

Handbuch Wärmepumpen

Planung und Projektierung

Bearbeitet von
Jürgen Bonin

3., überarbeitete und erweiterte Auflage. 2017. Buch. 308 S. Softcover

ISBN 978 3 410 26868 0

Format (B x L): 21 x 29,7 cm

[Weitere Fachgebiete > Technik > Baukonstruktion, Baufachmaterialien > Haustechnik, Gebäudeautomatisierung](#)

schnell und portofrei erhältlich bei


DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung beack-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Betrachtungen zur Ökologie und Ökonomie	3
2.1	Auswirkungen auf die Umwelt	3
2.2	Betrachtungen zur Ökonomie – Entwicklung der Energiekosten	5
2.3	Woher die Erdwärme kommt	7
3	Was ist eine Wärmepumpe und wie funktioniert sie?	9
3.1	Warum heißt die Wärmepumpe „Wärmepumpe“?	9
3.2	Aufbau einer Wärmepumpe und deren Komponenten	10
3.3	Der technische Kältekreislauf und die Funktion der Wärmepumpe	11
3.3.1	Technischer Kältekreislauf einer Wärmepumpe mit Unterkühlung und Überhitzung	14
3.3.2	Technischer Kältekreislauf einer Wärmepumpe mit Heißgasnutzung	14
3.3.3	Beispiel zum prinzipiellen Aufbau einer Wärmepumpe	15
3.4	Der Regler	16
3.5	Der Kältekreislauf im p-h-Diagramm	18
3.6	Das Kältemittel	19
3.7	Wasser-Wasser-Wärmepumpe	23
3.7.1	Wasser-Wasser-Wärmepumpe ohne Systemtrennung	24
3.7.2	Wasser-Wasser-Wärmepumpe mit Systemtrennung	25
3.8	Sole-Wasser-Wärmepumpe	25
3.8.1	Eine Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden	26
3.8.2	Eine Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdkollektoren	27
3.9	Erweiterte Wärmepumpen	28
3.9.1	Wärmepumpe mit Direktverdampfer	28
3.9.2	Wärmepumpe mit Direktkondensation	29
3.10	Luft-Wasser-Wärmepumpe	30
3.10.1	Luft-Wasser-Kompaktanlagen	31
3.10.2	Splitanlagen	32
3.11	Boiler-Wärmepumpen	33
3.12	Boiler-Wärmepumpen mit Wärmerückgewinnung aus der Fortluft	33
3.13	Kühlen mit einer Wärmepumpe	33
3.13.1	Die „freie Kühlung“	34
3.13.2	Reversibel arbeitende Wärmepumpe zum aktiven Kühlen	35
3.13.3	Regelung beim Kühlbetrieb	36
3.14	Gasbetriebene Wärmepumpen	37
3.14.1	Gasmotor-Wärmepumpe	37
3.14.2	Absorptionswärmepumpen	38
3.14.3	Gegenüberstellung der beiden gasbetriebenen Wärmepumpen	39
3.14.4	Zeolith-Gas-Adsorptionswärmepumpe	40
3.14.5	Hybrid-Wärmepumpe	43
3.14.6	Eis-Wärmepumpe	43
3.15	Luft-Luft-Wärmepumpen	45
3.16	Weitere Einsatzmöglichkeiten für Wärmepumpen	46
4	Leistung einer Wärmepumpe	49
4.1	Leistungszahl	49

4.1.1	Leistungszahl einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe.....	52
4.1.2	Leistungszahl einer Sole-Wasser-Wärmepumpe.....	52
4.1.3	Vergleich der Leistungszahl ϵ einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe mit einer Sole-Wasser-Wärmepumpe.....	53
4.1.4	Leistungszahl einer Luft-Wasser-Wärmepumpe.....	54
4.2	Das Jahres-Verhalten verschiedener Wärmepumpen.....	55
4.2.1	Das Jahres-Verhalten einer Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlage.....	55
4.2.2	Das Jahres-Verhalten einer Sole-Wasser-Wärmepumpenanlage.....	57
4.2.3	Das Jahres-Verhalten einer Luft-Wasser-Wärmepumpenanlage.....	59
4.2.4	Vergleichende Betrachtungen zum Jahres-Verhalten der verschiedenen Wärmepumpenanlagen.....	62
4.3	Jahresarbeitszahl.....	62
4.3.1	Die Jahresarbeitszahl einer Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlage.....	63
4.3.2	Die Jahresarbeitszahl einer Sole-Wasser-Wärmepumpenanlage.....	65
4.3.3	Die Jahresarbeitszahl einer Luft-Wasser-Wärmepumpenanlage.....	65
4.3.4	Berechnung der Jahresarbeitszahl gem. VDI 4650.....	66
4.4	Primärenergiefaktor f_p und Energieaufwandszahl e_p	67
5	Projektierung einer Wärmepumpenanlage.....	69
5.1	Die Aufgaben eines Architekten und Beraters.....	70
5.1.1	Beratung und Planung durch den Architekten und Berater.....	70
5.1.2	Beratung und Planung durch den Architekten und Berater und Sonderwünsche.....	71
5.1.3	Betreuung und Bauüberwachung durch den Architekten und Berater.....	71
5.2	Ermittlung der Leistung einer Wärmepumpe.....	72
5.2.1	Ermittlung der Leistung einer Wärmepumpe für einen Neubau.....	72
5.2.2	Ermittlung der Leistung einer Wärmepumpe für den Baubestand.....	76
5.2.3	Wärmepumpen im Baubestand.....	76
5.2.4	Ermittlung der Leistung einer Wärmepumpe für Industriehallen.....	80
5.2.5	Berechnungsbeispiel der Heizleistung eines Einfamilienhauses gem. Wärmegesetz.....	83
5.2.6	Ermittlung der Leistung einer Wärmepumpe für ein Schwimmbad.....	85
5.2.7	Wärmepumpen im gewerblichen Einsatz.....	85
5.2.8	Wärmepumpen in Wohnsiedlungen und Wärmepumpengroßanlagen.....	88
5.2.9	Wärmepumpen für stark gedämmte Häuser und Passivhäuser.....	92
5.3	Projektierung einer Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlage.....	93
5.3.1	Hydrologische und geologische Bedingungen.....	94
5.3.2	Die Wasserqualität.....	95
5.3.3	Förder- und Schluckbrunnen.....	96
5.3.4	Eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe auch bei Eisen/Mangan im Wasser.....	97
5.3.5	Projektierungsbeispiel einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe.....	98
5.4	Projektierung einer Sole-Wasser-Wärmepumpenanlage.....	99
5.4.1	Berechnung der Kälteleistung.....	99
5.4.2	Erdsonden.....	100
5.4.3	Projektierungsbeispiel einer Sole-Wasser-Wärmepumpenanlage mit Erdsonden.....	106
5.4.4	Projektierung von Erdkollektoren.....	110
5.4.5	Projektierungsbeispiel einer Sole-Wasser-Wärmepumpenanlage mit Erdkollektoren.....	111
5.4.6	Energiematten – Eine Alternative zu Erdkollektoren?.....	113
5.4.7	Projektierung von Energiekörben.....	114

5.4.8	Grabenkollektor.....	115
5.4.9	Dachabsorber, Energiezäune, Massivabsorber etc.....	115
5.4.10	Seeabsorber/Flussabsorber	116
5.4.11	Tiefengeothermie	118
5.5	Projektierung einer Luft-Wasser-Wärmepumpenanlage.....	118
5.5.1	Auslegung einer Luft-Wasser-Wärmepumpenanlage auf Tiefsttemperatur	119
5.5.2	Ermittlung des Bivalenzpunktes einer Luft-Wasser-Wärmepumpenanlage	119
5.5.3	Projektierungsbeispiel einer Luft-Wasser-Wärmepumpenanlage.....	119
5.6	Gegenüberstellung von Wasser-Wasser-Wärmepumpen, Sole-Wasser-Wärmepumpen und Luft-Wasser-Wärmepumpen	130
5.7	Qualitätsmerkmale einer Wärmepumpe	130
5.8	Projektierung der Elektroinstallation einer Wärmepumpe.....	131
5.9	Beantragungen und Genehmigungen von Wärmepumpenanlagen	131
5.10	Förderungen von Wärmepumpenanlagen	133
5.11	Bedeutung einer Flächenheizung für Wärmepumpen	133
6	Grundwasserschutz	135
6.1	Gesetzliche Bestimmungen	135
6.2	Geo-Protector	136
6.2.1	Sole-Wasser-Wärmepumpen und deren Gefährdungspotenziale.....	137
6.2.2	Die Funktion des Geo-Protectors	138
6.2.3	Umweltrelevante und wirtschaftliche Betrachtungen	139
6.2.4	Die Notwendigkeit, den Grundwasserschutz zu verbessern	140
6.2.5	Kosten-Nutzen-Betrachtungen	140
6.2.6	Empfehlungen zur Realisierung der neuen Grundwasserschutzeinrichtung (Geo-Protector).....	141
6.3	CO ₂ -Sonden	142
6.4	Wärmepumpen und Stromversorgung.....	143
6.4.1	Wärmepumpen und Ökostrom	143
6.4.2	Wärmepumpen und Fotovoltaikanlagen.....	143
7	Hydraulik.....	145
7.1	Die Primärpumpe	146
7.1.1	Die Unterwasserpumpe und deren Überwachung.....	146
7.1.2	Projektierungsbeispiel einer Wasserversorgung mit Unterwasserpumpe und Rohrleitungen	151
7.1.3	Die Sole-Umwälzpumpe	153
7.1.4	Projektierungsbeispiel des Sole-Kreislaufnetzes mit einer Sole-Umwälzpumpe und Rohrleitungen.....	155
7.2	Die Sekundärpumpe oder Ladepumpe	157
7.2.1	Beispiel: Ermittlung der Sekundärpumpe oder Ladepumpe	159
7.3	Der Pufferspeicher	164
7.4	Die Warmwasserbereitung	167
7.4.1	Warmwasserbereitung über Durchlauferhitzer	167
7.4.2	Warmwasserbereitung mittels Elektroheizstab in einem separaten Warmwasserspeicher.....	167
7.4.3	Warmwasserbereitung mit der Wärmepumpe über einen Warmwasserspeicher	168
7.4.4	Warmwasserbereitung mit einer Wärmepumpe und einer zusätzlichen Solaranlage	170
7.4.5	Hygienische Warmwasserbereitung im Durchlaufprinzip	172

7.4.6	Warmwasserbereitung mit einem Kombispeicher	172
7.5	Dimensionierung der Warmwasserbereitung	172
7.5.1	Dimensionierung des Warmwasserspeichers	172
7.5.2	Dimensionierung der Warmwasserleitung	174
7.6	Elektrotechnik und Wärmepumpen	174
7.6.1	Elektrische Einspeisung	174
7.6.2	Steuerspannungen	174
7.6.3	Wächter und Sensoren	175
8	Leitfaden zur Projektierung einer Wärmepumpenanlage	177
9	Darstellung verschiedener Wärmepumpenanlagen	179
9.1	Eine einfache Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlage	180
9.2	Eine Sole-Wasser-Wärmepumpenanlage mit freier Kühlung	181
9.3	Eine Sole-Wasser-Wärmepumpenanlage mit freier Kühlung, Solaranbindung und Kachelofen	182
9.4	Wärmepumpengerätetypen	182
9.4.1	Einzelwärmepumpengeräte	182
9.4.2	Kompaktwärmepumpenanlagen	183
10	Wirtschaftliche Betrachtungen	185
10.1	Lohnt sich eine Wärmepumpe?	185
10.2	Einsparmöglichkeiten für Kommunen und Länder	188
10.3	Betrachtungen zu Amortisationen verschiedener Heizungsanlagen	188
10.4	Billig oder gut? – Ich bin zu arm, um billig zu kaufen!	190
11	Gesetze und Einrichtungen zum Schutz der Umwelt und Personen	193
11.1	Normen und Richtlinien	193
11.2	Schutz des Erdreiches sowie des Grund- und Oberflächenwassers	197
11.3	Energielabel	197
12	Inbetriebnahme von Wärmepumpenanlagen	199
12.1	Inbetriebnahme einer Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlage	199
12.2	Inbetriebnahme einer Sole-Wasser-Wärmepumpenanlage	200
12.3	Inbetriebnahme einer Luft-Wasser-Wärmepumpenanlage	201
12.4	Trockenheizen und Aufheizen	201
13	Häufige Fehler bei Wärmepumpen	203
13.1	Fehler beim Brunnenbau	203
13.2	Fehler bei Erdsonden/Erdkollektoren	203
13.3	Fehler bei der Warmwasserbereitung	204
13.4	Fehler bei der Hydraulik	204
13.5	Fehler in der Installation	204
13.6	Fehlermeldungen und deren mögliche Ursachen	205
13.7	Fehler beim Betrieb	206
14	Schlussbetrachtungen und Aussichten	209
15	Übungsaufgaben	211
15.1	Projektierung einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe	221
15.2	Projektierung einer Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden	223
15.3	Projektierung einer Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdkollektoren	224

15.4 Projektierung einer größeren Wärmepumpenanlage..... 225

15.5 Berechnung des Bivalenzpunktes einer Luft-Wasser-Wärmepumpe 227

15.6 Berechnung verschiedener Energieaufwandszahlen 227

15.6.1 Berechnung der Energieaufwandszahl eines EFH mit einer
Wasser-Wasser-Wärmepumpe für die Beheizung des Gebäudes,
einschließlich Warmwasserbereitung 227

15.6.2 Berechnung der Energieaufwandszahl eines EFH mit einer
Sole-Wasser-Wärmepumpe für die Beheizung des Gebäudes mit
elektrischer Warmwasserbereitung mittels Elektroheizstab..... 227

16 Fragen 229

17 Beispiele Wärmepumpenanlagen 231

17.1 Ein besonderes Beispiel kommunaler Weitsicht in Dorsten-Wulfen..... 233

18 Lösungen zu den Übungsaufgaben aus Kapitel 15 235

18.1 Projektierung einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe (Aufgabe 15.1) 235

18.2 Projektierung einer Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden (Aufgabe 15.2) .. 243

18.3 Projektierung einer Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdkollektoren
(Aufgabe 15.3) 249

18.4 Projektierung einer größeren Wärmepumpenanlage (Aufgabe 15.4) 256

18.5 Berechnung des Bivalenzpunktes einer Luft-Wasser-Wärmepumpe
(Aufgabe 15.5) 271

18.6 Berechnung verschiedener Energieaufwandszahlen (Aufgabe 15.6)..... 273

18.6.1 Berechnung der Energieaufwandszahl e_p eines EFH mit einer
Wasser-Wasser-Wärmepumpe für die Beheizung des Gebäudes,
einschließlich Warmwasserbereitung 273

18.6.2 Berechnung der Energieaufwandszahl e_p eines EFH mit einer
Sole-Wasser-Wärmepumpe für die Beheizung des Gebäudes mit
elektrischer Warmwasserbereitung mittels Elektroheizstab..... 273

19 ... und Antworten 275

20 Stichwortverzeichnis 279

21 Bildquellenverzeichnis 283

22 Tabellenquellenverzeichnis 290

23 Literatur- und Quellenverzeichnis 292