

# Inhalt

<b>Symbole, Einheiten und Indizes</b>	<b>11</b>
<b>1 Beitrag der Gebäude zum Klimaschutz</b>	<b>17</b>
1.1 Notwendigkeit des Klimaschutzes	17
1.2 Energietechnische Begriffe	20
1.3 Umsetzung der Klimaschutzziele	22
1.3.1 Europäische Union 2002 bis 2003	22
1.3.2 Deutschland 2004 bis 2009	23
1.3.3 Europäische Union 2008 bis 2010	24
1.3.4 Deutschland 2010 bis 2014	26
1.4 Weiterentwicklungen des Niedrigenergiehaus-Standards	26
1.5 Literatur zum Kapitel 1	29
<b>2 Grundlagen des Wärmeschutzes</b>	<b>33</b>
2.1 Europäische und nationale Vorschriften zum Wärmeschutz	33
2.2 Ziele des Wärmeschutzes bei Gebäuden	38
2.3 Mindestanforderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden	42
2.4 Beeinflussung des Wärmebedarfs durch die Bauplanung	43
2.5 Wärmeleitfähigkeit und Wärmedämmstoffe	48
2.6 Berechnungsgrundlagen des baulichen Wärmeschutzes	51
2.6.1 Überblick	51
2.6.2 <i>Fouriersches</i> Gesetz der Wärmeleitung	52
2.6.3 Stationäre Wärmeleitung in einem ebenen Bauteil	53
2.6.4 Stationärer Wärmeübergang Luft/Bauteil	54
2.6.5 Stationärer Wärmestrom	56
2.6.6 Wärmedurchlasswiderstand $R$ nichttransparenter, beidseitig luftberührter Bauteile	58
2.6.7 Wärmedurchlasswiderstand $R_u$ unbeheizter Räume	62
2.6.8 Wärmedurchgangswiderstand $R_T$ nichttransparenter, beidseitig luftberührter Bauteile	63
2.6.9 Wärmedurchgangskoeffizient $U$ nichttransparenter, beidseitig luftberührter Bauteile	63
2.7 Nachweis des Mindestwärmeschutzes flächiger Bauteile	64
2.8 Temperaturverlauf in beidseitig luftberührten Bauteilen	72

2.9	Wärmebrücken	76
2.9.1	Arten und Vermeidung von Wärmebrücken	76
2.9.2	Nachweis des Mindestwärmeschutzes im Bereich von Wärmebrücken	79
2.9.3	Berücksichtigung von Wärmebrücken beim Nachweis des baulichen Wärmeschutzes	89
2.10	$U$ -Wert bei nebeneinanderliegenden Bauteilabschnitten	95
2.11	Wärmedurchgangskoeffizient $U$ bei keilförmigen Schichten	101
2.12	Wärmedurchgangskoeffizient $U$ erdberührter Bauteile	108
2.12.1	Wärmetechnisches Verhalten erdberührter Bauteile	108
2.12.2	Erdberührte Bodenplatten	112
2.12.3	Aufgeständerte Bodenplatten	117
2.12.4	Beheizte Keller	117
2.12.5	Unbeheizte Keller	118
2.12.6	Vereinfachte Berechnung erdberührter Bauteile	119
2.13	Wärmedurchgangskoeffizient transparenter Bauteile	124
2.13.1	Entwicklung wärmedämmender Verglasungen	124
2.13.2	Wärmebrücken durch Randverbund und Rahmen	129
2.13.3	Bemessungswert des Wärmedurchgangskoeffizienten $U_{w,BW}$ von transparenten Bauteilen sowie $U_{D,BW}$ von Türen und Toren	132
2.13.4	Rollläden und Rollladenkästen	140
2.14	Luftdichtheit von Bauteilen und Gebäuden	140
2.14.1	Luftwechsel durch die Gebäudehülle	140
2.14.2	Nachweis der Luftdichtheit einzelner Bauteile	146
2.14.3	Nachweis der Luftdichtheit der Gebäudehülle	148
2.15	Sommerlicher Wärmeschutz	150
2.15.1	Notwendigkeit des sommerlichen Wärmeschutzes	150
2.15.2	Planung des sommerlichen Wärmeschutzes	152
2.15.3	Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes	162
2.16	Literatur zum Kapitel 2	174
<b>3</b>	<b>Konstruktionen zur Einhaltung der EnEV</b>	<b>185</b>
3.1	Einführung	185
3.2	Wahl maximaler Wärmedurchgangskoeffizienten	186
3.3	Massive Außenwände	188
3.4	Hölzerne Außenwände	193
3.5	Massive Kelleraußenwände	200
3.6	Massive Bodenplatten	201
3.7	Massive Kellerdecken	202
3.8	Anschlussdetails bei massiven Kellerdecken	205
3.9	Anschlussdetails bei massiven Außenwänden	206
3.10	Anschlussdetails bei hölzernen Außenwänden	211
3.11	Massive Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen	213
3.12	Hölzerne Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen	213
3.13	Geneigte hölzerne Dächer	214

3.14	Anschlussdetails bei geneigten hölzernen Dächern	219
3.15	Massive Flachdächer	226
3.16	Hölzerne Flachdächer	227
3.17	Literatur zum Kapitel 3	228
<b>4</b>	<b>Anlagentechnik zur Einhaltung der EnEV</b>	<b>233</b>
4.1	Einführung	233
4.2	Heizung	233
4.2.1	Heizungsanlagen	233
4.2.2	Regelung und Steuerung von Heizungsanlagen	239
4.2.3	Heizstrang	242
4.3	Trinkwassererwärmung	249
4.3.1	Trinkwassererwärmungsanlagen	249
4.3.2	Trinkwarmwasserstrang	252
4.4	Lüftung	254
4.4.1	Lüftungskonzept	254
4.4.2	Lüftungsanlagen	258
4.4.3	Lüftungsstrang	258
4.5	Literatur zum Kapitel 4	263
<b>5</b>	<b>Nachweis von Wohngebäuden nach EnEV und EEWärmeG</b>	<b>265</b>
5.1	Einführung	265
5.2	Anforderungen der EnEV 2014 an zu errichtende Wohngebäude	269
5.3	Anforderungen des EEWärmeG an zu errichtende Wohngebäude	277
5.4	Zu errichtende Wohngebäude nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10	281
5.4.1	Grundlagen der Berechnung	281
5.4.2	Berechnung des spezifischen Transmissionswärmeverlustes $H_T$ und des Jahres-Heizwärmebedarfs $Q_h$	283
5.4.3	Energetische Erfassung von Wärmebrücken	305
5.4.4	Berechnung des Jahres-Endenergie- und Primärenergiebedarfs $Q_E$ und $Q_P$ mit dem Tabellenverfahren	315
5.5	Abgrenzung von Wohn- und Nichtwohngebäuden	353
5.6	Zu errichtende Wohngebäude nach DIN V 18599	355
5.7	Änderung von Gebäuden	359
5.7.1	Notwendigkeit der Energieeinsparung im Gebäudebestand	359
5.7.2	Anforderungen bei Änderung von bestehenden Gebäuden als Ganzes	363
5.7.3	Anforderungen bei Änderung einzelner Außenbauteile bestehender Gebäude	364
5.7.4	Austausch- und Nachrüstpflichten im Bestand	372
5.7.5	Erweiterung bestehender Gebäude	373

5.8	Energieausweise	373
5.8.1	Allgemeines	373
5.8.2	Energieausweise für zu errichtende Wohngebäude	379
5.8.3	Energieausweise für Wohngebäude im Bestand	380
5.8.4	Ausstellungsberechtigte für Energieausweise	388
5.9	Vollzug der EnEV	390
5.9.1	Registriernummer und Stichprobenkontrollen	390
5.9.2	Verantwortliche für die Einhaltung der EnEV	391
5.9.3	Ordnungswidrigkeiten	391
5.10	Literatur zum Kapitel 5	392
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>401</b>
6.1	Zusammenfassung	401
6.2	Ausblick	401
6.3	Literatur zum Kapitel 6	404
	<b>Berechnungsformulare (siehe auch <a href="http://www.beuth-mediathek.de">www.beuth-mediathek.de</a>)</b>	<b>405</b>
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>411</b>