

# Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Vorwort zur 4. Auflage .....</b>                          | <b>V</b>  |
| <b>1 Einführung .....</b>                                    | <b>1</b>  |
| 1.1 Geothermische Potenziale .....                           | 3         |
| 1.2 Einteilung der Möglichkeiten zur Erdwärmennutzung.....   | 6         |
| <b>2 Wärmebilanzen .....</b>                                 | <b>9</b>  |
| <b>3 Einige Probleme der Wärmeleitung .....</b>              | <b>11</b> |
| 3.1 Wärmeleitungsgleichung .....                             | 11        |
| 3.2 Dimensionsanalyse.....                                   | 13        |
| 3.3 Quellentheorie.....                                      | 14        |
| 3.4 Punktquelle .....  | 14        |
| 3.5 Linienquelle.....  | 16        |
| 3.6 Zylinderquelle .....                                     | 18        |
| 3.7 Näherungsverfahren und numerische Lösungsverfahren ..... | 21        |
| <b>4 Thermal-Response-Test .....</b>                         | <b>25</b> |
| <b>5 Sonden und Sondenfelder .....</b>                       | <b>29</b> |
| 5.1 Berechnungsgrundlagen .....                              | 29        |
| 5.2 Linienförmige Sonden .....                               | 30        |
| 5.3 „Flache“ Sonden („Spiralkollektoren“) .....              | 35        |
| 5.4 Unregelmäßige Feldanordnungen.....                       | 42        |
| <b>6 Konvektion und Grundwasserströmung .....</b>            | <b>45</b> |
| 6.1 Konvektiver Wärmestrom .....                             | 45        |
| 6.2 Das „hydrogeologische“ Dreieck .....                     | 46        |
| 6.3 Hydrogeologische Atlanten.....                           | 48        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>7</b>  | <b>Brunnenanlagen .....</b>                         | <b>53</b> |
| 7.1       | Hinweise zum Brunnenbau.....                        | 53        |
| 7.2       | Bemessungsfragen.....                               | 54        |
| <b>8</b>  | <b>Thermische Eigenschaften von Gesteinen .....</b> | <b>59</b> |
| 8.1       | Oberflächennaher Temperaturverlauf .....            | 59        |
| 8.2       | Wärmetechnische Stoffwerte von Gesteinen .....      | 60        |
| <b>9</b>  | <b>Tiefe Geothermie .....</b>                       | <b>65</b> |
| 9.1       | Das HDR-Verfahren - Prinzip .....                   | 65        |
| 9.2       | Standortbewertung .....                             | 67        |
| 9.3       | ORC-Prozess.....                                    | 70        |
| 9.4       | Kalina-Prozess .....                                | 73        |
| 9.5       | Arbeitsmittel und Wirkungsgrad .....                | 75        |
| <b>10</b> | <b>Flache Geothermie (bis 100 m Tiefe) .....</b>    | <b>79</b> |
| 10.1      | Sondenbauformen.....                                | 79        |
| 10.2      | Bohrtechnik .....                                   | 85        |
| <b>11</b> | <b>Erdwärmespeicher .....</b>                       | <b>89</b> |
| 11.1      | Mögliche Bauarten.....                              | 89        |
| 11.2      | Laden und Entladen von Erdwärmespeichern .....      | 92        |
| 11.3      | Berechnung .....                                    | 93        |
| 11.4      | Lastmanagement.....                                 | 96        |
| <b>12</b> | <b>Planungstools für die flache Geothermie.....</b> | <b>99</b> |
| 12.1      | Systematik der Planung.....                         | 99        |
| 12.2      | VDI 4640.....                                       | 100       |
| 12.3      | SIA 384/6.....                                      | 102       |
| 12.4      | ASHRAE-Tabellenkalkulation .....                    | 105       |

|             |   |            |
|-------------|---|------------|
| <b>12.5</b> | <b>Planungssoftware .....</b>                           | <b>108</b> |
| 12.5.1      | Berechnungen nach der Quellentheorie: EED, EWS .....    | 108        |
| 12.5.2      | Finite-Elemente-Rechnungen: TRNSYS, ANSYS, FEFLOW ..... | 108        |
| <b>12.6</b> | <b>Berechnungsbeispiel .....</b>                        | <b>109</b> |
| <b>13</b>   | <b>Oberflächennahe Sonden/Kollektoren.....</b>          | <b>113</b> |
| 13.1        | Sonden („Spiralkollektoren“) .....                      | 113        |
| 13.2        | Kollektorfelder .....                                   | 115        |
| 13.3        | Berechnungsbeispiel.....                                | 117        |
| <b>14</b>   | <b>Luftkollektoren .....</b>                            | <b>123</b> |
| 14.1        | Konstruktive Hinweise .....                             | 123        |
| 14.2        | Berechnung .....  | 124        |
| 14.3        | Beispiel .....  | 126        |
| <b>15</b>   | <b>Heizungs- und Kühlungssysteme .....</b>              | <b>129</b> |
| 15.1        | Wärmepumpenheizung.....                                 | 130        |
| 15.2        | Kühlung.....  | 132        |
| 15.3        | Kombinierte (gekoppelte) Systeme.....                   | 133        |
| 15.4        | Heiz- und Kühlflächen und ihre Berechnung .....         | 135        |
| 15.5        | Überlegungen zur Regelungsstrategie .....               | 140        |
| 15.6        | Berechnungsbeispiel .....                               | 141        |
| <b>16</b>   | <b>FAQ .....</b>  | <b>143</b> |
|             | <b>Literatur .....</b>                                  | <b>149</b> |
|             | <b>Stichwortverzeichnis .....</b>                       | <b>155</b> |