
Projektierung von Warmwasser- heizungen

von
Dipl.-Ing. Wolfgang Burkhardt
unter Mitarbeit von Dr. Roland Kraus

5., überarbeitete und aktualisierte Auflage

Mit 160 Bildern und 92 Tabellen

R. Oldenbourg Verlag München Wien 1997

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur ersten Auflage	3
Vorwort zur zweiten Auflage	5
Vorwort zur fünften Auflage	7
Verzeichnis der Tabellen und sonstigen Datenzusammenstellungen	15
Verzeichnis der Berechnungsbeispiele	17
Verzeichnis der Arbeitsblätter	19
Formelzeichen	20
Indizes (Fußzeiger)	22
1. Einleitung	23
2. Für die Projektbearbeitung benötigte Unterlagen	31
3. Die Arbeitsmethodik	35
3.1 Allgemeine Hinweise für die Projektarbeit	35
3.2 EDV-gestützte Projektierung	36
4. Auswahl der Heizsysteme und der Anlagenkomponenten	38
4.0 Anlagenkonzeption	38
4.1 Wärmeträger und Verteilungsart	39
4.1.0 Allgemeines	39
4.1.1 Verteilungsart und Rohrführung bei Nichtwohnbauten	48
4.2 Wärmeerzeuger	58
4.3 Brennstoff, Feuerung, Abgasanlage	62
4.3.1 Allgemeine Überlegungen	62
4.3.2 Spezial- oder Mehrstoffkessel ?	63
4.3.3 Brenner mit oder ohne Gebläse ?	64
4.3.4 Naturzugfeuerung oder Überdruckfeuerung ?	65
4.3.5 Einrichtungen zur Heizöl- und Gasversorgung	65
4.3.6 Abgasanlage, Schornstein	67
4.4 Alternative Energieträger	71
4.4.1 Überblick	71
4.4.2 Elektrische Energie, Speicherheizung	73
4.4.3 Elektrische Energie, Wärmepumpen	74
4.4.4 Sonnenenergie	80
4.4.5 Umgebungswärme	80

4.4.6	Fernwärme, Wärme aus Blockheizkraftwerken.....	81
4.4.7	Biogas, Abfallverbrennung, Erdwärme.....	85
4.5	Umweltschutz, Wirtschaftlichkeit.....	86
4.5.1	Umweltschutzanforderungen.....	86
4.5.2	Wirtschaftlichkeitsüberlegungen.....	93
4.6	Die Regelung der Warmwasserheizungen.....	97
4.6.1	Regelung der Raumheizeinrichtungen.....	100
4.6.2	Kesselregelung.....	110
4.6.3	Regelung und Steuerung der Brauchwassererwärmung.....	115
4.6.4	Pumpen- Regelung und -Steuerung.....	116
4.6.5	Weitere Gesichtspunkte bei der Wahl der Regelung.....	117
4.7	Meßgeräte.....	127
4.8	Armaturen, Ausdehnungsgefäß.....	128
4.9	Einrichtungen zur Erwärmung und Speicherung von Trink- und Betriebswasser.....	130
4.10	Sicherheitstechnik.....	132
4.10.1	Aufstellung des Wärmeerzeugers.....	132
4.10.2	Brennstofflagerung.....	134
4.10.3	Sicherheitstechnische Ausrüstung der Heizanlage.....	138
4.11	Wärmeschutz (Heizungsanlage).....	143
4.12	Wasseraufbereitung.....	143
4.12.1	Begriffe.....	143
4.12.2	Notwendigkeit der Wasseraufbereitung.....	143
5.	Die Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten.....	146
5.1	k-Wert und Wärmedurchgangswiderstand.....	146
5.2	Bauteile mit mehreren hintereinanderliegenden Schichten.....	149
5.3	Bauteile mit nebeneinanderliegenden Elementen.....	151
5.4	Bauteile mit eingeschlossenen Luftschichten.....	152
5.5	Fenster und Türen.....	154
5.6	Dächer.....	154
6.	Begrenzung der Wärmeverluste von Gebäuden nach der Wärmeschutzverordnung.....	155
6.1	Nachweis ausreichenden Wärmeschutzes.....	155
6.2	Sonstige Anforderungen.....	158
7.	Berechnung des Norm-Wärmebedarfs.....	159
7.1	Was ist der Normwärmebedarf?.....	159
7.2	Vorarbeiten zur Berechnung des Normwärmebedarfs.....	160
7.3	Berechnung des Norm-Transmissionswärmebedarfs.....	164

7.4	Transmissionswärmebedarf bei teilweise eingeschränkter Beheizung	174
7.5	Transmissionswärmebedarf erdangrenzender Bauteile	176
7.6	Der Norm-Lüftungswärmebedarf und seine Berechnung	182
7.6.0	Allgemeines	182
7.6.1	Berechnung des windbedingten Lüftungsbedarfs bei Gebäuden bis zu 10 m Höhe	184
7.6.2	Mindestluftwechsel und Mindest-Lüftungswärmebedarf	190
7.6.3	Lüftungswärmebedarf bei maschineller Lüftung	192
7.6.4	Lüftungswärmebedarf bei Gebäuden über 10 m Höhe	193
7.7	Norm-Gebäude-Wärmebedarf	200
7.8	Überschlägliche Berechnung des Wärmebedarfs	201
8.	Bemessung des Wärmeerzeugers	205
8.1	Heizkessel	205
8.1.1	Bemessung nach dem Norm-Gebäude-Wärmebedarf	205
8.1.2	Welcher Zuschlag für Trink- ("Brauch-") Wassererwärmung ist sinnvoll?	206
8.2	Umlauf-Gas-Wasserheizer	208
8.3	Wärmepumpen	209
8.3.1	Monovalente Wärmepumpen	209
8.3.2	Bivalente Wärmepumpen	209
8.4	Wärmeübertrager für Fernwärmeanschlüsse	212
9.	Bemessung der Raumheizeinrichtungen	214
9.1	Heizkörper	214
9.1.1	Norm-Wärmeleistung	214
9.1.2	Umrechnung der Wärmeleistung bei anderen als Normtemperaturen	217
9.1.3	Leistungsmindernde Einflüsse	220
9.1.4	Auslegungszuschlag nach DIN 4701 Teil 3	223
9.1.5	Heizkörperbemessung in Zweirohrsystemen	226
9.1.6	Heizkörperbemessung in Einrohrsystemen	234
9.2	Niedertemperatur-Flächen, Fußbodenheizung	241
9.2.1	Begriffe	241
9.2.2	Fußbodenheizung als System, Planungsgrundsätze	243
9.2.3	Wärmeleistung, Kennlinienfelder	247
9.2.4	Auslegung	255
9.2.5	Ergänzende Gesichtspunkte	266
10.	Rohrnetz: Entwurf, Bemessung und Berechnung	270
10.0	Begriffe	270
10.1	Rohrmaterial und Rohrverbindungen	274
10.2	Rohrplan	275

10.3	Strangschema	279
10.4	Ermittlung der Rohrweiten (Dimensionierung)	283
10.4.1	Allgemeine Auslegungsgrundsätze; Zweirohrsysteme	283
10.4.2	Berücksichtigung teilweise eingeschränkter Beheizung	289
10.4.3	Einrohrheizungen	290
10.4.4	Fußbodenheizungen	291
10.5	Bemessung der Armaturen	292
10.6	Auslegung von Regelarmaturen	292
10.6.0	Vorbemerkung	292
10.6.1	Heizkörper-Thermostatventile	293
10.6.2	Sonstige Stellglieder	304
10.7	Berechnung der Druckverluste	305
10.7.1	Umfang und Zweck der Druckverlustberechnung	305
10.7.2	Praktische Durchführung (Nachrechnung)	305
10.8	Hydraulischer Abgleich, Ventilvoreinstellung	317
11.	Auswahl und Auslegung der Umwälzpumpe	325
11.1	Pumpenbauarten	325
11.2	Kennfeld	329
11.3	Auswahl und Bemessung	332
11.4	Regelung und Steuerung	336
11.4.1	Regelung durch Drehzahländerung	336
11.4.2	Motorschutz	339
11.4.3	Anlauf- und Anfahrverhalten, Mindestdrehzahl	339
11.5	Mehrpumpen-Anlagen	340
11.5.1	Regelzonen, Reservepumpen	340
11.5.2	Parallelbetrieb	341
11.5.3	Konstruktive Anordnung	342
11.5.4	Kesselkreispumpen	343
11.5.4.0	Aufgaben und Begriffe	343
11.5.4.1	Beimischpumpen	344
11.5.4.2	Primärkreispumpen	353
11.5.4.3	Primärkreispumpen bei Mehrkesselanlagen	356
11.5.4.3	Kesselkreispumpen mit veränderlicher Drehzahl	357
11.6	Sonderprobleme	357
11.6.1	Der NPSH-Wert als Auslegungskriterium	357
11.6.2	Förderung von viskosen Fluiden	362
12.	Auswahl und Bemessung der sonstigen Anlagenteile	364
12.1	Brennstofflager	364
12.2	Ausdehnungsgefäße	367
12.2.1	Begriffe	367
12.2.2	Funktion, Anordnung und Einbau von Ausdehnungsgefäßen	369
12.2.2.1	Offene, hochliegende Gefäße	369
12.2.2.2	Membran-Druckausdehnungsgefäße	371

12.2.3	Auswahl und Bemessung	374
12.2.3.1	Auswahlkriterien für offene und geschlossene Ausdehnungsgefäße	374
12.2.3.2	Einflußgrößen für die Bemessung	374
12.2.3.3	Ermittlung des Anlageninhaltes	375
12.2.3.4	Ausdehnung des Wassers	378
12.2.3.5	Bestimmung der Gefäßgröße	379
12.2.4	Sicherheitsanforderungen	386
12.2.4.1	Anlagen mit offenem Ausdehnungsgefäß	386
12.2.4.2	Anlagen mit geschlossenem Ausdehnungsgefäß	386
12.3	Sicherheits- und Ausdehnungsleitungen, Sicherheitsventile	389
12.4	Brauchwasserspeicher	391
12.5	Wärmedämmung der Rohrleitungen	393
12.5.1	Auswahl der Wärmedämmung	393
12.5.2	Dämmschichtdicken	394
13.	Sanierungsprobleme bei Heizungsanlagen	397
13.0	Übersicht	397
13.1	Nachträglicher Einbau einer Warmwasserheizung	397
13.2	Sanierung vorhandener Heizanlagen	399
13.3	Bauphysikalische Gesichtspunkte der Sanierung	403
14.	Materialzusammenstellung und Leistungsverzeichnis	404
14.1	Materialzusammenstellung (Massenauszug)	404
14.2	Leistungsverzeichnis	405
15.	Pläne	408
	Anmerkungen	411
	Schrifttum	435
	Anhang:	
	Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit	445
	Rechenwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten für Verglasungen, Fenster und Fenstertüren	454
	Wärmedurchlaßwiderstände von Decken	457
	Wärmedurchgangskoeffizienten für Außen- und Innentüren	458
	Rechenwerte für die Fugendurchlässigkeit von Bauteilen	459
	Außentemperaturen und Zuordnung zu "windstarker Gegend" für Orte mit mehr als 20000 Einwohnern	460
	Rechenwerte für Temperaturen in Nachbarräumen	464
	Rechenwerte für Temperaturen in nichtbeheizten Treppenhäusern mit einer Außenwand	465

Rechenwerte für Temperaturen in nichtbeheizten Dachräumen und in der Luftschicht belüfteter Flachdächer	466
Hauskenngrößen	467
Raumkennzahlen	467
Musterrechnungen zur Bauartschwere	468
Arbeitsblätter (s. gesondertes Verzeichnis)	482
Verordnung über energiesparende Anforderungen an heizungstechnische Anlagen und Brauchwasseranlagen (HeizAnlV; Auszug)	528
Verordnung über Feuerungsanlagen und Heizräume (FeuV; Auszug)	535
Vollzug der §§ 1 und 6 FeuV; Aufstellung von Feuerstätten	542
Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (WärmeschutzV; Auszug)	545
Verordnung zur Neufassung der Ersten und Änderung der Vierten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (1. BImSchV - Kleinfeuerungsanlagenverordnung; Auszug)	556
Stichwortverzeichnis	563