

Dieser Text ist entnommen aus dem Fachbuch:



Roland Koenigsdorff

## **Oberflächennahe Geothermie für Gebäude**

Grundlagen und Anwendungen  
zukunftsfähiger Heizung und Kühlung

2011, 323 S., 132 Abb., 40 Tab., Gebunden  
ISBN 978-3-8167-8271-1 | Fraunhofer IRB Verlag

Für weitere Informationen, für die Durchführung von Downloads  
oder zur Buchbestellung klicken Sie bitte hier:

[Koenigsdorff, Oberflächennahe Geothermie für Gebäude](#)

Fraunhofer IRB Verlag  
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

Postfach 80 04 69  
70504 Stuttgart

Telefon +49(0) 7 11 / 9 70-25 00

Telefax +49(0) 7 11 / 9 70-25 08

© Fraunhofer IRB Verlag. Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung gestattet.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> . . . . .	<b>5</b>
<b>1 Einleitung</b> . . . . .	<b>11</b>
<b>2 Grundlagen der geothermischen Energienutzung</b> . . . . .	<b>16</b>
2.1 Energiehaushalt der Erde und Geothermie . . . . .	16
2.2 Thermische und hydraulische Eigenschaften des Untergrundes . . . . .	18
2.3 Tiefe Geothermie . . . . .	32
2.4 Oberflächennahe Geothermie . . . . .	35
<b>3 Wärmepumpen und Kältemaschinen</b> . . . . .	<b>37</b>
3.1 Physikalisches Funktionsprinzip . . . . .	38
3.2 Wärmepumpensysteme und Bauarten . . . . .	46
3.2.1 Kompressionswärmepumpen . . . . .	46
3.2.2 Absorptionswärmepumpen . . . . .	50
3.2.3 Weitere Typen von Wärmepumpen . . . . .	51
3.3 Bezeichnung, Kenngrößen und Einsatzbereiche von Wärmepumpen . . . . .	52
3.3.1 Bezeichnung von Wärmepumpen . . . . .	52
3.3.2 Energetische Kenngrößen . . . . .	53
3.3.3 Einsatzbereiche und -grenzen . . . . .	58
<b>4 Oberflächennahe geothermische Quellensysteme</b> . . . . .	<b>62</b>
4.1 Genehmigungsfragen . . . . .	63
4.2 Brunnenanlagen . . . . .	66
4.2.1 Systembeschreibung und Funktionsweise . . . . .	66
4.2.2 Planung und Bemessung . . . . .	70
4.2.3 Ausführung und Inbetriebnahme . . . . .	74
4.2.4 Betrieb . . . . .	77
4.3 Erdwärmesonden . . . . .	78
4.3.1 Systembeschreibung und Funktionsweise . . . . .	78

4.3.2	Planung und Bemessung . . . . .	82
4.3.3	Ausführung und Inbetriebnahme . . . . .	102
4.3.4	Thermal Response Test (TRT). . . . .	108
4.3.5	Betrieb . . . . .	110
4.4	Erdwärmekollektoren . . . . .	111
4.4.1	Systembeschreibung und Funktionsweise. . . . .	111
4.4.2	Planung und Bemessung. . . . .	113
4.4.3	Ausführung, Inbetriebnahme und Betrieb . . . . .	123
4.5	Energiepfähle und sonstige erdberührte Bauteile . . . . .	127
4.5.1	Systembeschreibung und Funktionsweise. . . . .	127
4.5.2	Planung und Bemessung. . . . .	129
4.5.3	Ausführung, Inbetriebnahme und Betrieb . . . . .	131
4.6	Luft-Erdwärmetauscher. . . . .	132
4.6.1	Systembeschreibung und Funktionsweise. . . . .	132
4.6.2	Planung und Bemessung. . . . .	137
4.6.3	Ausführung, Inbetriebnahme und Betrieb . . . . .	144
4.6.4	Alternative Systeme zur geothermischen Luft-Vorkonditionierung . . . . .	147
4.7	Sondersysteme . . . . .	148
<b>5</b>	<b>Gebäude- und Systemtechnik für die Nutzung oberflächennaher Geothermie . . . . .</b>	<b>152</b>
5.1	Aspekte der Systemplanung . . . . .	152
5.2	Betriebsweisen von Wärmepumpen. . . . .	155
5.3	Geothermie- und wärmepumpengerechte Wärme- und Kälteverbraucher . . . . .	158
5.3.1	Raumheiz- und -kühlflächen . . . . .	158
5.3.2	Raumlufttechnische Anlagen. . . . .	167
5.3.3	Trinkwassererwärmung . . . . .	168
5.4	Systemtechnik . . . . .	174
5.4.1	Wärmepumpenheizung . . . . .	174

5.4.2	Direkte geothermische Kühlung und integrierte Wärme- und Kältenutzung . . . . .	180
5.4.3	Einbindung thermischer Solaranlagen . . . . .	183
5.4.4	Einsatz in Bestandsgebäuden . . . . .	185
5.5	Betrieb, Regelung und Automatisierung, Überwachung und Monitoring .	188
<b>6</b>	<b>Berechnungs- und Simulationsverfahren für Erdwärmesonden . . . . .</b>	<b>197</b>
6.1	Numerische Simulation geothermischer Quellensysteme . . . . .	197
6.2	Simulation auf Basis analytischer Lösungen («g-functions») . . . . .	201
6.3	Handrechenverfahren und Software GEO-HAND <sup>light</sup> . . . . .	209
6.4	Auslegung von Erdwärmesonden mit GEO-HAND <sup>light</sup> . . . . .	220
6.4.1	Ermittlung der Basisdaten: geothermisches Lastprofil eines Einfamilienhauses . . . . .	220
6.4.2	Auslegung einer Einzelsonde für reinen Heizbetrieb (Basisfall) . . . . .	222
6.4.3	Sensitivitätsanalyse: Einfluss verschiedener Randbedingungen . . . . .	224
6.4.4	Sondenauslegung auf verschiedene Temperaturgrenzen und Frostfreiheit	227
6.4.5	Gegenseitige Beeinflussung von Erdwärmesonden: Sondenfeld . . . . .	228
6.4.6	Sommerliche Regeneration und direkte geothermische Kühlung . . . . .	231
6.4.7	Bivalenter Anlagenbetrieb . . . . .	237
6.4.8	Sonden mit geringem Bohrlochwiderstand . . . . .	238
6.4.9	Berechnungen mit EED und Vergleich mit GEO-HAND <sup>light</sup> . . . . .	240
6.5	Berechnung und Simulation von Gesamtsystemen . . . . .	242
<b>7</b>	<b>Projektbeispiele . . . . .</b>	<b>246</b>
7.1	Gebhard-Müller-Schule in Biberach a. d. Riß . . . . .	246
7.2	Bürogebäude der Drees & Sommer-Gruppe in Stuttgart-Vaihingen . . . . .	253
7.3	EnBW Zentrum Oberschwaben in Biberach a. d. Riß . . . . .	258
7.4	Wohnhaus mit Erdwärmesonden in Untersiggenthal (CH) . . . . .	261
7.5	Gebäude mit Erdwärmekörpern in Bad Schussenried . . . . .	265
7.6	Passivhausschule Günzburg . . . . .	268

7.7	Power Tower in Linz. . . . .	271
7.8	Jordanbad in Biberach a. d. Riß. . . . .	273
<b>8</b>	<b>Ökonomische und ökologische Bewertung . . . . .</b>	<b>276</b>
8.1	Energieeffizienz oberflächennaher Geothermie- und Wärmepumpenanlagen . . . . .	276
8.2	Wirtschaftlichkeit der Nutzung oberflächennaher Geothermie . . . . .	281
8.3	Ökologische Aspekte von Wärmepumpen und Anlagen zur Nutzung oberflächennaher Geothermie . . . . .	293
8.3.1	Grundwasser und Untergrund. . . . .	294
8.3.2	Luftschadstoffe und Treibhausgase. . . . .	298
8.3.3	Primärenergie und Exergie . . . . .	302
8.4	Zusammenfassende Bewertung und Empfehlungen . . . . .	308
	<b>Literatur- und Quellenverzeichnis. . . . .</b>	<b>313</b>
	<b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>	<b>327</b>