

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
1.1	Einführung in die oberflächennahe Geothermie	9
1.2	Wärmequellen einer Wärmepumpe	11
1.2.1	<i>Geschlossene Systeme</i>	13
1.2.1.1	<i>Erdreichkollektoren</i>	13
1.2.1.2	<i>Energiepfähle</i>	15
1.2.1.3	<i>Erdwärmesonden</i>	18
1.2.2	<i>Offene Systeme</i>	19
1.2.3	<i>Heat-Pipe/Wärmerohr</i>	20
1.3	Funktionsweise einer Wärmepumpe	21
1.3.1	<i>Prinzip</i>	21
1.3.2	<i>Betriebsweisen</i>	23
1.3.3	<i>Kennzahlen</i>	25
2	Genehmigungsverfahren	27
2.1	Gefahrenpotenzial aus Sicht der Wasserwirtschaft	27
2.2	Wasserrecht	27
2.3	Bergrecht	30
2.4	Lagerstättengesetz	32
2.4.1	<i>Bohranzeige</i>	32
2.5	Länderspezifische Leitfäden zur Nutzung von Erdwärme	32
3	Dimensionierung von Erdwärmesondenanlagen	35
3.1	Planungsansätze	35
3.2	Grundlagen der VDI 4640 „Thermische Nutzung des Untergrundes“	38
3.3	Einfluss des Sondenabstandes auf den Betrieb der Erdwärmesonden- anlage	44
3.4	Grundlagen Thermal Response Test	46
3.4.1	<i>Theoretischer Hintergrund</i>	46
4	Bohrtechnische Risiken	53
4.1	Geologische Risiken	53
4.1.1	<i>Quellfähiges Gebirge</i>	55
4.1.2	<i>Hohlräume und Störungszonen</i>	55
4.1.3	<i>Gespanntes und artesisches Grundwasser</i>	56
4.1.4	<i>Erdgas</i>	58
4.2	Erdwärmesondenpacker	60
5	Bohrungen für Erdwärmesonden	63
5.1	Einführung	63
5.1.1	<i>Bohrdurchmesser</i>	63

5.1.2	<i>Bohrverfahren</i>	64
5.1.3	<i>ATV DIN 18301 Bohrarbeiten</i>	66
5.2	Einrichten des Bohrplatzes	68
5.2.1	<i>Festlegung der Bohrpunkte</i>	68
5.2.2	<i>Feststellen von Bohrhindernissen</i>	69
5.2.3	<i>Baustelleneinrichtung</i>	71
5.3	Drehendes direktes Spülbohren	73
5.3.1	<i>Spülung</i>	82
5.4	Drehschlagendes direktes Spülbohren (Imlochhammerbohren)	89
5.4.1	<i>Ablauf der Bohrung</i>	90
5.4.2	<i>Arbeitsweise von Imlochhämmern</i>	93
5.4.3	<i>Bohrparameter</i>	96
5.4.4	<i>Doppelkopfbohren</i>	97
6	Bohrprobenentnahme und Ansprache	103
6.1	Bohrprobenentnahme	103
6.2	Probenansprache	107
6.3	Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis	112
7	Erdwärmesonden und deren Einbau	117
7.1	Materialarten und Konstruktionen	117
7.2	Umgang mit HD-PE-Rohren	121
7.3	Schweißen von HD-PE-Rohren	122
7.4	Einbauverfahren	123
8	Verpressen von Erdwärmesonden	127
8.1	Aufgaben	127
8.2	Verpressmaterialien	127
8.3	Suspensionsrezepte	131
8.4	Misch- und Verpresseinrichtungen	134
8.5	Verpressarbeiten	137
8.5.1	<i>Ringraumhinterfüllung in Bohrungen mit Verlusten</i>	139
8.5.2	<i>Ringraumhinterfüllung bei Grundwasserzulauf</i>	141
8.6	Kontrolle und Dokumentation der Verpressarbeiten	142
9	Horizontale Anschlussarbeiten	145
9.1	Aufgabe	145
9.2	Hinweise zur horizontalen Anbindung	145
9.3	Verlege- und Grabarbeiten	148
9.4	Verteiler und Anschlussarbeiten	149
9.5	Befüllen und Spülen der Erdwärmesonde	152
9.5.1	<i>Wärmeträgerfluid – Wasser-Glykol-Mischung</i>	152
9.5.2	<i>Wärmeträgerfluid – Wasser</i>	156

10 Durchfluss- und Druckprüfung/ Druckabfallprüfung	159
11 Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlagen	165
12 Dokumentation	171
12.1 Protokoll zur Baustellenvorbereitung	172
12.2 Schichtenverzeichnis in Anlehnung an DIN EN 22475	173
12.3 Kopfblatt/Bohrablaufprotokoll/Feldbericht/gemäß DIN EN 22475-1	174
12.4 Schichtenprofil mit Ausbauezeichnung	175
12.5 Verpressprotokoll	176
12.6 Druckprüfungsprotokoll	177
12.6.1 <i>Druckprüfungsprotokoll nach VDI 4640</i>	177
12.6.2 <i>Druckprüfungsprotokoll in Anlehnung an DIN 805</i> <i>(ehemals DIN V 4279-7)</i>	178
12.7 Anlageninstallationsprotokoll	179
12.8 Lageplan mit Lage der Bohrpunkte und Leitungsführung	180
12.9 Durchführungsplan für geothermische Bohrungen	181
12.10 Spülungsprotokoll	182
13 Kriterien und Inhalte des Qualitätsmanagements für Erdwärmesondenbohrungen	183
13.1 Verfahrensablauf Einbau und Hinterfüllung einer Erdwärmesonde	185
13.2 PE-Schweißen mit Elektroschweißfittings	189
13.3 Mögliche Probleme bei Erdwärmesondenbohrungen	191
14 Stichwortverzeichnis	197
15 Literaturverzeichnis	201