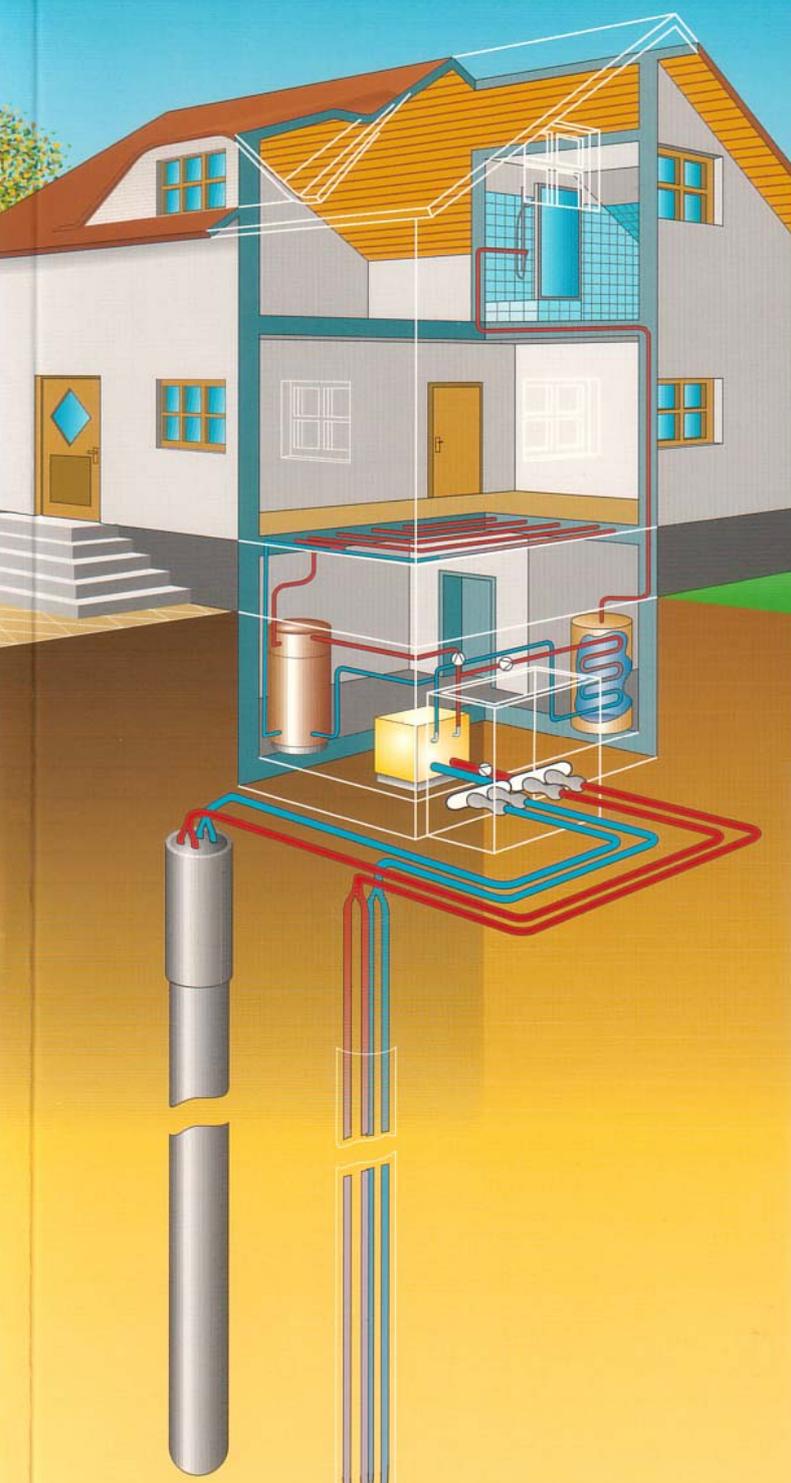


BAUWESEN

DIN

PRAXIS



Jürgen Bonin

# Handbuch Wärmepumpen

Planung und Projektierung

Beuth

## Vorwort

Aufgrund der stetig steigenden Energiekosten wird es immer notwendiger, regenerative Energien einzusetzen – zumal dies nun auch vom Gesetzgeber vorgeschrieben wird. Die nobelste regenerative Energie ist dabei die Erdwärme, zumal diese für alle vor der Haustüre kostenlos zur Verfügung steht.

Nun gilt es zu prüfen, ob die Nutzung dieser Erdwärme sinnvoll ist. Dazu sind Architekten, Planer, Energieberater, Handwerker, Brunnenbauer, kurz alle, die mit dem Gewerk zu tun haben, gefragt, dies zu überprüfen und entsprechend beratend tätig zu werden.

Seit über 10 Jahren bin ich als Handelsvertreter und Hersteller auf dem Gebiet des ökologischen Heizens, einschl. Wärmepumpen und Wärmepumpensysteme, tätig. Im Rahmen meiner beratenden Tätigkeit habe ich meine Schulungs- und Projektierungsunterlagen stets weiterentwickelt. Auf dieser Basis und im Zuge einer Lehrtätigkeit bei der HWK (Handwerkskammer) Oberhausen ist nun dieses Handbuch für die Projektierung von Wärmepumpenanlagen entstanden.

Mit diesem Buch wird dem Anwender, vom Planer bis zum Betreiber, die Möglichkeit an die Hand gegeben, möglichst schnell, übersichtlich und verständlich alle wichtigen und gewünschten Informationen zu bekommen. Viele Bilder und Beispiele veranschaulichen die geschilderten Informationen.

Ein kleiner Auszug soll auch die Notwendigkeit zur Nutzung regenerativer Energien verdeutlichen. Dafür gewinnt die Wärmepumpe zunehmend an Bedeutung, weil sie – richtig dimensioniert – einen wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz leisten kann. Nicht zu vernachlässigen sind auch die wirtschaftlichen Aspekte, aufgrund derer die Nachfrage an Wärmepumpen stark zunimmt. Falsch projektierte Wärmepumpenanlagen können genau das Gegenteil der erwünschten Effekte bewirken.

Dieses Buch beinhaltet etliche Projektierungsbeispiele, die auf realen, aktuellen Daten und Angaben basieren.

Die Erfahrungen zeigen, dass insbesondere bei Wärmepumpenanlagen sehr häufig Fehler aus Unkenntnis gemacht werden. Um diesen zu begegnen und um Informationen zu vermitteln und Wissenslücken zu schließen, bieten die HWK und auch andere Schulungszentren nun Lehrgänge an.

Beim Schreiben dieses Buches war es mein Bestreben, den neuesten Stand der Technik sowie auch die derzeit gültigen Gesetze und Vorschriften vollumfänglich zu berücksichtigen. Weil bekanntlich die technischen Erkenntnisse sowie auch die Technik sich ständig ändern, aber auch die gesetzlichen Bestimmungen häufigen Änderungen unterliegen und nicht zuletzt auch Fehler nicht auszuschließen sind, wird keine Gewähr für die Richtigkeit oder Vollständigkeit übernommen. Gleiches gilt für technische Angaben verschiedener Hersteller, die nur beispielhaft angewendet werden. Grundsätzlich sind bei später zu projektierenden Wärmepumpenanlagen die Angaben und Daten des jeweiligen Herstellers zu beachten und vorrangig gültig. Gleiches gilt auch für geänderte Gesetze und Richtlinien.

Letztendlich danke ich bei dieser Gelegenheit meiner Frau Heidemarie sowie auch allen Partnern, Kunden und Kollegen für zahlreiche Hinweise, Korrekturen und Tipps sowie dem Ing.-Büro und Wärmepumpeninstitut LOHRConsult sowie auch weiteren Partnern und Herstellern für die zur Verfügung gestellten Unterlagen. Ebenso danke ich dem Beuth Verlag für die Publikation dieses Buches.

Es wünscht Ihnen viel Erfolg bei den zu planenden Wärmepumpenanlagen

*Ihr Jürgen Bonin*

# Inhalt

	Seite
1	<b>Einleitung</b> ..... 1
2	<b>Betrachtungen zur Ökologie und Ökonomie</b> ..... 3
2.1	Auswirkungen auf die Umwelt ..... 3
2.2	Betrachtungen zur Ökonomie – Entwicklung der Energiekosten ..... 5
2.3	Woher die Erdwärme kommt ..... 7
3	<b>Was ist eine Wärmepumpe und wie funktioniert sie?</b> ..... 9
3.1	Warum heißt die Wärmepumpe „Wärmepumpe“? ..... 9
3.2	Aufbau einer Wärmepumpe und deren Komponenten ..... 10
3.3	Der technische Kältekreislauf und die Funktion der Wärmepumpe ..... 11
3.4	Der Regler ..... 15
3.5	Der Kältekreislauf im p-h-Diagramm ..... 16
3.6	Das Kältemittel ..... 17
3.7	Eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe ..... 21
3.8	Eine Sole-Wasser-Wärmepumpe ..... 22
3.8.1	Eine Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden ..... 23
3.8.2	Eine Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdkollektoren ..... 24
3.9	Wärmepumpen mit Direktverdampfer ..... 25
3.10	Eine Luft-Wasser-Wärmepumpe ..... 26
3.10.1	Kompaktanlagen ..... 27
3.10.2	Splitanlagen ..... 27
3.11	Boiler-Wärmepumpen ..... 28
3.12	Boiler-Wärmepumpen mit Wärmerückgewinnung aus der Fortluft ..... 28
3.13	Kühlen mit einer Wärmepumpe ..... 28
3.13.1	Die „freie Kühlung“ ..... 29
3.13.2	Reversibel arbeitende Wärmepumpe zum aktiven Kühlen ..... 30
3.14	Gasmotor-Wärmepumpe ..... 31
3.15	Absorptionswärmepumpen ..... 32
4	<b>Leistung einer Wärmepumpe</b> ..... 35
4.1	<b>Leistungszahl</b> ..... 35
4.1.1	Leistungszahl einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe ..... 38
4.1.2	Leistungszahl einer Sole-Wasser-Wärmepumpe ..... 38
4.1.3	Vergleich der Leistungszahl $\epsilon$ einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe mit einer Sole-Wasser-Wärmepumpe ..... 38
4.1.4	Leistungszahl einer Luft-Wasser-Wärmepumpe ..... 39
4.2	<b>Jahresarbeitszahl</b> ..... 39
4.2.1	Die Jahresarbeitszahl einer Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlage ..... 40
4.2.2	Die Jahresarbeitszahl einer Sole-Wasser-Wärmepumpenanlage ..... 41
4.2.3	Die Jahresarbeitszahl einer Luft-Wasser-Wärmepumpenanlage ..... 43
4.2.4	Berechnung der Jahresarbeitszahl gem. VDI 4650 ..... 43
4.2.5	Beispielberechnung der Jahresarbeitszahl einer Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlage ..... 44
4.3	<b>Energieaufwandszahl <math>e_p</math></b> ..... 45

<b>5</b>	<b>Projektierung einer Wärmepumpenanlage</b> .....	47
<b>5.1</b>	<b>Ermittlung der Leistung einer Wärmepumpe</b> .....	48
5.1.1	Ermittlung der Leistung einer Wärmepumpe für einen Neubau .....	48
5.1.2	Ermittlung der Leistung einer Wärmepumpe für den Baubestand .....	51
5.1.3	Wärmepumpen im Baubestand mit Fußbodenheizung und Heizkörpern .....	51
5.1.4	Ermittlung der Leistung einer Wärmepumpe für Industriehallen .....	52
5.1.5	Berechnungsbeispiel der Heizleistung eines Einfamilienhauses gem. Wärmegesetz .....	55
5.1.6	Ermittlung der Leistung einer Wärmepumpe für ein Schwimmbad .....	57
5.1.7	Wärmepumpen im gewerblichen Einsatz .....	57
5.1.8	Wärmepumpen in Wohnsiedlungen und Wärmepumpengroßanlagen .....	59
5.1.8.1	Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlage(n) .....	59
5.1.8.2	Sole-Wasser-Wärmepumpenanlage(n) .....	60
5.1.8.3	Luft-Wasser-Wärmepumpenanlage(n) .....	62
5.1.9	Wärmepumpen für hoch isolierte Häuser und Passivhäuser .....	63
<b>5.2</b>	<b>Projektierung von Wärmepumpenanlagen</b> .....	64
5.2.1	Projektierung einer Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlage .....	64
5.2.1.1	Geologische Bedingungen .....	65
5.2.1.2	Die Wasserqualität .....	66
5.2.1.3	Förder- und Schluckbrunnen .....	67
5.2.1.4	Eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe auch bei Eisen/Mangan im Wasser .....	68
5.2.2	Projektierungsbeispiel einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe .....	69
<b>5.3</b>	<b>Projektierung einer Sole-Wasser-Wärmepumpe</b> .....	70
5.3.1	Berechnung der Kälteleistung .....	70
5.3.2	Erdsonden .....	71
5.3.2.1	Projektierung von Erdsonden .....	72
5.3.2.2	Erstellen von Erdsonden .....	75
5.3.3	Projektierungsbeispiel einer Sole-Wasser-Wärmepumpenanlage mit Erdsonden .....	76
5.3.4	Projektierung von Erdkollektoren .....	79
5.3.5	Projektierung von Energiekörben .....	81
5.3.6	Projektierungsbeispiel einer Sole-Wasser-Wärmepumpenanlage mit Erdkollektoren .....	81
<b>5.4</b>	<b>Projektierung einer Luft-Wasser-Wärmepumpenanlage</b> .....	84
5.4.1	Projektierungsbeispiel einer Luft-Wasser-Wärmepumpenanlage .....	84
<b>5.5</b>	<b>Gegenüberstellung von Wasser-Wasser-Wärmepumpen, Sole-Wasser-Wärmepumpen und Luft-Wasser-Wärmepumpen</b> .....	85
<b>5.6</b>	<b>Qualitätsmerkmale einer Wärmepumpe</b> .....	85
<b>5.7</b>	<b>Projektierung der Elektroinstallation einer Wärmepumpe</b> .....	86
<b>5.8</b>	<b>Beantragungen und Genehmigungen von Wärmepumpenanlagen</b> .....	86
<b>5.9</b>	<b>Förderungen von Wärmepumpenanlagen</b> .....	88

	Seite
<b>12</b>	<b>Häufige Fehler bei Wärmepumpen</b> ..... 135
12.1	Fehler beim Brunnenbau ..... 135
12.2	Fehler bei Erdsonden/Erdkollektoren ..... 135
12.3	Fehler bei der Hydraulik ..... 136
12.4	Fehlermeldungen und deren mögliche Ursachen ..... 136
<b>13</b>	<b>Schlussbetrachtungen und Aussichten</b> ..... 139
<b>14</b>	<b>Übungsaufgaben</b> ..... 141
14.1	Projektierung einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe ..... 150
14.2	Projektierung einer Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden ..... 152
14.3	Projektierung einer Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdkollektoren ..... 153
14.4	Projektierung einer größeren Wärmepumpenanlage ..... 154
14.5	Berechnung verschiedener Energieaufwandszahlen ..... 156
14.5.1	Berechnung der Energieaufwandszahl eines EFH mit einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe für die Beheizung des Gebäudes, einschließlich Warmwasserbereitung ..... 156
14.5.2	Berechnung der Energieaufwandszahl eines EFH mit einer Sole-Wasser-Wärmepumpe für die Beheizung des Gebäudes mit elektrischer Warmwasserbereitung mittels Elektroheizstab ..... 156
<b>15</b>	<b>Fragen</b> ..... 157
<b>16</b>	<b>Beispiele Wärmepumpenanlagen</b> ..... 159
<b>17</b>	<b>Lösungen zu den Übungsaufgaben aus Kapitel 14</b> ..... 161
17.1	Projektierung einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe (Aufgabe 14.1) ..... 161
17.2	Projektierung einer Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden (Aufgabe 14.2) ..... 169
17.3	Projektierung einer Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdkollektoren (Aufgabe 14.3) ..... 175
17.4	Projektierung einer größeren Wärmepumpenanlage (Aufgabe 14.4) ..... 181
17.5	Berechnung verschiedener Energieaufwandszahlen (Aufgabe 14.5) ..... 194
17.5.1	Berechnung der Energieaufwandszahl $e_p$ eines EFH mit einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe für die Beheizung des Gebäudes, einschließlich Warmwasserbereitung ..... 194
17.5.2	Berechnung der Energieaufwandszahl $e_p$ eines EFH mit einer Sole-Wasser-Wärmepumpe für die Beheizung des Gebäudes mit elektrischer Warmwasserbereitung mittels Elektroheizstab ..... 194
<b>18</b>	<b>... und Antworten</b> ..... 197
<b>19</b>	<b>Bildquellenverzeichnis</b> ..... 201
<b>20</b>	<b>Tabellenquellenverzeichnis</b> ..... 206
<b>21</b>	<b>Adressen</b> ..... 207
	<b>Inserentenverzeichnis</b> ..... 208

## Handbuch Wärmepumpen

Der besondere Wert dieser Publikation zur Planung und Projektierung von Wärmepumpenanlagen liegt in einer herstellerneutral gehaltenen Informationsaufbereitung: Fachkräfte der Baubranche erhalten so eine Faktenquelle zum Vergleichen möglichst vieler Systeme und Möglichkeiten. Zudem werden alternative Energiequellen zur Heizungsumstellung vorgestellt – was gerade in Zeiten hoher Energiekosten von großem Vorteil ist. Schwerpunkte im Überblick: Ökologische und wirtschaftliche Aspekte, Einführung in die Kältetechnik, Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlagen, Sole-Wasser-Wärmepumpenanlagen, Luft-Wasser-Wärmepumpenanlagen, Projektierung aller erforderlichen Komponenten sowie Projektierungsbeispiele (Aufgaben und Lösungen).

ISBN 978-3-410-17092-1



9 783410 170921

[www.beuth.de](http://www.beuth.de)