	2.14	Dampfdruck	170
1.14 Längenänderung von Bauteilen infolge von Temperaturreinflüssen	2.15	Feuchteschutz infolge Wasserdampfdiffusion	171
1.14.1 Berechnungsbeispiele von Flachdächern	2.15.1	Bedingungen im Feuchteschutz nach DIN 4108	171
Beispiel 1: Längenänderung eines Flachdaches mit Außendämmung	2.15.2	Vermeidung von Tauwasser an der Bauteiloberfläche	171
Beispiel 2: Längenänderung eines Flachdaches mit Innendämmung	2.15.3	Vermeidung von Tauwasser im Innern von Bauteilen	172
Beispiel 3: Längenänderung eines Flachdaches ohne Dämmung	2.15.4	Randbedingungen nach DIN 4108	172
1.14.2 Arten von Flachdächern	2.16	Glaser-Diagramm	173
1.14.3 Berechnungsbeispiele verschiedener Bauteile	2.16.1	Tauperiode	173
Beispiel 1: intensiv begrüntes Flachdach	2.16.2	Erklärung des Diagrammaufbaues	174
Beispiel 2: Stützmauer	2.16.3	Verdunstungsperiode	175
Beispiel 3: Estrich	2.17	Maßnahmen zur Tauwasser-vermeidung	177
Beispiel 4: Heizestrich	2.18	Mögliche Fälle der Tauwassersituation nach dem Glaser-Diagramm	178
2 Feuchte – Feuchteschutz	2.18.1	Kein Tauwasserausfall	178
2.1 Arten der Feuchte	2.18.2	Tauwasserausfall in einer Ebene ..	178
2.2 Aggregatzustände	2.18.3	Tauwasserausfall in zwei Ebenen	178
2.3 Arten der Wässer	2.18.4	Tauwasserausfall in einem Bereich	179
2.4 Kreislauf des Wassers	2.19	Feuchtetechnische Untersuchung verschiedener Konstruktionen ..	179
2.5 Wasser in seiner Bedeutung	Beispiel 1:	Betonwand mit innenliegender Dämmung und beidseitigem Putz	179
2.6 Kapillarität	Beispiel 2:	Betonwand mit außenliegender Dämmung und beidseitigem Putz	185
2.7 Sperrung	Beispiel 3:	Wärmedämmung innen und außen (Manteldämmung, Mantelbauweise)	186
2.7.1 Sperrung gegen Wasser	Beispiel 4:	Wärmedämmung dazwischenliegend => Kerndämmung)	192
2.7.1.1 Sperrung gegen nichtdrückendes Wasser	Beispiel 5:	Betonwand, beidseits verputzt, ohne Wärmedämmung	198
2.7.1.2 Sperrung gegen drückendes Wasser (Grundwasser)	Beispiel 6:	Betonwand mit Manteldämmung unterschiedlicher Dicke	203
2.7.1.3 Fugen – Fugenbänder	Beispiel 7:	Betonwand mit Manteldämmung unterschiedlicher Dicke (dickere Dämmschicht innen)	203
2.7.2 Sperrung gegen Wasserdampf	Beispiel 8:	Kellerwand mit Kunstrarzputz	206
2.8 Luftfeuchte	Beispiel 9:	Kellermauerwerk aus Sandstein mit Kunstrarzputz	207
2.8.1 Absolute Luftfeuchte			
2.8.2 Relative Luftfeuchte			
2.9 TAUWASSERBILDUNG – TAUPUNKT-TEMPERATUR			
2.10 DAMPFBREMSE – DAMPFSPERRE			
2.10.1 Wasserdampf-Diffusionswiderstandsfaktor (μ-Wert)			
2.11 Vergleich: Wärmeschutz – Feuchteschutz			
2.12 Erklärung des WÄRME-STROMPRINZIPS			

Beispiel 10: Wand aus porosierte Leichthochloch- ziegeln mit Leicht- mörtel LM 36	209	3 Schall – Schallschutz	253
Beispiel 11: Wand aus Poren- beton-Plansteinen in Dünnbett	210	3.1 Bedeutung des Schallschutzes	253
Beispiel 12: Zweischaliges Mauerwerk ohne Hinterlüftung mit Kerndämmung	212	3.2 Schall	254
Beispiel 13: Zweischaliges Mauer- werk aus Kalksand- steinen mit Dämmung und hinterlüfteter Bekleidung	212	3.2.1 Frequenz	255
Beispiel 14: Zweischaliges Mauer- werk aus Kalksand- steinen mit Dämmung und hinterlüfteter Vorsatzschale	213	3.2.2 Amplitude	255
Beispiel 15: Wand aus Porenbeton- Plansteinen; Innen- dämmung aus EPS ..	214	3.2.3 Schallbezeichnungen	255
Beispiel 16: Aufbau wie nach Beispiel 15, jedoch mit einer größeren Dämmschichtdicke ..	215	3.3 Grundbegriffe	256
Beispiel 17: Wand aus Porenbeton- Plansteinen Dämmung: Mineralwolle	217	3.4 Höruschwelle – Schmerzgrenze	260
Beispiel 18, 19, 20: Wände aus Hochlochziegeln mit 8 cm Innendämmung, gleichem λ -Wert aus MW, EPS, XPS	219	3.5 Zusammenhang Phon – Dezibel	261
Beispiel 21: Außenwand in Leichtbauweise; Dämmung MW	220	3.6 Lautstärkekala	262
Beispiel 22: Außenwand in Leicht- bauweise Konstruktion wie Beispiel 21, jedoch mit Dämmung PS-Hart- schaum WLGr040	222	3.7 Schallarten	263
2.20 Energetische Schwachstellen und ihre Folgen	224	3.8 Akustik	264
2.20.1 Wärmebrückenarten	224	3.8.1 Nachhallzeit T	264
2.20.2 Wärmebrücken; Berechnungs- beispiele	225	3.8.2 Grenzfrequenz	266
2.20.3 Einelnachweis von Wärme- brücken nach DIN 4108 Bbl. 2	229	3.9 Wege des Schalles	267
2.21 Schimmelpilzbildung	232	3.9.1 Schallabsorption	267
2.21.1 Aufgaben zur Vermeidung von Schimmelpilzbildung	235	3.9.2 Schallabsorptionsgrad verschiedener Verkleidungen	268
2.21.2 Außenwände unter verschiedener feuchtetechnischer Betrachtung	243	3.9.3 Schallabsorber	269
2.21.3 Algenbildung auf Außenwänden mit Wärme-Dämm-Verbund- Systemen (WDVS)	245	3.9.4 Schallreflektoren	270
2.22 Schlagregen	248	3.10 Schalldämmung von Bauteilen	271
2.23 Kapillaraktive Dämmstoffe	249	3.10.1 Luftschalldämmung	271
2.24 Feuchte adaptive Dampfbremse	251	3.10.2 Rechnerische Methode zur Ermittlung des bewerteten Schalldämmmaßes	273
2.25 Das Dach, das besondere Bauteil	252	3.10.3 Grafische Methode zur Ermitt- lung des Schalldämmmaßes	273
		3.10.4 Ermittlung des bewerteten Schalldämmmaßes bei Oktavbreiten	274
		3.10.5 Grafische Methode zur Ermitt- lung des Schalldämmmaßes	274
		3.11 Ermittlung des bewerteten Schalldämmmaßes vor Erstellung des Bauwerkes	275
		3.11.1 Grafische Methode	275
		3.11.2 Rechnerische Ermittlung des bewerteten Schalldämmmaßes	277
		3.11.2.1 Einschalige Wände ohne Öff- nungen, wie Türen und Fenster	277
		3.11.2.2 Einschalige Wände mit Öff- nungen, wie Türen und Fenster	279
		3.11.2.3 Grafische Methode zur Ermittlung des Gesamtschalldämmmaßes zusammengesetzter Bauteile	279
		3.11.2.4 Rechnerische Methode zur Bestimmung des Gesamt- schalldämmmaßes R_{ges}	280
		3.11.2.5 Kurzform zur Berechnung des Schalldämmmaßes zusammen- gesetzter Bauteile	281
		3.11.2.6 Gesamtschalldämm-Maß mit zwei verschiedenen Öffnungen	282
		3.11.2.7 Korrekturwerte des bewerteten Schalldämmmaßes für flankierende Bauteile	284
		3.12 Zweischalige Bauteile	286
		3.12.1 Resonanzfrequenz f_R	287

3.12.2	Resonanzfrequenz f_R zweischaliger Bauteile mit lose eingelegter, weichfedernder Dämmsschicht ...	288	4.2.2	Brennbare Baustoffe	336	
3.12.3	Vollflächige Verbindung der Dämmsschicht mit beiden Schalen	289	4.3	Einzelbaustoffe	336	
3.12.4	Rechnerische Ermittlung des Schalldämmmaßes zweischaliger Bauteile	292	4.4	Bauteile	338	
3.12.5	Wandkonstruktionen mit zwei biegewichen Schalen	294	4.5	Brandverhalten von Bauteilen	338	
3.12.6	Luftschall-Verbesserungsmaß von Vorsatzschalen	295	4.5.1	Feuerwiderstandsklassen	339	
3.13	Trittschall	297	4.6	Sonderbauteile	343	
3.13.1	Ermittlung des Norm-Trittschallpegels	297	4.6.1	Brandwände	343	
3.13.2	Deckenaufbauten	299	4.6.2	Feuerschutzbauten	343	
3.13.3	Vorherbestimmung des bewerteten Norm-Trittschallpegels $L'_{n,W,R}$	299	4.6.3	Verglasungen	343	
3.13.4	Korrekturfaktor für die Flankenübertragungen im Trittschall	300	4.6.4	Lüftungsleitungen, Rohrleitungen	345	
3.13.5	Trittschall-Minderung ΔL von Estrichplatten	301	4.6.5	Treppen	345	
3.14	Estrich	303	4.6.6	Treppenraum	345	
3.14.1	Estricharten	303	4.6.7	Flure	345	
3.14.2	Schallbrücken	305	4.6.8	Brandabschnitte	345	
3.15	Berechnung von Decken	306	4.7	Ausgesuchte Beispiele von Bauteilen und ihre Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102 Teil 4	346	
3.15.1	Unterkonstruktion von Massivdecken	306	4.8	Brandschutzklassen nach Euro-Norm	351	
3.15.2	Holzbalkendecken	307	4.9	Klassifizierung des Brandverhaltens von Baustoffen: Vergleich DIN EN 13 501 und DIN 4102	353	
3.15.3	Äquivalentes bewertetes Trittschalldämmmaß $L'_{n,W,eq}$ und Luftschalldämmmaß R'_W von Holzbalkendecken	308	4.10	Kennwerte von Baustoffen und Bauteilen in den verschiedenen Bereichen der Bauphysik	354	
3.16	Fenster	310	5 Bauchemie			355
3.16.1	Verglasung im Schallschutz	312	5.1	Aufgabe der Bauchemie	355	
3.17	Türen	314	5.2	Gase	356	
3.18	Treppen	315	5.2.1	Schadensfaktor Gase	356	
3.19	Installationsgeräusche	317	5.3	Säuren	356	
3.19.1	Trinkwasserleitungen	317	5.4	Laugen	357	
3.19.2	Abwasserleitungen	317	5.5	pH-Wert	358	
3.19.3	Sanitärgegenstände	317	5.6	Salze	358	
3.19.4	Heizungs- und klimatechnische Anlagen	317	5.7	Kreislauf des Kalkes	360	
3.19.5	Mindestanforderungen an den Schallschutz nach DIN 4109	318	5.8	Korrosion	361	
3.20	Ermittlung des Gesamtschallpegels	323	5.8.1	Elektrochemische Spannungsreihe nach Galvani	362	
3.20.1	Mehrere gleiche Schallquellen	323	5.9	Nicht-Eisenmetalle (NE-Metalle)	363	
3.20.2	Mehrere verschiedene Schallquellen	324	5.10	Schadensfaktor Wasser	363	
3.21	Schallschutz im Städtebau	325	5.10.1	Wasser als Lösungsmittel	363	
3.21.1	Lärmarten	325	5.10.2	Wasser als Partner von chemischen Reaktionen	364	
3.21.2	Arten der Schallquellen	325	5.10.3	Wasser als Transportmittel	364	
3.21.3	Lärmschutzwände	327	5.10.4	Wasser als Sprengfaktor	364	
3.22	Entfernung von der Schallquelle	333	5.10.5	Wasser als Beeinträchtigungs faktor	364	
4 Brandschutz			5.10.6	Wasser als Förderfaktor	365	
4.1	Brand – Brandsicherheit	335	5.11	Säuren als Schadensursache	365	
4.2	Baustoffklassen	335	5.11.1	Herkunft der Säuren	365	
4.2.1	Nichtbrennbare Baustoffe	335	5.12	Schadensfaktor Laugen	366	
			5.12.1	Herkunft der Laugen	367	
			5.13	Schadensfaktor Salze	368	
			5.14	Schadensfaktor Organismen	370	
			5.15	Regeln zur Vermeidung von Bauschäden	370	
			Sachwortverzeichnis			373