

Bernhard Weyres-Borchert
Bernd-Rainer Kasper

Solare Wärme

Technik – Planung – Hausanlage



Fraunhofer IRB ■ Verlag

 **BINE**
Informationsdienst

BINE-Fachbuch

Bernhard Weyres-Borchert, Bernd-Rainer Kasper

Solare Wärme

BINE-Fachbuch

Solare Wärme

Technik – Planung – Hausanlage

Die Autoren:

Bernhard Weyres-Borchert
Bernd-Rainer Kasper

Kapitel zur Forschungsförderung:
Dr. Harald Drück

Herausgeber



Leibniz-Institut für
Informationsinfrastruktur



BINE Informationsdienst berichtet über Themen der Energieforschung: Neue Materialien, Systeme und Komponenten, innovative Konzepte und Methoden. BINE-Leser werden so über Erfahrungen und Lerneffekte beim Einsatz neuer Technologien in der Praxis informiert. Denn erstklassige Informationen sind die Grundlage für richtungsweisende Entscheidungen, sei es bei der Planung energetisch optimierter Gebäude, der Effizienzsteigerung industrieller Prozesse oder bei der Integration erneuerbarer Energien in bestehende Systeme.

BINE Informationsdienst ist ein Service von FIZ Karlsruhe GmbH und wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert.

Für weitere Fragen steht Ihnen zur Verfügung:

Anna Durst (Redaktion)

BINE Informationsdienst, FIZ Karlsruhe GmbH, Büro Bonn

Kaiserstraße 185–197, 53113 Bonn

Tel. +49 2 28 92379-0, E-Mail: bine@fiz-karlsruhe.de, www.bine.info

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über www.dnb.de abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-8167-9149-2 | ISBN (E-Book): 978-3-8167-9150-8

Layout: Dietmar Zimmermann | Umschlaggestaltung: Martin Kjer | Herstellung: Angelika Schmid | Satz: Fotosatz Buck, Kumhausen | Druck: BELTZ, Bad Langensalza

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürfen. Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Titelbild: Kara / Fotolia.com

Umschlagrückseite: DGS Leitfaden Solarthermische Anlagen

© FIZ Karlsruhe – Leibniz-Institut für Informationsinfrastruktur GmbH, 2015

Verlag und Vertrieb:

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 7 11 9 70-25 00

Telefax +49 7 11 9 70-25 08

irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	8
1 Bedeutung der Solarthermie in einem zukünftigen Strom-Wärme-System	9
2 Das Strahlungsangebot der Sonne	15
2.1 Jahreszeitliche und wetterbedingte Schwankungen	15
2.2 Einfluss von Ausrichtung und Neigung von Empfangsflächen	16
2.3 Einfluss von Verschattung	19
2.3.1 Temporäre Verschattung	19
2.3.2 Verschattungsanalyse	19
3 Wie funktioniert eine thermische Solaranlage?	23
3.1 Solare Trinkwassererwärmung	24
3.2 Solare Heizungsunterstützung	25
4 Komponenten	27
4.1 Kollektoren	27
4.1.1 Unverglaste Kollektoren	27
4.1.2 Flachkollektoren	28
4.1.3 Luftkollektoren	33
4.1.4 Vakuumröhrenkollektoren	33
4.1.5 Vakuumflachkollektoren	37
4.1.6 PVT-Kollektoren	38
4.2 Wärmespeicher	39
4.2.1 Arten der Wärmespeicherung	39
4.2.2 Trinkwasserspeicher	42
4.2.3 Kombispeicher	45
4.2.4 Heizungspufferspeicher	47
4.2.5 Speichermaterialien und -bauweisen	47
4.2.6 Wärmeübertrager	51
4.2.7 Kennwerte	52
4.2.8 Auslegung	53
4.3 Verrohrung und Regelung	54
4.3.1 Rohrleitungen	54
4.3.2 Regelung und Wärmemengenmessung	56
5 Solarthermische Systeme	59
5.1 Systeme zu Trinkwassererwärmung	59
5.2 Systeme zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung	62
5.2.1 Günstige Rahmenbedingungen	63
5.2.2 Systeme zur Heizungsunterstützung mit Kurzzeitspeicher	65
5.2.3 Systeme mit Saisonspeicher	70
5.3 Nachheizung	77

5.4	Gebäudesanierung und Solarthermie	78
5.5	Mehrfamilienhäuser, Geschosswohnungsbau und Gewerbe	80
5.5.1	Durchflusssysteme (Pufferspeicherentladung im Durchflussprinzip)	81
5.5.2	Speicherladesysteme.	82
5.5.3	Solare Energie-Zentrale (SEZ).	83
5.5.4	Solare Prozesswärme	84
6	Planung und Dimensionierung	87
6.1	Kundenwunsch und Einflussgrößen	87
6.1.1	Solarer Deckungsanteil und Systemnutzungsgrad	88
6.2	Faustformeln	90
6.3	Simulationsprogramme.	95
6.4	Häufige Planungsfehler.	96
7	Montage, Inbetriebnahme und Wartung	98
7.1	Kollektormontage.	98
7.1.1	Montage auf ein geneigtes Dach	98
7.1.2	Montage auf ein Flachdach	100
7.1.3	Verschattung durch mehrere Kollektorreihen	100
7.1.4	Montage an der Fassade.	101
7.1.5	Aufbau des Kollektorfeldes.	102
7.1.6	Montage der weiteren Anlagenkomponenten.	103
7.1.7	Montage der Messfühler und des Reglers.	108
7.2	Häufige Montagefehler	108
7.3	Inbetriebnahme und Abnahme.	114
7.3.1	Spülen des Solarkreises.	114
7.3.2	Dichtigkeitsprüfung	115
7.3.3	Befüllen mit Solarflüssigkeit und Entlüften	115
7.3.4	Einstellen von Pumpe und Regelung	116
7.3.5	Abnahme der Anlage	116
7.4	Wartungsarbeiten.	117
8	Kosten, Nutzen, Wirtschaftlichkeit	118
8.1	Systemkosten	118
8.2	Zu erwartende Energieeinsparung	119
8.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	121
8.3.1	Verfahren der Wirtschaftlichkeitsrechnung	121
8.3.2	Kostenarten	123
8.3.3	Die Verfahren im Einzelnen.	123
8.4	Energierücklaufzeit.	126
8.5	Förderprogramme.	127
9	Qualitätssicherung	129
9.1	Prüfsiegel und Gütezeichen	129
9.2	Konzept »Garantierte Erträge«	130

10	Rechtliche Rahmenbedingungen	134
10.1	Energieeinsparverordnung (EnEV) 2013/14 – Wohngebäude	134
10.2	Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz (EEWärmeG)	139
10.3	Öko-Design-Richtlinie	142
11	Praxisbeispiele	144
	Solarthermische Anlage zur Trinkwassererwärmung für ein Einfamilienhaus	145
	Solarthermische Anlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung für ein Einfamilienhaus (Beispiel 1)	146
	Solarthermische Anlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung für ein Einfamilienhaus (Beispiel 2)	147
	Sonnenhaus	148
	Konzept eTank	149
	Eisspeicher	150
12	Ziele der Forschungsförderung	151
12.1	Forschungsergebnisse	152
12.2	Forschungsförderung Solarthermie – Organisation und Budgets	153
12.3	Europäische Solarthermieforschung	154
13	Zitierte Literatur und Abbildungsverzeichnis	155
13.1	Zitierte Literatur	155
13.2	Abbildungsverzeichnis	156
14	Forschungsvorhaben der Bundesregierung	158
14.1	Laufende und kürzlich abgeschlossene Forschungsvorhaben	158
14.2	Forschungsberichte	161
15	Weiterführende Literatur	163
16	Autoren	168

Vorwort

Die Solarthermie erlebte 2008 einen regelrechten Boom. Danach entwickelte sie sich in Deutschland und in Europa nur langsam weiter. Das schwierige Marktumfeld für die Solarthermie: Die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Quellen führt seitdem ein Nischendasein. Ein Grund hierfür ist die Unkenntnis über die Entwicklungspotenziale der Solarthermie-Technik. Aber auch durch die starke Kostenreduktion von Photovoltaik-Modulen, günstige Förderbedingungen sowie niedrige Energiepreise konventioneller Wärmeerzeugung ist eine Konkurrenz entstanden.

Rund die Hälfte des Energiebedarfs fallen bei der Wärmeerzeugung an. Die Niedertemperatur-Solarthermie zur Trinkwassererwärmung, Raumheizung, Kühlung und Prozesswärmeverteilung kann bis 2030 einen Anteil von etwa 50 Prozent an der Wärme- und Kälteversorgung übernehmen. Dies ist die Vision der Experten aus Forschung und Industrie, die in der Deutschen Solarthermie-Technologieplattform (DSTTP) zusammenarbeiten. Um dieses ambitionierte Ziel zu erreichen, bedarf es neben besseren Rahmenbedingungen auch vielfältigere Innovationen, eine deutliche Weiterentwicklung der bestehenden Technik und neue Anwendungen.

Die 1. Auflage dieses BINE-Fachbuchs gibt einen Überblick über Komponenten, Speicher-technik, Planung und Dimensionierung einer solarthermischen Anlage und bietet nützliche Tipps für Planer. Zusätzlich komplettieren Praxisbeispiele dieses BINE-Fachbuch. Die Autoren Bernhard Weyres-Borchert und Bernd-Rainer Kasper von der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e. V. geben dem Leser alles Wissenswerte mit auf den Weg – von der Theorie bis zur Installation.

Im Kapitel zur Forschungsförderung geht Dr. Harald Drück vom Forschungs- und Testzentrums für Solaranlagen (TZS) des Instituts für Thermodynamik und Wärmetechnik (ITW) der Universität Stuttgart auf die Ziele und Ergebnisse der Forschungsförderung in Deutschland und Europa ein.

FIZ Karlsruhe GmbH
BINE Informationsdienst