

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort.....	5
Vorwort.....	9
Vorwort zur 2. Auflage	10
Einleitung.....	17
1 Grundlagen der Wärmepumpenheizungsanlagen.....	21
1.1 Hauptkomponenten einer Wärmepumpenanlage.....	21
1.2 Arbeitsprinzip der Wärmepumpe.....	21
1.3 Das Wichtigste über den Kältekreislauf einer Wärmepumpe	24
1.3.1 Aufbau und Funktion der wichtigsten Bauteile im Kältekreis.....	24
1.3.2 Das Wichtigste über Kältemittel in Wärmepumpen	29
1.4 Warum wird von einem Wärmepumpensystem gesprochen?	31
1.5 Definition und Bedeutung von Leistungszahl und Arbeitszahl.....	32
1.6 Allgemeine Einflussfaktoren auf die Jahresarbeitszahl.....	40
1.7 Wie lassen sich Effizienz und Effektivität einer Wärmepumpenanlage in der Praxis ermitteln?.....	41
2 Elektrisch betriebene Wärmepumpen	43
2.1 Betriebsweisen von Wärmepumpenanlagen	43
2.1.1 Monovalente Betriebsweise	43
2.1.2 Monoenergetische Betriebsweise	43
2.1.3 Bivalente Betriebsweise.....	43
2.2 Arten elektrisch betriebener Wärmepumpen.....	44
2.2.1 Luftwärmepumpen	44
2.2.1.1 Luft/Wasser-Wärmepumpe in Kompaktbauweise.....	47
2.2.1.2 Luft-Split-Wärmepumpen	49
2.2.1.3 Luft/Wasser-Wärmepumpen mit Split-Sole-Wärmeübertrager.....	49
2.2.1.4 Luft/Luft-Wärmepumpe.....	51
2.2.2 Sole/Wasser-Wärmepumpe.....	51
2.2.3 Wasser/Wasser-Wärmepumpen.....	51

2.2.4	Sonderbauformen von Wärmepumpen	52
2.2.4.1	Wärmepumpen mit Direktverdampfung und Direktkondensation	52
2.2.4.2	Hybridwärmepumpen	53
2.2.4.3	Wärmepumpen mit mehreren Wärmequellen	54
2.2.4.4	Wärmepumpen mit Eisspeicher	55
2.2.4.5	Hochtemperatur-Wärmepumpen.....	56
2.2.4.6	Schwimmbad-Wärmepumpen	57
2.3	Die Besonderheiten der Wärmequellen und ihr Einfluss auf die Effizienz	58
2.3.1	Wärmequelle Luft.....	58
2.3.2	Wärmequelle Wasser	59
2.3.3	Erdwärmesonden.....	60
2.3.4	Flächenkollektoren	64
2.3.5	Erdwärmekörbe	66
2.3.6	Bohrpfähle, kurze Erdwärmesonden	67
2.3.7	Grabenkollektoren.....	68
2.3.8	Energiezäune	69
2.3.9	Energiewände, Betonabsorber	70
2.3.10	Kombination verschiedener Wärmequellen	70
2.4	Kühlung mit Wärmepumpenanlagen.....	71
2.4.1	Allgemeine Grundlagen der Kühlung mit Wärmepumpenanlagen	71
2.4.2	Aktive Kühlung mit Wärmepumpen.....	72
2.4.3	Passive Kühlung mit Erdsonden.....	72
2.5	Warmwasserbereitung mit Wärmepumpen	73
2.5.1	Arten der Warmwasserbereitung mit Wärmepumpen	73
2.5.2	Indirekt beheizte Warmwasserspeicher	74
2.5.3	Kombispeicher.....	74
2.5.3.1	Kombispeicher mit innenliegenden Wärmeübertragern	74
2.5.3.2	Kombispeicher Tank-in-Tank.....	75
2.5.3.3	Pufferspeicher und Trinkwasserspeicher mit Trinkwasserladestation	76
2.5.3.4	Wärmepumpe mit Heißgaslanze	76
2.5.3.5	Warmwasser-Wärmepumpen (Brauchwasser-Wärmepumpe)	76

3	Planung von Wärmepumpenheizungsanlagen.....	79
3.1	Grundsätze für die Planung einer Wärmepumpenanlage.....	79
3.1.1	Genehmigungen, Aufstellbedingungen, Platzbedarf.....	80
3.1.2	EnEV-Nachweise und Heizlastberechnung.....	81
3.1.2.1	Energieausweis und Energieeinsparnachweis.....	82
3.1.2.2	Heizlastberechnung.....	87
3.2	Planung der Wärmequelle.....	89
3.3	Auswahl und Dimensionierung der Heizflächen.....	100
3.4	Planung der Warmwasserbereitung – Möglichkeiten und Grenzen.....	109
3.5	Einbindung von Solarthermie- und PV-Anlagen und weiteren Wärmeerzeugern	114
3.6	Die Wahl der richtigen Hydraulik und ihre Bedeutung.....	117
3.7	Planung der Wärmepumpenregelung.....	120
3.8	Auswahl und Dimensionierung der Wärmepumpe	123
3.8.1	Allgemeine Hinweise zur Auswahl der Wärmepumpe	123
3.8.2	Dimensionierung einer Wärmepumpe.....	125
3.9	Angebot und Auftragsvergabe	131
4	Installation.....	133
4.1	Der Einfluss des Installateurs auf die Effizienz einer Wärmepumpenanlage.....	133
4.2	Dimensionierung und Montage von Pumpen, Rohrleitungen, Armaturen und Sicherheitseinrichtungen.....	134
4.3	Isolierung von Rohrleitungen und Armaturen	137
4.4	Spülen, Füllen und Entlüften, Druckprobe	139
4.5	Die Inbetriebnahme der Wärmepumpenanlage	140
4.6	Der hydraulische Abgleich.....	141
4.7	Funktionsheizen/Belegreifheizen von Fußbodenheizungen.....	142
4.8	Übergabe und Unterweisung des Betreibers.....	144
4.9	Die Bedeutung von Inspektion, Wartung und Service für Wärmepumpenanlagen – und ihr Einfluss auf Effizienz und Lebensdauer.....	144

5	Der Einfluss des Betreibers einer Wärmepumpenanlage	149
5.1	Den Wärmepumpenregler richtig programmieren.....	150
5.1.1	Die Heizkurve an das Gebäude anpassen und optimieren	152
5.1.2	Die Bedeutung des Monitorings – wichtige Kenngrößen messen, erfassen und vergleichen.....	155
5.1.3	Wichtige Hinweise für Betreiber von Wärmepumpenanlagen	156
6	Aus der Arbeit eines Wärmepumpengutachters	159
6.1	Allgemeines.....	159
6.1.1	Aufgaben	159
6.1.2	Anforderungen und Risiken	159
6.2	Arbeitsgeräte.....	160
6.3	Arbeitsschritte bei der Überprüfung und Begutachtung einer Wärmepumpenanlage.....	162
6.4	Ausgewählte Praxisbeispiele aus der Tätigkeit eines Wärmepumpengutachters.....	163
6.4.1	Allgemein zutreffende Mängel einer Wärmepumpenanlage	163
6.4.2	Typische Mängel bei der Planung einer Wärmepumpenanlage.....	163
6.4.3	Häufige Mängel bei der Installation von Wärmepumpenanlagen	164
6.4.4	Fehler und Mängel beim Betreiben von Wärmepumpenanlagen	165
6.5	Häufige Mängel an Erdwärmepumpen.....	166
6.5.1	Mängel an Sole/Wasser-Wärmepumpen.....	166
6.5.1.1	Der Sole-Volumenstrom ist zu hoch oder zu niedrig	166
6.5.1.2	Der Soledruck fällt ab.....	170
6.5.2	Schäden an Horizontalkollektoren.....	171
6.6	Fehler bei Luftwärmepumpen.....	173
6.6.1	Die Schall-Problematik	174
6.6.2	Auslegungs- und Hydraulikprobleme bei Luftwärmepumpen	175
6.6.3	Installationsfehler bei Luftwärmepumpen.....	176
6.7	Fehler bei Wasser/Wasser-Wärmepumpenanlagen.....	177
6.8	Probleme mit Wärmepumpen in Mehrfamilienhäusern	178
6.9	Fehler bei bivalenten Wärmepumpenanlagen.....	183
6.10	Typische Schwachstellen bei der Planung und Installation im Neubau.....	186

6.11	Worauf sollte bei der Umrüstung auf eine Wärmepumpe im Bestandsgebäude unbedingt geachtet werden?	186
6.12	Was ist beim Austausch von älteren Sole/Wasser-Wärmepumpen im Bestand zu beachten?.....	189
6.13	Optimierungspotenziale bei Wärmepumpen im Bestand.....	191
6.14	Zusammenfassung	193
7	Qualitätssicherung: Wie lässt sich die Fehlerquote beim Einsatz von Wärmepumpen zukünftig verringern?.....	195
8	Marktentwicklung, Tendenzen, Prognosen	199
A	Literaturverzeichnis.....	203
B	Anhang	205
B.1	Mögliche Einflussfaktoren auf die Effizienz und Effektivität einer Wärmepumpenanlage in Stichworten	205
B.2	Merkblatt – Was ist bei der Errichtung einer Erdsondenanlage zu beachten?.....	209
B.3	Überblick zu den wichtigsten Gesetzen, Normen, Verordnungen und Richtlinien für die Planung, Installation und den Betrieb von Wärmepumpenheizungsanlagen und deren Bedeutung	210
B.4	Entscheidungshilfe für die Auswahl des Wärmeerzeugers.....	214
B.5	Hinweise für Planung, Montage und Betrieb von PV-Anlagen mit Wärmepumpenanlagen.....	215
B.6	Wichtige Hinweise für die Wartung einer Wärmepumpenheizungsanlage	217
B.7	Wartungsarbeiten, Fehlersuche am Kältekreis	218
B.8	Checkliste Fehlersuche für den Betreiber.....	219
B.9	Beurteilung Kältekreislauf.....	221
B.10	Ausgewählte spezielle Anwendungsbeispiele für Wärmepumpen.....	222
B.11	Auszug aus Merkblatt „Füllen von Erdwärmesondenanlagen“	228
	Stichwortverzeichnis.....	229