

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	5
Einleitung.....	13
1 Grundlagen der Wärmepumpenheizungsanlagen.....	17
1.1 Hauptkomponenten einer Wärmepumpenanlage.....	17
1.2 Arbeitsprinzip der Wärmepumpe.....	17
1.3 Das Wichtigste über den Kältekreislauf einer Wärmepumpe	20
1.3.1 Aufbau und Funktion der wichtigsten Bauteile im Kältekreis	20
1.3.2 Das Wichtigste über Kältemittel in Wärmepumpen	25
1.4 Warum wird von einem Wärmepumpensystem gesprochen?	27
1.5 Definition und Bedeutung von Leistungszahl und Arbeitszahl.....	28
1.6 Allgemeine Einflussfaktoren auf die Jahresarbeitszahl.....	36
1.7 Wie lassen sich Effizienz und Effektivität einer Wärmepumpenanlage in der Praxis ermitteln?.....	37
2 Elektrisch betriebene Wärmepumpen	39
2.1 Betriebsweisen von Wärmepumpenanlagen	39
2.1.1 Monovalente Betriebsweise	39
2.1.2 Monoenergetische Betriebsweise	39
2.1.3 Bivalente Betriebsweise.....	39
2.2 Arten elektrisch betriebener Wärmepumpen.....	40
2.2.1 Luftwärmepumpen	40
2.2.1.1 Luft/Wasser-Wärmepumpe in Kompaktbauweise.....	43
2.2.1.2 Luft-Split-Wärmepumpen	45
2.2.1.3 Luft/Wasser-Wärmepumpen mit Split-Sole-Wärmeübertrager.....	45
2.2.1.4 Luft/Luft-Wärmepumpe.....	47
2.2.2 Sole/Wasser-Wärmepumpe.....	47
2.2.3 Wasser/Wasser-Wärmepumpen.....	47
2.2.4 Sonderbauformen von Wärmepumpen	48
2.2.4.1 Wärmepumpen mit Direktverdampfung und Direktkondensation	48
2.2.4.2 Hybridwärmepumpen.....	49
2.2.4.3 Wärmepumpen mit mehreren Wärmequellen	50

2.2.4.4	Wärmepumpen mit Eisspeicher	51
2.3	Die Besonderheiten der Wärmequellen und ihr Einfluss auf die Effizienz	52
2.3.1	Wärmequelle Luft.....	52
2.3.2	Wärmequelle Wasser.....	52
2.3.3	Erdwärmesonden.....	54
2.3.4	Flächenkollektoren	58
2.3.5	Erdwärmekörbe	59
2.3.6	Borpfähle, kurze Erdwärmesonden.....	60
2.3.7	Grabenkollektoren	60
2.3.8	Energiezäune	62
2.3.9	Energiewände, Betonabsorber	63
2.3.10	Kombination verschiedener Wärmequellen	63
2.4	Kühlung mit Wärmepumpenanlagen.....	64
2.4.1	Allgemeine Grundlagen der Kühlung mit Wärmepumpenanlagen	64
2.4.2	Aktive Kühlung mit Wärmepumpen.....	64
2.4.3	Passive Kühlung mit Erdsonden.....	65
2.5	Warmwasserbereitung mit Wärmepumpen.....	65
2.5.1	Arten der Warmwasserbereitung mit Wärmepumpen	65
2.5.2	Indirekt beheizte Warmwasserspeicher	66
2.5.3	Kombispeicher.....	66
2.5.3.1	Kombispeicher mit innenliegenden Wärmeübertragern	67
2.5.3.2	Kombispeicher Tank-in-Tank.....	68
2.5.3.3	Pufferspeicher und Trinkwasserspeicher mit Trinkwasserladestation	68
2.5.3.4	Wärmepumpe mit Heißgaslanze	68
2.5.3.5	Warmwasser-Wärmepumpen.....	69
3	Planung von Wärmepumpenheizungsanlagen.....	71
3.1	Grundsätze für die Planung einer Wärmepumpenanlage.....	71
3.1.1	Genehmigungen, Aufstellbedingungen, Platzbedarf.....	72
3.1.2	EnEV-Nachweise und Heizlastberechnung	73
3.1.2.1	Energieausweis und Energieeinsparnachweis	73
3.1.2.2	Heizlastberechnung.....	79
3.2	Planung der Wärmequelle.....	80

3.3	Auswahl und Dimensionierung der Heizflächen	89
3.4	Planung der Warmwasserbereitung – Möglichkeiten und Grenzen	98
3.5	Einbindung von Solarthermie- und PV-Anlagen und weiteren Wärmeerzeugern	103
3.6	Die Wahl der richtigen Hydraulik und ihre Bedeutung	106
3.7	Planung der Wärmepumpenregelung	109
3.8	Auswahl und Dimensionierung der Wärmepumpe	112
3.8.1	Allgemeine Hinweise zur Auswahl der Wärmepumpe	112
3.8.2	Dimensionierung einer Wärmepumpe	114
3.9	Angebot und Auftragsvergabe	120
4	Installation	123
4.1	Der Einfluss des Installateurs auf die Effizienz einer Wärmepumpenanlage	123
4.2	Dimensionierung und Montage von Pumpen, Rohrleitungen, Armaturen und Sicherheitseinrichtungen	124
4.3	Isolierung von Rohrleitungen und Armaturen	126
4.4	Spülen, Füllen und Entlüften, Druckprobe	128
4.5	Die Inbetriebnahme der Wärmepumpenanlage	129
4.6	Der hydraulische Abgleich	130
4.7	Funktionsheizen/Belegreifheizen von Fußbodenheizungen	131
4.8	Übergabe und Unterweisung des Betreibers	133
4.9	Die Bedeutung von Inspektion, Wartung und Service für Wärmepumpenanlagen – und ihr Einfluss auf Effizienz und Lebensdauer	133
5	Der Einfluss des Betreibers einer Wärmepumpenanlage	137
5.1	Den Wärmepumpenregler richtig programmieren	138
5.1.1	Die Heizkurve an das Gebäude anpassen und optimieren	140
5.1.2	Die Bedeutung des Monitorings – wichtige Kenngrößen messen, erfassen und vergleichen	143
5.1.3	Wichtige Hinweise für Betreiber von Wärmepumpenanlagen	144
6	Aus der Arbeit eines Wärmepumpengutachters	147
6.1	Allgemeines	147
6.1.1	Aufgaben	147

6.1.2	Anforderungen und Risiken	147
6.2	Arbeitsgeräte	148
6.3	Arbeitsschritte bei der Überprüfung und Begutachtung einer Wärmepumpenanlage.....	150
6.4	Ausgewählte Praxisbeispiele aus der Tätigkeit eines Wärmepumpengutachters.....	151
6.4.1	Allgemein zutreffende Mängel einer Wärmepumpenanlage	151
6.4.2	Typische Mängel bei der Planung einer Wärmepumpenanlage.....	151
6.4.3	Häufige Mängel bei der Installation von Wärmepumpenanlagen	151
6.4.4	Fehler und Mängel beim Betreiben von Wärmepumpenanlagen	153
6.5	Häufige Mängel an Erdwärmepumpen.....	153
6.5.1	Mängel an Sole/Wasser-Wärmepumpen.....	153
6.5.1.1	Der Sole-Volumenstrom ist zu hoch oder zu niedrig	153
6.5.1.2	Der Soledruck fällt ab.....	158
6.5.2	Schäden an Horizontalkollektoren.....	158
6.6	Fehler bei Luftwärmepumpen.....	161
6.6.1	Die Schall-Problematik	161
6.6.2	Auslegungs- und Hydraulikprobleme bei Luftwärmepumpen	162
6.6.3	Installationsfehler bei Luftwärmepumpen.....	163
6.7	Fehler bei Wasser/Wasser-Wärmepumpenanlagen.....	164
6.8	Probleme mit Wärmepumpen in Mehrfamilienhäusern	166
6.9	Typische Schwachstellen bei der Planung und Installation im Neubau.....	170
6.10	Worauf sollte bei der Umrüstung auf eine Wärmepumpe im Bestandsgebäude unbedingt geachtet werden?	171
6.11	Was ist beim Austausch von älteren Sole/Wasser-Wärmepumpen im Bestand zu beachten?.....	174
6.12	Optimierungspotentiale bei Wärmepumpen im Bestand.....	176
6.13	Zusammenfassung	177
7	Qualitätssicherung: Wie lässt sich die Fehlerquote beim Einsatz von Wärmepumpen zukünftig verringern?.....	179
8	Marktentwicklung, Tendenzen, Prognosen	181

A	Literaturverzeichnis.....	183
B	Anhang	185
B.1	Mögliche Einflussfaktoren auf die Effizienz und Effektivität einer Wärmepumpenanlage in Stichworten	185
B.2	Merkblatt – Was ist bei der Errichtung einer Erdsondenanlage zu beachten?.....	189
B.3	Überblick zu den wichtigsten Gesetzen, Normen, Verordnungen und Richtlinien für die Planung, Installation und den Betrieb von Wärmepumpenheizungsanlagen und deren Bedeutung	190
B.4	Entscheidungshilfe für die Auswahl des Wärmeerzeugers.....	193
B.5	Hinweise für Planung, Montage und Betrieb von PV-Anlagen mit Wärmepumpenanlagen.....	195
B.6	Wichtige Hinweise für die Wartung einer Wärmepumpenheizungsanlage	196
B.7	Wartungsarbeiten, Fehlersuche am Kältekreis	198
B.8	Checkliste Fehlersuche für den Betreiber	199
B.9	Beurteilung Kältekreislauf.....	200
B.10	Ausgewählte spezielle Anwendungsbeispiele für Wärmepumpen.....	202
B.11	Auszug aus Merkblatt „Füllen von Erdwärmesondenanlagen“	208
	Stichwortverzeichnis.....	209