

Christian Pöhn
Anton Pech
Thomas Bednar
Wolfgang Streicher

Bauphysik – Erweiterung 1
Energieeinsparung und Wärmeschutz
Energieausweis – Gesamtenergieeffizienz

unter Mitarbeit von
Stefan Wagmeister
Mehdi Moarefi
Johann Geyer
Markus Gratzl-Michlmair

Zweite, erweiterte Auflage

SpringerWienNewYork

INHALTSVERZEICHNIS

011 1	Grundlagen	1
011 1 1	Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden	1
011 1 2	Normen	12
011 1 3	Klimadaten	18
011 1 3 1	Monatsmitteltemperaturen	18
011 1 3 2	Mittlere Monatssummen der Globalstrahlung	19
011 1 3 3	Normaußentemperaturen	19
011 1 4	Referenzklima	19
011 1 5	Nutzungsprofile	19
011 1 5 1	Tagestemperaturen	20
011 1 5 2	Stundentemperaturen	22
011 1 5 3	Feuchte	23
011 2	Heizwärmebedarf	25
011 2 1	Geometriermittlung	26
011 2 2	Bauphysikermittlung	28
011 2 3	Leitwerte	28
011 2 3 1	Transmissions-Leitwert L_T	28
011 2 3 2	Lüftungs-Leitwert L_V	31
011 2 4	Verluste und Gewinne	33
011 2 4 1	Wärmeverluste	33
011 2 4 2	Innere Wärmegewinne	34
011 2 4 3	Solare Wärmegewinne	35
011 2 4 4	Gesamtwärmegewinne	38
011 2 4 5	Berechnung des Heizwärmebedarfs	38
011 2 4 6	Passivhaus-ähnliche Berechnung	40
011 3	Beleuchtungsenergiebedarf	41
011 4	Kühlbedarf	43
011 4 1	Geometriermittlung	43
011 4 2	Bauphysikermittlung	43
011 4 3	Leitwerte	44
011 4 3 1	Transmissions-Leitwert L_T	44
011 4 3 2	Lüftungs-Leitwert L_V	44
011 4 4	Verluste und Gewinne	45
011 4 4 1	Wärmeverluste	45
011 4 4 2	Innere Wärmegewinne	46
011 4 4 3	Solare Wärmegewinne	46
011 4 4 4	Gesamtwärmegewinne	48
011 4 5	Berechnung des Kühlbedarfs	48
011 5	Heiztechnikenergiebedarf	51
011 5 1	Verluste des Warmwassersystems	52
011 5 1 1	Wärmeabgabeverluste des Warmwassersystems	52
011 5 1 2	Wärmeverteilverluste des Warmwassersystems	53
011 5 1 3	Wärmespeicherverluste des Warmwassersystems	54
011 5 1 4	Wärmebereitstellungsverluste des Warmwassersystems	55
011 5 2	Ermittlung der Heizperiodenlänge	59

011 5 3	Verluste des Raumheizungssystems	59
011 5 3 1	Wärmeabgabeverluste des Raumheizungssystems	59
011 5 3 2	Wärmeverteilverluste des Raumheizungssystems	60
011 5 3 3	Wärmespeicherverluste des Raumheizungssystems	62
011 5 3 4	Wärmebereitungsverluste des Raumheizungssystems	63
011 5 3 5	Wärmeverluste bei kombinierter Wärmebereitstellung von Warmwasser und Raumheizung	65
011 5 4	Luftheizung	67
011 5 4 1	Nutzenergie Luftheizung – Fall: Wohngebäude	68
011 5 4 2	Nutzenergie Luftheizung – Fall: Nicht-Wohngebäude	73
011 5 4 3	Endenergie Luftheizung	73
011 5 5	Hilfsenergiebedarf	76
011 5 5 1	Warmwasserbereitung	76
011 5 5 2	Hilfsenergie Raumheizung	78
011 5 5 3	Hilfsenergiebedarf für Lüftungsanlagen und Luftheizungen Fall: Wohngebäude	80
011 5 5 4	Hilfsenergiebedarf für Lüftungsanlagen und Luftheizungen Fall: Nicht-Wohngebäude	80
011 5 6	Heizenergiebedarf – Bilanzierung	81
011 6	Raumlufttechnikenergiebedarf	83
011 6 1	Berechnungsverfahren	83
011 6 2	Betriebstage der RLT-Anlage	85
011 6 3	Zulufttemperatur der RLT-Anlage	87
011 6 4	Energiebedarf der Luftförderung	87
011 6 5	Nutzenergiebedarf der RLT-Anlage für Heizen, Befeuchten und Kühlen	90
011 7	Befeuchtungsenergiebedarf	97
011 7 1	Dampfbefeuchter	97
011 7 2	Verdunstungsbefeuchter	97
011 7 3	Pumpenergie für die Befeuchtung	97
011 8	Heiztechnikenergiebedarf – Alternativ	99
011 8 1	Thermische Solaranlage	99
011 8 1 1	Monatlicher Nettowärmeertrag	99
011 8 1 2	Bruttowärmeertrag der Solaranlage	100
011 8 1 3	Monatlicher Kollektorwirkungsgrad	101
011 8 1 4	Nettowärmeertrag der Solaranlage	101
011 8 1 5	Wärmeverluste der Rohrleitungen des Kollektorkreises	101
011 8 1 6	Verteilung des Nettowärmeertrages	102
011 8 1 7	Vereinfachte Berechnung	103
011 8 2	Wärmepumpe	104
011 8 2 1	Monovalenter Betrieb der Wärmepumpe für Raumheizung	105
011 8 2 2	Betrieb der monovalenten Wärmepumpe zur kombinierten Raumwärme- und Warmwasserbereitung	110
011 8 2 3	Bivalenter Betrieb der Wärmepumpe für Raumheizung	110
011 8 2 4	Betrieb der Wärmepumpe zur Warmwasserbereitung	111
011 8 2 5	Luft/Wasser-Wärmepumpen zur direkten Warmwasserbereitung (Kompaktgeräte)	111
011 8 3	Hilfsenergiebedarf	112
011 8 3 1	Thermische Solaranlage	112
011 8 3 2	Hilfsenergiebedarf der Wärmepumpe	112
011 8 4	Heizenergiebedarf	112

011 9	Kühltechnikenergiebedarf	115
011 9 1	Arten von Kühlsystemen	115
011 9 2	Ermittlung der Kühlperiodenlänge	116
011 9 3	Verluste durch Anpassungs- und Regelungsfähigkeit des Kühlsystems	117
011 9 4	Nutzenergiebedarf der RLT-Anlage	117
011 9 5	Kühlanteile	118
011 9 6	Abgabe- und Verteilverluste der Kaltluft	118
011 9 7	Kälteversorgung der RLT-Anlage	118
011 9 8	Kälteversorgung des statisches Kühlsystems	119
011 9 9	Bereitstellungsverluste	120
011 9 9 1	Erforderliche Energie der Kältebereitstellungsanlage	120
011 9 9 2	Endenergie der Kompressionskältemaschinen	121
011 9 9 3	Dezentrale Raumkühlsysteme	123
011 9 9 4	Endenergie der Absorptionskältemaschinen	124
011 9 9 5	Endenergie der Rückkühlung (Kühlturm)	125
011 9 10	Kühlenergiebedarf	125
011 9 11	Hilfsenergie	126
011 9 11 1	Elektrische Energie der Umluftventilatoren	126
011 9 11 2	Pumpenergie für das Kühl- und Kaltwasser	126
011 10	Ausweis über die Gesamtenergieeffizienz	133
011 10 1	Energiekennzahlen	134
011 10 1 1	Heizwärmebedarf	134
011 10 1 2	Heizenergiebedarf	135
011 10 1 3	Befeuchtungsenergiebedarf	135
011 10 1 4	Beleuchtungsenergiebedarf	135
011 10 1 5	Kühlbedarf	135
011 10 1 6	Kühltechnikenergiebedarf	136
011 10 1 7	Haushalts- bzw. Betriebsstrombedarf	136
011 10 1 8	Endenergiebedarf	136
011 10 1 9	Primärenergiebedarf	136
011 10 1 10	Kohlendioxidemissionen	136
011 10 1 11	Gesamtenergieeffizienz-Faktor	137
011 10 2	Layout des Ausweises über die Gesamtenergieeffizienz	137
011 10 2 1	Energieausweis Fassung 1999	137
011 10 2 2	Energieausweis Fassung 2007	138
011 10 2 3	Energieausweis Fassung 2011	140
011 10 2 4	Empfehlung von Maßnahmen für bestehende Gebäude	141
011 10 3	Anforderungen	142
011 10 3 1	Heizwärme- und Kühlbedarf	142
011 10 3 2	Endenergiebedarf	143
011 10 3 3	Zusätzliche Anforderungen	144
011 10 4	Haushaltsstrom- bzw. Betriebsstrombedarf	144
011 10 5	Ermittlung des Gesamtenergieeffizienz-Faktors	146
011 10 5 1	Ermittlung des Referenz-EEB für Wohngebäude	149
011 10 5 2	Ermittlung des Referenz-EEB für Nicht-Wohngebäude	151
011 10 5 3	Vorschlag zu einer Gesamtenergieeffizienz-Faktor-Skala	152
011 10 6	Konversionsfaktoren für Primärenergie und CO ₂ -Emissionen	152
011 10 6 1	Ermittlung des Primärenergiebedarfs	153
011 10 6 2	Ermittlung der Kohlendioxidemissionen	154
011 10 7	Vereinfachtes Verfahren	155
011 10 7 1	Gebäudegeometrie	155
011 10 7 2	Bauphysik	156
011 10 7 3	Haustechnik	157

011 10 8	Schätzen des Endenergiebedarfs für Wohngebäude im Bestand	161
011 10 8 1	Bauphysik – Heizwärmebedarf	161
011 10 8 2	Heizenergiebedarf	163
011 10 8 3	Endenergiebedarf	164
011 10 9	Statistik	165
011 11	Tabellen	185
011 11 1	Formelzeichenerklärung	185
011 11 2	Energiekennwerte für einen Referenzstandort [195]	186
011 11 3	Monatsmitteltemperatur [102]	193
011 11 4	Globalstrahlungsmonatssummen [102]	195
011 11 5	Transpositions-Faktoren [102]	196
	Quellennachweis	201
	Literaturverzeichnis	202
	Sachverzeichnis	216