

Knut Hakansson

Handbuch der Fernwärmepraxis

**Grundlagen für Planung, Bau und Betrieb
von Fernheizwerken**

von Ing. (grad.) Knut Hakansson unter
redaktioneller Mitarbeit von Dipl.-Ing. Joh. Kentmann



VULKAN-VERLAG ESSEN

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
-------------------	---

I Allgemeine Fragen der Fernwärmeversorgung

1.1. Fernwärme als Versorgungsaufgabe.	1
1.2. Reinhaltung von Wasser und Luft	3
1.3. Allgemeine Rechtsgrundlagen der Fernwärmeversorgung	9
1.4. Stand der Fernwärmeversorgung in Deutschland.	14

II Wärmebedarf

2.1. Wärmebedarf allgemein.*	15
2.1.1. Anschlußwert	17
2.1.2. Einzelhäuser.	18
2.1.3. Wohnblöcke.	19
2.1.4. Wohngruppen.	21
2.1.5. Öffentliche Gebäude.	22
2.1.6. Gewerbe-und Industriegebäude.	23
2.2. Benutzungsdauer.	25
2.3. Gleichzeitigkeitsfaktor.	27
2.4. Wärmedämmung	28

III Fernwärmeversorgungsanlagen

3.1.	Heizkraftwerke	33
3.2.	Fernheizwerke	36
3.3.	Blockstationen	37
3.4.	Mobile Heizstationen	38
3.5.	Sonderbauarten	39
3.6.	Brennstoffe für Heizwerke	39
3.6.1.	Kohle	40
3.6.1.1.	Brennstofflager für Kohle	42
3.6.1.2.	Verbrennungseinrichtungen	43
3.6.1.3.	Verbrennung und Verbrennungseigenschaften der Kohle	43
3.6.2.	Heizöle	45
3.6.2.1.	Heizöllager	46
3.6.2.2.	Zubehörteile für Ölfeuerung	52
3.6.2.3.	Verbrennungseinrichtungen und Brenner	55
3.6.2.4.	Verbrennungseigenschaften — Vergleich Öl—Kohle	55
3.6.3.	Gase	56
3.6.3.1.	Gaserzeugungsanlagen	57
3.6.3.2.	Gasbrenner	59
3.6.3.3.	Gasverbrennung	61
3.7.	Planung und Bau von Fernwärmeversorgungsanlagen	62
3.7.1.	Standortwahl	62
3.7.2.	Gebäude	65
3.7.3.	Betriebsweise	68
3.7.4.	Kessel	71
3.7.5.	Schornsteine	76
3.7.6.	Überwachung	81
3.7.7.	Regelung	83
3.7.8.	Umwälzpumpen	84
3.7.9.	Druckhaltung und Wasserausdehnung	94
3.7.10.	Sicherheitsbestimmungen	97
3.7.10.1.	Sicherheitstechnische Anforderung an Niederdruckdampfzeuger (DIN 4750)	97
3.7.10.2.	Warmwasserheizungen nach DIN 4751	97
3.7.10.3.	Sicherheitstechnische Ausrüstung von Heißwasser- heizungen mit Vorlauftemperatur über 110 °C nach DIN 4752	104
3.7.11.	Aufbereitung von Speisewasser und Umlaufwasser	113
3.7.12.	Wärmeträger	116

IV Verteilungsnetze

4.1.	Trassenführung	119
4.2.	Netzsysteme	122
4.2.1.	Einleitersystem	124
4.2.2.	Zweleitersystem	124
4.2.3.	Dreitersystem	125
4.2.4.	Vierleitersystem	126
4.2.5.	Dampfnetze	127
4.2.6.	Heißwassernetze	128
4.3.	Betriebsweise	129
4.4.	Netzunterregelung	133
4.5.	Rohrnetzberechnung	134
4.5.1.	Rohrdimensionierung und Netzauslegung	135
4.5.2.	Druckverluste	139
4.5.3.	Rohrdehnung und Festpunktbelastung	142
4.5.4.	Wanddicke	145
4.5.5.	Belastungen der Leitungen	146
4.6.	Rohrleitungen, Material und Zubehör	147
4.6.1.	Stahlrohrleitungen	147
4.6.2.	Kunststoffrohrleitungen	148
4.6.3.	Rohrformstücke	149
4.6.4.	Verbindungen	149
4.6.5.	Unterstützungen — Lager — Führungen — Aufhängungen	150
4.6.6.	Festpunkte	154
4.6.7.	Dehnungsausgleicher	157
4.6.8.	Absperrarmaturen	160
4.6.9.	Entlüftungs- und Entleerungseinrichtungen	162
4.6.10.	Schächte und Gruben	162
4.6.11.	Druckerhöhungsanlagen	163
4.7.	Bauarten der Verteilernetze	165
4.7.1.	Kanalbauarten	165
4.7.2.	Kanalfreie Verlegung	168
4.7.3.	Korrosionsschutz erdverlegter Leitungen	171
4.8.	Wärmeschutz	171
4.8.1.	Anforderungen an den Wärmeschutz	171
4.8.2.	Materialien zur Wärmedämmung	172
4.8.3.	Wärmeverlust und Isolierdicke	173
4.8.4.	Isolierverfahren bei kanalfreier Verlegung von Fernheizleitungen	177

4.8.4.1.	Erfordernisse der Trassierung von Fernheizleitungen bei kanalfreier Verlegung	177
4.8.4.2.	Festblockverfahren	179
4.8.4.2.1.	Hartmantel-Bitumenisolierung	185
4.8.4.3.	Schüttverfahren	185
4.8.4.3.1.	Trockenschüttverfahren - unverändert ohne Vorisolierung	186
4.8.4.3.2.	Trockenschüttverfahren mit Vorisolierung - unverändert	189
4.8.4.3.3.	Trockenschüttverfahren ohne Vorisolierung — sinternd	189
4.8.4.4.	Mantelrohrverfahren	190
4.8.4.4.1.	Mantelrohrverfahren mit Luftringraum	190
4.8.4.4.2.	Mantelrohrverfahren ohne Luftringraum	196
4.9.	Montage und Inbetriebnahme von Rohrleitungen	204
4.10.	Netzbaukosten	206
4.11.	Grundbuchrechtliche Sicherung der Leitungsnetze	208

V Übergabestation und Abnehmeranlagen

5.1.	Allgemeine Hinweise für Übergabestationen und Hausanschluß	209
5.2.	Übergabestationen für Dampfnetze	212
5.2.1.	Übergabestationen für Dampfnetze mit direktem Anschluß	212
5.2.2.	Übergabestationen für Dampf netze mit indirektem Anschluß.....	213
5.2.3.	Kondensatableitung	213
5.2.3.1.	Offene Kondensatableitung	215
5.2.3.2.	Geschlossene Kondensatableitung	217
5.3.	Übergabestationen für Heißwassernetze	217
5.3.1.	Übergabestationen in Heißwassernetzen (Zweileitersystem).	217
5.3.2.	Übergabestationen in Heißwassernetzen (Anschluß von Mehrleitersystemen).	219
5.4.	Sicherheitstechnische Bestimmungen für Abnehmeranlagen	220
5.5.	Abnehmeranlagen bei Dampfnetzen	230
5.5.1.	Anlagen mit direkter Abnahme	230
5.5.2.	Anlagen mit indirekter Abnahme	231
5.6.	Abnehmeranlagen bei Heißwassernetzen	233
5.6.1.	Anlagen mit direkter Abnahme	233
5.6.2.	Anlagen mit indirekter Abnahme	235
5.7.	Brauchwasserbereitung	237
5.7.1.	Technische Bestimmungen	237
5.7.2.	Auslegung der Brauchwasserbereiter	239

5.7.3.	Systeme der Brauchwasserbereiter.	241
5.7.3.1.	Speichersysteme.	241
5.7.3.2.	Durchlaufsysteme.	243
5.7.3.3.	Sonderformen bei der Brauchwasserbereitung.	245
5.7.3.4.	Brauchwasserverteilung.	247
5.8.	Regelung.	249
5.8.1.	Regelung in Dampfnetzen.	252
5.8.1.1.	Regelung bei Dampfeintritt.	252
5.8.1.2.	Regelung in der Kondensatableitung.	255
5.8.2.	Regelung in Heißwassernetzen.	256
5.8.2.1.	Regelung in der Übergabestation.	257
5.8.2.2.	Regelung in Abnehmeranlagen mit direkter Abnahme.	259
5.8.2.3.	Regelung in Abnehmeranlagen mit indirekter Abnahme.	261
5.8.2.4.	Regelung des Abnehmerkreislaufes bei Heizkörperregelung.	263
5.8.3.	Regelorgane.	264
5.8.3.1.	Mechanische Temperaturregler.	265
5.8.3.2.	Druckbegrenzer.	267
5.8.3.3.	Überströmventile.	267
5.8.3.4.	Differenzdruckregler.	268
5.8.3.5.	Mengenbegrenzer.	268
5.8.3.6.	Magnetventile.	271
5.8.3.7.	Motorenventile als Regelorgane.	271
5.8.3.8.	Motorenventile als Mischer.	272
5.8.3.9.	Temperaturbegrenzer.	273
5.8.3.10.	Heizkörperabsperrentile.	273
5.8.3.11.	Schmutzfänger.	275
5.8.3.12.	Elektronische Heizungsregler.	275
5.9.	Auslegung von Ventilen.	275

VI Wärmezählung und Wärmeverteilung

6.1.	Rechtliche Voraussetzungen.	285
6.1.1.	Technische Grundlagen der Wärmemengenmessung.	287
6.2.	Wärmemengenmessung in Dampfnetzen.	291
6.2.1.	Dampfmengenmeßeinrichtungen.	292
6.2.2.	Kondensatzähler.	295
6.3.	Mengenmessung in Heißwassernetzen.	296
6.3.1.	Heißwasserzähler.	296

6.3.1.1.	Flügelradzähler	296
6.3.1.2.	Woltmannzähler	299
6.3.1.3.	Sonderzähler	303
6.3.2.	Mechanische Wärmemengenzähler	303
6.3.2.1.	Mechanische Wärmemengenzähler mit quecksilbergefüllten Temperaturfühlern	303
6.3.2.2.	Mechanische Wärmemengenzähler mit Bimetallfedern	308
6.3.3.	Elektrische Wärmemengenzähler	309
6.3.4.	Elektronische Wärmemengenzähler	310
6.3.5.	Mechanische Wärmemengenzähler für große Durchflußmengen	311
6.3.5.1.	Wärmemengenzähler für stark schwankende Belastung	313
6.4.	Meßgeräte zur Spitzenmessung	313
6.5.	Verteilung der Heizkosten	315
6.5.1.	Rechtsgrundlagen für die Heizkostenverteilung	316
6.5.2.	Pauschale Abrechnung	318
6.5.3.	Heizkostenabrechnung nach der Wohnfläche	319
6.5.4.	Heizkostenabrechnung nach dem Rauminhalt	319
6.5.5.	Heizkostenabrechnung nach der Heizfläche	320
6.5.6.	Heizkostenabrechnung mit Ersatzmeßverfahren	320
6.5.7.	Heizkostenabrechnung mit Hilfe von Wärmemengenzählern	322
6.5.8.	Sonstige Verfahren zur Heizkostenaufteilung	323
6.5.9.	Aufteilung der Brauchwasserkosten	324
6.5.10.	Heizkostenabrechnung	324

VII Tarifgestaltung und Wärmelieferungsvertrag

7.1.	Rechtliche Grundlagen für die Wärmelieferung	327
7.2.	Tarifgestaltung	329
7.2.1.	Mengentarif	330
7.2.2.	Staffeltarif	331
7.2.3.	Zonentarif	331
7.2.4.	Pauschaltarif	332
7.2.5.	Arbeits- und Leistungspreistarif	333
7.2.6.	Arbeits- und Grundpreistarif	333
7.2.7.	Zähler- und Meßgebühr	334
7.3.	Wärmelieferungsvertrag (Muster)	334
7.4.	Allgemeine Bedingungen für die Lieferung von Wärme	343
7.5.	Technische Bedingungen für den Anschluß an das Heiznetz	348

7.6.	Satzung für Anschluß- und Benutzungszwang (Muster)	350
7.7.	Beitrags- und Gebührensatzung (Muster)	355
7.8.	Satzung über technische Einzelheiten	360

VIII Unternehmensformen

8.1.	Kommunalbetriebe	365
8.2.	Privatbetriebe	368
8.3.	Umwandlung der Rechtsformen	368
8.4.	Steuerfragen	369
8.5.	Versicherungsfragen	370
8.5.1.	Gebäudeversicherung	370
8.5.2.	Maschinenversicherung	371
8.5.3.	Betriebsversicherung	372
8.5.4.	Sonstige Versicherungen	374

IX Betriebskosten, Wirtschaftlichkeit und Finanzierung

9.1.	Betriebskostenfaktoren	376
9.2.	Wirtschaftspläne der kommunalen Betriebe	378
9.3.	Ermittlung der Kostenarten	380
9.3.1.	Betriebskosten und Betriebsaufwand im Fernheizwerk	380
9.3.1.1.	Brennstoffkosten	392
9.3.1.2.	Bedienungskosten	393
9.3.1.3.	Energiekosten	394
9.3.1.4.	Wasser	394
9.3.1.5.	Reparaturkosten und Restaufwand	394
9.3.1.6.	Kosten durch Wärmeverluste	396
9.3.2.	Geschäftsaufwand	396
9.3.3.	Finanzaufwand	396
9.3.3.1.	Kapitalaufwand	397
9.3.3.2.	Abschreibung	397
9.3.3.3.	Kapitalrisiko	402
9.3.3.4.	Erneuerung und Instandhaltung	403
9.3.3.5.	Steuern und sonstige Abgaben	403
9.3.4.	Selbstkostenrechnung	403
9.4.	Ermittlung des jährlichen Wärmebedarfs für ein Versorgungsgebiet	404

9.5.	Berechnungsbeispiele für Heizwerke	406
9.5.1.	Heizwerk für eine Leistung von 5 Gcal/h	408
9.5.2.	Heizwerk für eine Leistung von 24 Gcal/h	416
9.6.	Heizkostenvergleich	437

X Gesetze, Normen, Vorschriften

10.1.	DIN-Normen	443
10.1.1.	Verdingungsordnung	443
10.1.2.	Berechnungsgrundlagen für Heizungsanlagen	444
10.1.3.	Rohrleitungen und Zubehör.	444
10.1.3.1.	Grundnormen.	444
10.1.3.2.	Technische Lieferbedingungen für Rohre und Rohrleitungsteile.	444
10.1.3.3.	Rohre aus Stahl	445
10.1.3.4.	Fittings	445
10.1.3.5.	Flansche	445
10.1.3.6.	Rohrverschraubungen	446
10.1.3.7.	Rohrbogen	446
10.1.3.8.	Dichtungen, Schrauben, Halterungen	446
10.1.3.9.	Hinweisschilder.	446
10.1.4.	Armaturen	447
10.1.5.	Planzeichen — Sinnbilder — Begriffserklärungen.	447
10.1.6.	Werkstoffe	448
10.1.7.	Brennstoffe.	448
10.1.8.	Sicherheitsvorschriften.	448
10.1.9.	Ölbrenner.	449
10.1.10.	Heizöllagerung — Behälter flüssiger Mineralölprodukte.	449
10.1.11.	Gasfeuerung.	449
10.1.12.	Gasbehälter.	450
10.1.13.	Schornsteine.	450
10.1.14.	Wasserversorgung — Wasserbereitung	450
10.1.15.	Lüftung - Luftschächte.	450
10.1.16.	Gruben-und Schachtabdeckungen.	451
10.1.17.	Abwasseranlagen — Leitungen	451
10.2.	VDI-, VDI/VDE-und VDE-Richtlinien	451
10.2.1.	VDI-Richtlinien	451
10.2.2.	DIN-Normen/VDI-Richtlinien	452
10.2.3.	VDI/VDE-Richtlinien	453

10.2.4.	VDE-Bestimmungen	453
10.3.	Technische Regeln für Dampfkessel (TRD).	454
10.4.	Sicherheitstechnische Richtlinien (SR).	456
10.5.	Merkblätter für Stahlverwendung	456
10.6.	Merkblätter der VGB.	457
10.6.1.	Verzeichnis der VGB-Merkblätter.	457
10.6.2.	Verzeichnis von VGB-Merkblättern.	457
10.7.	Merkblätter der Vereinigung der technischen Überwachungsvereine . . .	458
10.7.1.	Dampfkessel.	458
10.7.2.	Speisewasser.	458
10.7.3.	Bauteilgeprüfte Sicherheitsventile.	458
10.7.4.	Bauteilgeprüfte Temperaturregler,-Begrenzer.	459
10.7.5.	Bauteilgeprüfte Wasserstandsbegrenzer,-Regler.	459
10.7.6.	Druckbehälter.	459
10.8.	DVGW-Regelwerke.	459
10.8.1.	DVGW-Regelwerk - Gas.	459
10.8.2.	DVGW-Regelwerk - Wasser.	461
10.9.	Überwachungsämter und Organisationen (Vereine).	462
10.9.1.	Staatliche Überwachung	462
10.9.2.	Technische Überwachungsvereine.	462
10.10.	Gesetze, Verordnungen, Erlasse, Dampfkessel, Ölfeuerungen, Heizräume usw.	462
10.10.1.	Dampfkessel.	462
10.10.1.1.	Dampfkessel-Verordnungen — Bund.	462
10.10.1.2.	Dampfkessel-Verordnungen — Länder.	463
10.10.1.3.	Behördenzuständigkeit für Erlaubnis, Zulassung und Überwachung . . .	464
10.10.2.	Feuerungsanlagen, Heizräume.	465
10.10.2.1.	Feuerungsanlagen, Heizräume - Bund.	465
10.10.2.2.	Feuerungsanlagen, Heizräume — Länder.	465
10.11.	Betriebsvorschriften für Kesselwärter — Ausbildung	472
10.11.1.	Betriebsvorschriften - Bund.	472
10.11.2.	Betriebsvorschriften - Länder.	473
10.12.	Gesetze zur Reinerhaltung der Luft	473
10.12.1.	Luftreinhaltung - Bund	473
10.12.2.	Luftreinhaltung - Länder.	474
10.13.	Gesetze zur Reinhaltung der Gewässer.	476
10.13.1.	Gewässerreinhaltung - Bund	476
10.13.2.	Gewässerreinhaltung - Ländervorschriften.	477
10.14.	Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF).	480

10.15.	Verordnungen, Bestimmungen und Erlasse des Bundes und der Länder über Heizöllagerung	480
10.16.	Gemeindefirtschaftsrecht —Wirtschaftsrecht	484
10.16.1.	Eigenbetriebsverordnungen, Eigenbetrieb, EBG-Gesetze.	484
10.16.2.	Gemeindehaushaltsverordnungen (GemHVO).	486
10.16.3.	Kassen-und Rechtsverordnungen.	486
10.16.4.	Handelsrecht	487
10.16.5.	Steuerrecht	487
10.17.	Energierecht	488
10.17.1.	Energierechtsrecht	488
10.17.2.	Beratungserlasse, Erlasse zur wirtschaftlichen Betätigung der Gemeinden	488
10.17.3.	Preis- und Tarifrecht	489
10.17.4.	Anschluß und Benutzungszwang für Fernheizung	489
10.18.	Unfallverhütungsvorschriften.	490
10.19.	Sonstige Bestimmungen.	491
10.19.1.	Gesetze, Verordnungen.	491
10.19.2.	Vorschriften, Empfehlungen.	492
10.20.	Übersicht zu den Hinweisen für die Anwendung von VOB und VOL	492
XI Schrifttum		495
XII Stichwortverzeichnis		501
Firmenverzeichnis zum Anzeigenteil		A 70
Bezugsquellenverzeichnis, Bau und Betrieb von Fernheizwerken		A 81