

# Projektierung von Warmwasserheizungen

von

Dipl.-Ing. Wolfgang Burkhardt

**Mit 102 Bildern und 114 Tabellen**

R.Oldenbourg Verlag München Wien

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> . . . . .	<b>5</b>
<b>Verzeichnis der Tabellen und sonstigen Datenzusammenstellungen.</b> . . . . .	<b>11</b>
<b>Verzeichnis der Berechnungsbeispiele.</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>Verzeichnis der Arbeitsblätter.</b> . . . . .	<b>14</b>
<b>Formelzeichen, Einheiten und Abkürzungen.</b> . . . . .	<b>16</b>
<b>1. Einleitung.</b> . . . . .	<b>19</b>
<b>2. Für die Projektbearbeitung benötigte Unterlagen.</b> . . . . .	<b>24</b>
<b>3. Die richtige Arbeitsmethodik.</b> . . . . .	<b>27</b>
<b>4. Auswahl des Heizsystems und seiner Bauelemente.</b> . . . . .	<b>28</b>
4.1 Wärmeträger und Verteilungsart . . . . .	28
4.2 Wärmeerzeuger . . . . .	37
4.3 Brennstoff und Feuerungsart . . . . .	40
4.3.1 Allgemeine Überlegungen . . . . .	40
4.3.2 Spezial- oder Mehrstoffkessel? . . . . .	40
4.3.3 Brenner mit oder ohne Gebläse? . . . . .	41
4.4 Alternative Energieträger . . . . .	42
4.4.1 Überblick . . . . .	42
4.4.2 Strom (Elektro-Speicherheizung). . . . .	44
4.4.3 Strom (Wärmepumpen). . . . .	45
4.4.4 Sonnenenergie . . . . .	51
4.4.5 Umgebungswärme . . . . .	51
4.4.6 Fernwärme . . . . .	52
4.4.7 Biogas, Abfallverbrennung, Erdwärme . . . . .	56
4.5 Wirtschaftlichkeitsüberlegungen . . . . .	56
4.6 Die Regelung konventioneller Warmwasserheizungen . . . . .	64
4.6.1 Regelung der Heizkörperleistung . . . . .	64
4.6.2 Kesselregelung . . . . .	71
4.6.3 Regelung der Brauchwassererwärmung . . . . .	74
4.6.4 Pumpen-Regelung und -Steuerung . . . . .	74
4.6.5 Weitere Gesichtspunkte bei der Wahl der Regelung . . . . .	75
4.7 Meßgeräte . . . . .	81
4.8 Armaturen und Sonstiges . . . . .	81
4.9 Brauchwassererwärmung . . . . .	83
4.10 Sicherheitstechnik . . . . .	85
4.10.1 Aufstellung des Wärmeerzeugers . . . . .	86
4.10.2 Sicherheitstechnische Ausrüstung . . . . .	86
4.11 Wärmeschutz (Heizungsanlage). . . . .	91

<b>5.</b>	<b>Die Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten.</b>	<b>92</b>
5.1	k-Wert und Wärmedurchgangswiderstand.	92
5.2	Bauteile mit mehreren hintereinander liegenden Schichten.	95
5.3	Bauteile mit nebeneinander liegenden Elementen.	97
5.4	Bauteile mit eingeschlossenen Luftschichten.	98
5.5	Fenster und Türen.	100
5.6	Dächer.	100
<b>6.</b>	<b>Begrenzung der Wärmeverluste von Gebäuden nach der Wärmeschutzverordnung.</b>	<b>101</b>
6.1	Nachweis ausreichenden Wärmeschutzes.	101
6.1.1	Physikalisch begründetes Verfahren.	102
6.1.2	Schnellverfahren.	104
6.2	Nachweis ausreichender Dichtigkeit der Fenster und Fenstertüren	104
<b>7.</b>	<b>Die Berechnung des Wärmebedarfs.</b>	<b>105</b>
7.1	Was ist Wärmebedarf?.	105
7.2	Vorarbeiten zur Berechnung des Normwärmebedarfs.	106
7.3	Berechnung des Transmissionswärmebedarfs.	110
7.4	Transmissionswärmebedarf bei teilweise eingeschränkter Beheizung	120
7.5	Transmissionswärmebedarf erdangrenzender Bauteile.	122
7.6	Der Lüftungswärmebedarf und seine Berechnung	128
7.6.0	Allgemeines.	128
7.6.1	Berechnung des windbedingten Lüftungswärmebedarfs bei Gebäuden bis zu 10 m Höhe.	130
7.6.2	Mindestluftwechsel und Mindest-Lüftungswärmebedarf.	136
7.6.3	Lüftungswärmebedarf bei maschineller Lüftung.	137
7.6.4	Lüftungswärmebedarf bei Gebäuden über 10 m Höhe.	139
7.7	Norm-Gebäude-Wärmebedarf.	144
7.8	Volumen-oder flächenbezogener Norm Wärmebedarf.	146
<b>8.</b>	<b>Bemessung des Wärmeerzeugers.</b>	<b>149</b>
8.1	Heizkessel.	149
8.1.1	Bemessung nach dem Normwärmebedarf.	149
8.1.2	Welcher Zuschlag für Brauchwassererwärmung ist sinnvoll?.	150
8.2	Umlauf-Gas-Wasserheizer.	152
8.3	Wärmepumpen	152
8.3.1	Monovalente Wärmepumpen.	152
8.3.2	Bivalente Wärmepumpen.	153
<b>9.</b>	<b>Bemessung der Raumheizflächen.</b>	<b>156</b>
9.1	Heizkörper.	156
9.1.1	Norm-Wärmeleistung.	156
9.1.2	Umrechnung der Wärmeleistung bei anderen als Normtemperaturen	158

## Inhaltsverzeichnis

9.1.3	Heizkörperbemessung in Zweirohrsystemen . . . . .	163
9.1.4	Heizkörperbemessung in Einrohrsystemen . . . . .	166
9.2	Niedertemperatur-Flächen, Fußbodenheizung . . . . .	173
9.2.1	Fußbodenheizung als System . . . . .	173
9.2.2	Wärmeleistung, Kennlinienfelder . . . . .	174
9.2.3	Auslegung . . . . .	180
<b>10.</b>	<b>Rohrnetz: Entwurf, Bemessung und Berechnung . . . . .</b>	<b>195</b>
10.1	Rohrmaterial und Rohrverbindungen . . . . .	195
10.2	Rohrplan . . . . .	197
10.3	Strangschema . . . . .	200
10.4	Ermittlung der Rohrweiten (Dimensionierung) . . . . .	204
10.4.1	Allgemeine Auslegungsgrundsätze; Zweirohrsysteme . . . . .	204
10.4.2	Berücksichtigung teilweise eingeschränkter Beheizung . . . . .	210
10.4.3	Einrohrheizungen . . . . .	210
10.4.4	Fußbodenheizungen . . . . .	211
10.5	Bemessung der Armaturen . . . . .	213
10.6	Auslegung von Regelarmaturen . . . . .	213
10.6.1	Heizkörper-Thermostatventile . . . . .	213
10.6.2	Sonstige Stellglieder . . . . .	224
10.7	Berechnung der Druckverluste . . . . .	225
10.7.1	Zweck der Druckverlustberechnung . . . . .	225
10.7.2	Praktische Durchführung (Nachrechnung) . . . . .	227
10.8	Kontrolle der Heizwasserverteilung, Ventilvoreinstellung . . . . .	237
<b>11.</b>	<b>Auswahl und Auslegung der Umwälzpumpe . . . . .</b>	<b>241</b>
11.1	Bauart, Drehzahl, Kennfeld . . . . .	241
11.2	Auswahl und Bemessung . . . . .	242
11.3	Mehrpumpen-Anlagen . . . . .	247
11.3.1	Regelzonen, Reservepumpen . . . . .	247
11.3.2	Parallelbetrieb . . . . .	247
<b>12.</b>	<b>Auswahl und Bemessung der sonstigen Anlagenteile . . . . .</b>	<b>249</b>
12.1	Brennstofflager . . . . .	249
12.2	Ausdehnungsgefäße . . . . .	252
12.2.1	Die Ausdehnung des Wassers . . . . .	252
12.2.2	Auslegung, Größe des Ausdehnungsgefäßes . . . . .	255
12.3	Sicherheits- und Ausdehnungsleitungen, Sicherheitsventile . . . . .	258
12.4	Brauchwasserspeicher . . . . .	260
12.5	Wärmedämmung der Rohrleitungen . . . . .	262
12.5.1	Auswahl der Wärmedämmung . . . . .	262
12.5.2	Dämmschichtdicken . . . . .	263
<b>13.</b>	<b>Materialzusammenstellung und Leistungsverzeichnis . . . . .</b>	<b>266</b>
13.1	Materialzusammenstellung (Massenauszug) . . . . .	266
13.2	Leistungsverzeichnis . . . . .	268

<b>14. Pläne</b> . . . . .	<b>270</b>
<b>Schrifttum</b> . . . . .	<b>273</b>
<b>Anmerkungen</b> . . . . .	<b>275</b>
<b>Anhang:</b>	
Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit . . . . .	293
Rechenwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten für Verglasungen, Fenster und Fenstertüren . . . . .	302
Wärmedurchlaßwiderstände von Decken . . . . .	305
Wärmedurchgangskoeffizienten für Außen- und Innentüren . . . . .	306
Rechenwerte für die Fugendurchlässigkeit von Bauteilen . . . . .	307
Außentemperaturen und Zuordnung zu „windstarker Gegend“ für Orte mit mehr als 20 000 Einwohnern . . . . .	308
Rechenwerte für Temperaturen in Nachbarräumen . . . . .	312
Rechenwerte für Temperaturen in nicht beheizten Treppenhäusern mit einer Außenwand . . . . .	313
Rechenwerte für Temperaturen in nicht beheizten Dachräumen und in der Luftschicht belüfteter Flachdächer . . . . .	314
Hauskenngrößen . . . . .	315
Raumkennzahlen . . . . .	315
Musterrechnungen zur Bauartschwere . . . . .	316
Arbeitsblätter (s. gesondertes Verzeichnis) . . . . .	330
Verordnung über energiesparende Anforderungen an heizungstechnische Anlagen und Brauchwasseranlagen (HeizAnlV; Auszug) . . . . .	370
Verordnung über Feuerungsanlagen und Heizräume (FeuV; Auszug) . . . . .	377
Bekanntmachung zum Vollzug der §§1 und 6 FeuV . . . . .	385
Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutz V; Auszug) . . . . .	387
<b>Stichwortverzeichnis</b> . . . . .	<b>398</b>