

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Einleitung	9
2 Vorgehensweise, wissenschaftliche Methoden und Richtlinien	15
3 Einführung in die geothermische Nutzung von Energie	17
3.1 Geologische und physikalische Grundlagen	17
3.1.1 Energiequellen und Aufbau der Erde	17
3.1.2 Wärmetransportformen	21
3.1.3 Einfluss des Grundwassers auf die thermische Nutzung des Untergrunds	22
3.1.4 Grundwasserleiter und ihre Ausprägungen	25
3.1.5 Bodencharakteristika	28
3.2 Unterteilung der Geothermiequellen	31
4 Voraussetzungsrahmen zur Nutzung von oberflächennaher Erdwärme	33
4.1 Rechtliche Anforderungen	33
4.1.1 Gesetzeslage	33
4.1.2 Anwendungstatbestand	36
4.2 Standortbeurteilung	37
4.2.1 Geo- und hydrogeologische Aspekte	37
4.2.2 Wasserwirtschaftliche Aspekte	39
4.3 Technische Anforderungen	41
4.3.1 Absorptionstechnik	41
4.3.2 Heizungssystem	41
4.4 Genehmigungsunterlagen	43
5 Technik	45
5.1 Anlagentechnik Wärmepumpe	45
5.1.1 Funktionsweise und Eigenschaften der Wärmepumpe	46
5.1.2 Wärmepumpentypen	51
5.2 Betriebsvarianten von erdgekoppelten Wärmepumpen	54
5.3 Absorptionstechnik	55
5.3.1 Erdwärmekollektoren	56
5.3.2 Erdwärmesonden	60
5.3.3 Grundwasserbrunnen	64
5.3.4 Energiepfähle	66
5.3.5 Sonder- und Mischformen von Erdwärmeabsorbern	70

5.4	Thermische Wärmespeicher.....	75
5.5	Wärmetransportmedien	76
5.6	Bohrverfahren	79
6	Beurteilung von Standorten zur Erdwärmenutzung	85
6.1	Auslegungshilfsmittel für den Einsatz erdgekoppelter Heizungsanlagen ..	88
6.1.1	Abschätzung durch geologische Kartendaten	88
6.1.2	Abschätzung durch geologische Schichtenprofile.....	90
7	Auslegung von Erdwärmeanlagen und Realisierung	97
7.1	Dimensionierung der für das Heizungssystem notwendigen Wärmepumpe	97
7.1.1	Auslegung im Bestand	98
7.1.2	Auslegung im Neubau	100
7.2	Grundlegende Festlegung der Wärmepumpenleistung	102
7.2.1	Besonderheiten der Sole-Wasser-Wärmepumpen-Dimensionierung	105
7.2.2	Besonderheiten der Wasser-Wasser-Wärmepumpen-Dimensionierung .	112
7.2.3	Besonderheiten der Luft-Wasser-Wärmepumpe-Dimensionierung	113
8	Wirtschaftlichkeit	115
8.1	Grundlagen der Wirtschaftlichkeit	115
8.1.1	Kostenarten.....	116
8.1.2	Verbrauchsgebundene Kosten der Wärmepumpenanlage	117
8.1.3	Kapitalgebundene Kosten der Wärmepumpenanlage	127
8.1.4	Betriebsgebundene Kosten der Wärmepumpenanlage	128
8.1.5	Sonstige Kosten	128
8.2	Methoden der Wirtschaftlichkeitsrechnung	128
8.2.1	Der Kalkulationszinssatz i	129
8.2.2	Zahlungsänderungsindex j_x und der daraus resultierende Preisänderungsfaktor r_x	129
8.2.3	Kapitalwertmethode.....	130
8.2.4	Annuitätenmethode	132
8.2.5	Statische Amortisationsrechnung.....	135
9	Anwendung der Wirtschaftlichkeit/Rechenbeispiel	137
9.1	Rahmenparameter für das Einfamilienhaus.....	137
9.2	Rechnung für das Einfamilienhaus	142
9.2.1	Wirtschaftlichkeitsrechnung: Erstinvestition in ein Heizungssystem	143
9.2.2	Wirtschaftlichkeitsrechnung: Folgeinvestition in ein Heizungssystem ...	154
10	Abschlussbetrachtung	165
	Abkürzungsverzeichnis.....	167
	Literaturverzeichnis.....	169
	Stichwortverzeichnis	175