

*Band 2*

# *Die Pumpen- Warmwasserheizung*

*Von Dipl.-Ing. Claus Ihle*

*Oberstudienrat an der Bundesfachschule  
für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik,  
Karlsruhe*

*3., neubearbeitete und erweiterte  
Auflage 1979*

*Werner-Verlag*

---

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	Seite X
Literaturhinweise .....	XI

### I Allgemeines – Energiefragen

<b>1 Entwicklung – Anforderungen – Systeme</b> .....	1
1.1 Geschichtliche Entwicklung der Heizungstechnik – Prognosen .....	1
1.2 Aufgaben und Anforderungen an eine Heizungsanlage – Auswahlkriterien .....	3
1.2.1 Anforderungen – Voraussetzungen für Planung und Auftrag .....	4
1.2.2 Einflußgrößen und Hinweise für Planung und Ausführung .....	5
1.3 Einteilung der Heizungssysteme .....	7
1.4 Zentralheizung im Altbau .....	11
1.4.1 Einbau von Neuanlagen im Altbau .....	13
1.4.2 Erneuerung vorhandener Anlagen .....	16
1.4.3 Gesetze – Finanzierungen .....	17
<b>2 Energiefragen – Energieeinsparung</b> .....	19
2.1 Energieprobleme – Entwicklungstendenzen .....	19
2.2 Maßnahmen zur Energieeinsparung .....	21
2.2.1 Energieeinsparungsgesetz .....	22
2.2.2 Sparmaßnahmen durch Änderung der Gewohnheiten .....	23
2.2.3 Wärmeschutzverordnung – Bauisolierung .....	25
2.2.4 Anlagenverordnung – Energieeinsparungsmaßnahmen .....	32
2.2.5 Betriebsverordnung .....	35
<b>3 Kostenfragen und Wirtschaftlichkeit</b> .....	37
3.1 Jahreswärme- und Jahresbrennstoffbedarf .....	37
3.1.1 Begriffsbestimmungen .....	37
3.1.2 Einflußgrößen auf den Brennstoffverbrauch .....	38
3.1.3 Berechnung des Brennstoffbedarfs .....	40
3.2 Verrechnung der Heizkosten .....	42
3.2.1 Heizkostenverteiler .....	43
3.2.2 Wärmemengenzähler .....	45
3.2.3 Andere Methoden zur Heizkostenerfassung .....	47
3.2.4 Kostenverrechnung für Brauchwasser .....	48
3.3 Wirtschaftlichkeitsberechnungen .....	49
3.3.1 Nutzungsdauer .....	49
3.3.2 Kostenarten und Kostenangaben .....	50
3.3.3 Hinweise zur Kostenaufstellung – Beispiel .....	52
3.3.4 Jahreskosten für die Brauchwassererwärmung – Wärmebedarf und Wirkungsgrad .....	53

### II Bauelemente – Heizraum – Geräuschfragen

<b>4 Wärmeentwickler und Zubehör – Feuerungstechnische Grundlagen</b> .....	55
4.1 Kesselarten und ihre Anwendung .....	55
4.2 Qualitätsmerkmale – Entwicklung – Wirtschaftlichkeit .....	73
4.2.1 Kenndaten – Anforderungen – Begriffe .....	73
4.2.2 Verluste und Wirkungsgrad – Auswahlhinweise .....	75
4.2.3 Tendenzen im Kesselbau .....	78
4.3 Heizkessel mit kombinierter Brauchwassererwärmung .....	81
4.3.1 Begriffe – Allgemeine Hinweise .....	81
4.3.2 Einteilung – Tendenzen .....	83
4.3.3 Energieeinsparungsmaßnahmen .....	86
<b>5 Heizkörper und Zubehör</b> .....	87
5.1 Tendenzen und allgemeine Anforderungen .....	87
5.2 DIN- und Röhrenradiatoren .....	89

5.2.1	DIN-Stahlradiatoren	89
5.2.2	DIN-Gußradiatoren	91
5.2.3	Röhrenheizkörper	92
5.3	Wärmeleistung – Heizkörperauswahl	93
5.3.1	Normwärmeleistung	93
5.3.2	Umrechnung der Wärmeleistung bei verschiedener Raum- und Heizmitteltemperatur – Heizkörperberechnung	94
5.3.3	Umrechnung der Wärmeleistung bei größeren Temperaturspreizungen	96
5.4	Plattenheizkörper und Flachradiatoren	96
5.5	Sonderradiatoren	100
5.6	Konvektoren	102
5.6.1	Anwendung – Berechnung – Montage – Sonderformen	103
5.6.2	Unterflurkonvektoren	108
5.6.3	Sockelkonvektoren	110
5.7	Rohrheizkörper	111
5.8	Heizkörperzubehör	112
5.9	Niedertemperaturheizung	113
<b>6</b>	<b>Rohrleitung – Rohrmontage – Isolierung</b>	<b>114</b>
6.1	Rohrarten – Rohrverbindungen	114
6.1.1	DIN-Blätter	114
6.1.2	Nennweite – Nenndruck	115
6.1.3	Gewinde- und Siederohre	115
6.1.4	Präzisionsstahlrohre	121
6.1.5	Die Kupferrohrinstallation	123
6.1.6	Kunststoffrohre	127
6.2	Wärmeausdehnung von Rohrleitungen	128
6.2.1	Rohrdehnungsausgleicher	129
6.2.2	Kompensatoren	130
6.3	Rohrisolierungen	133
<b>7</b>	<b>Sicherheitstechnische Ausrüstungen – Ausdehnungsgefäße – Entlüftung</b>	<b>137</b>
7.1	Offene Warmwasserheizungen	137
7.1.1	Offenes Ausdehnungsgefäß	137
7.1.2	Sicherheitstechnische Anforderungen – Schaltbilder und Planungshinweise	138
7.2	Die geschlossene Warmwasserheizung	141
7.3	Ausdehnungsgefäße für geschlossene Anlagen	142
7.3.1	Wirkungsweise und Auswahl von Membranausdehnungsgefäßen	142
7.3.2	Druckbehälter für größere Anlagen – Sonderbauarten	147
7.3.3	Ausdehnungsgefäße für geschlossene Anlagen nach DIN 4751, Teil 1	149
7.4	Sicherheitstechnische Maßnahmen bei geschlossenen Anlagen – Schaltbilder	150
7.4.1	Vorschriften – DIN Blätter	150
7.4.2	Allgemeine Anforderungen – Absicherungsarten	151
7.4.3	Direktbeheizte geschlossene Anlagen bis 350 kW und 1,5 bar nach DIN 4751, Teil 2	153
7.4.4	Direktbeheizte Anlagen über 350 kW und über 1,5 bar – DIN 4751, Teil 4	155
7.4.5	Direktbeheizte Anlagen mit festen Brennstoffen	156
7.4.6	Indirektbeheizte Wasserheizungsanlagen bis 110 °C	157
7.4.7	DIN 4751, Teil 3	157
7.5	Armaturen und Geräte in geschlossenen Anlagen	160
7.5.1	Regler – Wächter – Begrenzer	160
7.5.2	Sicherheitsventile	161
7.5.3	Wassermangelsicherung	162
7.5.4	Füllarmatur – Nachfüllautomat	163

7.6	Störungen bei geschlossenen Anlagen und ihre Behebung – Inbetriebnahme	164
7.7	Entlüftung von Warmwasserheizungen	166
7.7.1	Luftprobleme – Entlüftungshinweise	166
7.7.2	Selbsttätige Entlüftung – Entlüftungsarmaturen	168
<b>8</b>	<b>Heizraum – Schornstein – Öllagerung</b>	<b>173</b>
8.1	Planung und Ausführung von Heizräumen	174
8.1.1	Standortwahl – Grundbedingungen – Beispiele	174
8.1.2	Bauliche Anforderungen an Heizräume	175
8.1.3	Aufstellung von Feuerstätten (> 50 kW) in anderen Räumen als Heizräumen	177
8.2	Dachheizzentralen	178
8.2.1	Vorteile – Anwendungsfälle	179
8.2.2	Nachteile und Probleme	179
8.2.3	Hinweise für Planung und Ausführung von Dachheizzentralen	180
8.3	Schornstein und Fuchs	182
8.3.1	Allgemeine Grundlagen und Bauformen	182
8.3.2	Schornsteinprobleme – Anforderungen	185
8.3.3	Schornsteindimensionierung – Auswahlbeispiele	187
8.3.4	Abgaskanal (Fuchs)	189
8.4	Öllagerung	189
8.4.1	Möglichkeiten der Öllagerung – Tankarten	190
8.4.2	Vorschriftengebung für Heizöllagerung	195
<b>9</b>	<b>Geräuschursachen in Heizungsanlagen und deren Behebung</b>	<b>197</b>
9.1	Wichtige Grundbegriffe und deren Bedeutung	197
9.2	Geräuschübertragung vom Heizraum	202
9.2.1	Lage des Heizraumes	202
9.2.2	Ausführung der Wände und Wandöffnungen – Schalldämpfer	202
9.2.3	Heizraum und Kesselfundament	203
9.3	Geräuschübertragung durch den Schornstein	203
9.4	Geräuschübertragung durch den Kessel	204
9.4.1	Kesselaufstellung	204
9.4.2	Leistungsanschlüsse	205
9.4.3	Schallisolation des Rauchrohrs	205
9.4.4	Heizkessel als Resonator	206
9.5	Geräusche durch den Brenner	206
9.5.1	Strömungsgeräusche	207
9.5.2	Verbrennungsgeräusche	208
9.5.3	Niederfrequente Schwindungen	208
9.6	Geräusche in der Anlage (außerhalb des Kessels)	209
9.6.1	Pumpengeräusche	209
9.6.2	Leistungs- und Armaturengeräusche	210
9.7	Vorschriften	212

### III Pumpe und Netz – Rohrnetzberechnung – Regelung

<b>10</b>	<b>Pumpe und Rohrnetz</b>	<b>213</b>
10.1	Pumpenarten – Einbau und Betrieb	213
10.1.1	Aufbau der Umwälzpumpe	213
10.1.2	Pumpenvarianten und Zubehör	215
10.1.3	Auswahlkriterien – Anwendung – Tendenzen	219
10.1.4	Hinweise für Eigenbau und Wartung	220
10.2	Pumpenkenndaten – Pumpenkennlinie	221
10.2.1	Pumpenkenndaten	221
10.2.2	Pumpenkennlinie	223
10.2.3	Kennlinienänderung – Verstellbare und regelbare Pumpen	224
10.3	Die Rohrnetzkenlinie	226

10.4	Betriebspunkt – Betriebsverhalten – Pumpenauswahl . . . . .	228
10.5	Zwei Pumpen in einem Stromkreis . . . . .	233
10.5.1	Parallelschaltung von zwei Pumpen . . . . .	234
10.5.2	Serienschaltung von zwei Pumpen . . . . .	235
10.6	Eine Pumpe für mehrere Stromkreise . . . . .	236
10.7	Brauchwasserpumpen . . . . .	238
10.8	Kavitation – NPSH-Wert . . . . .	240
<b>11</b>	<b>Rohrnetzrechnung einer PWW- Zweirohranlage – Projektierung und Planung . . . . .</b>	<b>242</b>
11.1	Druckverluste im Rohrnetz . . . . .	243
11.1.1	Druckverlust in geraden Rohrleitungen . . . . .	243
11.1.2	Druckverlust durch Einzelwiderstände . . . . .	245
11.1.3	Gesamtdruckverlust – R-Wert und Rohrnetztabellen . . . . .	249
11.2	Berechnungsmethoden bei der Zweirohranlage . . . . .	250
11.2.1	Allgemeine Berechnungskriterien . . . . .	250
11.2.2	Berechnung nach Annahme eines Druckgefälles . . . . .	251
11.2.3	Berechnung nach der Geschwindigkeitsannahme . . . . .	253
11.2.4	Rohrnetzrechnung nach vorhandener Pumpe . . . . .	254
11.2.5	Tichelmannsches Rohrsystem . . . . .	254
11.3	Projektierung und Berechnung einer Zweirohranlage . . . . .	254
11.3.1	Allgemeine Projektierungshinweise . . . . .	255
11.3.2	Grundriß und Strangschema . . . . .	255
11.3.3	Übungsbeispiel (Projekt) . . . . .	258
11.3.4	Einregulierung einer Anlage . . . . .	266
11.3.5	Schwerkrafteinfluß bei Pumpenheizungen . . . . .	267
11.4	Druckverteilung im Rohrnetz – Nullpunkt . . . . .	269
11.4.1	Druckverteilung bei Pumpeneinbau im Vorlauf . . . . .	269
11.4.2	Druckverteilung bei Pumpeneinbau im Rücklauf . . . . .	270
11.4.3	Druckverteilung in geschlossenen Anlagen mit Membranausdehnungsgefäß . . . . .	270
<b>12</b>	<b>Heizungsregelung – Hydraulische Schaltungen – Regelventile . . . . .</b>	<b>271</b>
12.1	Regelungstechnische Grundlagen – Regelkreise . . . . .	271
12.1.1	Grundgrößen der Regelungstechnik . . . . .	271
12.1.2	Reglerarten und Begriffe . . . . .	274
12.1.3	Temperaturregelkreise . . . . .	279
12.1.3.1	Kesseltemperaturregelung – Kesselfolgeschaltung . . . . .	279
12.1.3.2	Vorlauftemperaturregelung . . . . .	282
12.1.3.3	Raumtemperaturregelung . . . . .	285
12.1.4	Rücklauftemperaturerhöhung – Kesselbeimischpumpe . . . . .	287
12.2	Regelventile – Ventilauswahl . . . . .	289
12.2.1	Ventilarten – Kenndaten . . . . .	290
12.2.2	Fragen zur Ventilauswahl . . . . .	290
12.2.3	Dreiwegeventile . . . . .	294
12.2.4	Vierwegemischventile . . . . .	295
12.2.5	Durchgangsventile . . . . .	298
12.3	Hydraulische Schaltungen – Gruppenregelungen . . . . .	298
12.3.1	Misch- und Verteilschaltung (Grundsaltungen) . . . . .	299
12.3.2	Verteilerstation: Beimischregelung ohne Hauptpumpe . . . . .	300
12.3.3	Beimischregelung mit Hauptpumpe . . . . .	303
12.3.4	Beimischschaltung mit fester Vormischung . . . . .	304
12.3.5	Verteilerstation mit Hauptpumpe ohne Bypass-Einspritzschaltung . . . . .	306
12.4	Heizkörperthermostatventile – Überströmventile . . . . .	307
12.4.1	Wirkungsweise und Ausführungsarten . . . . .	308
12.4.2	Hinweise für Planung . . . . .	310
12.4.3	Differenzdrucküberströmventile . . . . .	312
<b>13</b>	<b>Die Einrohrheizung . . . . .</b>	<b>314</b>
13.1	Überblick – Anwendung – Montage . . . . .	314
13.2	Waagerechte Einrohrheizungen im Zwangsdurchlaufsystem . . . . .	316

13.2.1	Merkmale und Ausführungsvarianten	316
13.2.2	Berechnungsgrundlagen und -beispiele	318
13.3	Waagerechte Einrohrheizungen im Nebenschlußsystem	321
13.3.1	Merkmale des Nebenschlußsystems	321
13.3.2	Allgemeine Berechnungs- und Planungsgrundlagen	321
13.3.2.1	Mischtemperatur – Temperaturspreizung – Wärmeleistung	322
13.3.2.2	Druckverluste – Wasseraufteilung	323
13.3.3	Spezialarmaturen für die Einrohranlagen	325
13.3.4	Berechnungsvarianten – Berechnungsbeispiele	327
13.4	Die senkrechte Einrohrheizung	332

#### **IV Spezielle Warmwasserheizungen**

<b>14</b>	<b>Neuartige Heizsysteme – Spezielle Beheizungsaufgaben</b>	<b>333</b>
14.1	Neue Technologien	333
14.1.1	Bi- und multivalente Systeme	333
14.1.2	Niedertemperatursysteme	334
14.1.3	Wärmepumpenheizung	336
14.1.4	Sonnenheizungsanlagen	351
14.1.5	Wärmerückgewinnungsanlagen	364
14.2	Flächenheizungen	366
14.2.1	Fußbodenheizung	366
14.2.2	Deckenstrahlungsheizung	378
14.3	Elektroheizungen	379
14.3.1	Beheizungsarten – Überblick	379
14.3.2	Elektro-Pumpenwarmwasserheizung	381
14.4	Fernheizung	382
14.4.1	Merkmale und Planungshinweise	382
14.4.2	Übergabestationen	385
14.5	Schwimmbadheizung	386
14.5.1	Raumheizung	387
14.5.2	Beckenbeheizung	387
<b>V</b>	<b>Wiederholungs- und Prüfungsaufgaben</b>	<b>390</b>
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>411</b>