

Einführung		Überblick		Anlagentechnik			
Einleitung und Zielsetzung	10	2.1	Oberflächennahe Geothermie	33	4.1	Wärmepumpen	82
		2.2	Oberflächennahe Geothermie in Baden-Württemberg	35	4.2	Kühlbetrieb mit Erdsonden und Wärmepumpen	85
		2.3	Geologische Rahmenbedingungen in Baden-Württemberg für Erdsonden	37	4.3	Anlagentechnik für Ein- und Zweifamilienhäuser	86
Allgemeine Grundlagen		2.4	Tiefe Geothermie weltweit	39	4.4	Systemtechnik für größere Objekte	88
1.1	Geothermische Energienutzung	2.5	Tiefe Geothermie in Baden-Württemberg	43	4.5	Wirtschaftliche Rahmenbedingungen	88
1.2	Geschichte der Geothermischen Energienutzung	2.6	Potenziale der Geothermischen Energienutzung	49			
		2.7	Perspektiven der Geothermischen Energienutzung	50			
		2.8	Perspektiven der Geothermischen Energienutzung für Baden-Württemberg	50			
		Oberflächennahe Nutzung					
		3.1	Planungsgrundsätze	54			
		3.2	Erdsonden	55			
		3.2.1	Einbettung der Erdsonden	59			
		3.2.2	Wärmeträgerflüssigkeiten	61			
		3.2.3	Erdsonden mit Gas als Wärmeträger	62			
		3.2.4	Erdsonden für Wärmeentzug und Wärmespeicherung	63			
		3.2.5	Wechselwirkungen von Erdwärmesonden mit dem Untergrund	65			
		3.2.6	Abstände von Erdsonden	66			
		3.2.7	Auslegung von Erdwärmesonden	67			
		3.2.8	Betriebsparameter von Erdwärmesonden	69			
		3.2.9	Potentielle Risiken bei Bau und Betrieb von Erdwärmesonden	71			
		3.3	Erdwärmekollektoren	72			
		3.4	Energiepfähle	73			
		3.5	Erdwärmesondenfelder	74			
		3.6	Kombination Solarthermie/ Erdwärmesonden	76			
		3.7	Erdsonden und Kühlung	78			
		3.8	Unmittelbare Nutzung von oberflächennahem Grundwasser zur Energiegewinnung	79			

Inhaltsverzeichnis

Rechtliche Grundlagen	Tiefe Geothermie	Energietechnik
5.1 Wasserrecht 92	6.1 Grundlagen der Tiefen Geothermie 98	7.1 Wärmenutzung 118
5.2 Bergrecht 93	6.1.1 Geowissenschaftliche Machbarkeitsstudie, Seismik 98	7.2 Kraft-Wärme-Kopplung 118
5.3 Bauablauf aus Sicht des Bauherrn 93	6.1.2 Thermische und hydraulische Eigenschaften des Nutzhorizontes 100	7.2.1 ORC-Technik 119
5.4 Bauleitung 94	6.2 Hydrothermale Systeme 102	7.2.2 Kalina-Prozess 120
5.5 Abnahme der Erdsonde 94	6.2.1 Fündigkeit und Wirtschaftlichkeit 103	7.3 Energiebilanz 120
5.6 Gewährleistung 95	6.2.2 Bohrungsabstand 104	
	6.2.3 Hydrothermale Anlagen und Projekt-Beispiele 105	Rahmenbedingungen
	6.2.4 Checkliste für eine hydrothermale Nutzung 107	8.1 Wirtschaftliche Rahmenbedingungen 124
	6.3 Hot-Dry-Rock Systeme 108	8.2 Finanzierung 124
	6.3.1 Stimulation bei HDR-Projekten 109	8.3 Projekt- und Risikomanagement 125
	6.3.2 Seismische Ereignisse bei HDR-Projekten 110	8.4 Umweltaspekte 125
	6.3.3 Voraussetzungen, Empfehlungen und Anmerkungen 112	Schriften, Links
	6.4 Spezielles: Nutzung von Tunnel- und Kavernenwässern sowie Wässern aus Bergwerken 113	9 Regelwerke, Richtlinien und Hinweise 127
	6.5 Genehmigungen für die Aufsuchung und Nutzung der Tiefen Geothermie 113	

thermie in
rttemberg