

## 5 Systeme zur Trinkwassererwärmung

5.1	<b>Groß- und Kleinanlagen</b> .....	5-5
5.2	<b>Anlagen zur Trinkwassererwärmung im Einfamilienhausbereich (EFH)</b> .....	5-6
5.2.1	Anlagentypen .....	5-6
	Anlagen mit Naturumlauf oder Zwangsumlauf .....	5-6
	Offene und geschlossene Systeme .....	5-7
	Einkreis- und Zweikreisanlagen .....	5-7
5.2.2	Systeme der Speicherladung und -entladung .....	5-9
5.2.2.1	Speicherladung mit Solarwärme .....	5-9
5.2.2.2	Nachheizung.....	5-10
	Nachheizung in den Puffer- bzw. Trinkwarmwasserspeicher .....	5-10
	Nachheizung im Durchfluss (seriell) .....	5-11
5.2.2.3	Speicherentladung.....	5-12
5.2.3	Systemschaltungen .....	5-13
5.2.3.1	Die Standardsolaranlage .....	5-13
	Trinkwassererwärmung im Durchflussprinzip.....	5-13
5.2.3.2	Trinkwassererwärmung mit Tank-in-Tank-Speicher .....	5-14
5.2.3.3	Trinkwassererwärmung über externen Wärmeübertrager .....	5-14
5.2.3.4	Drain-Back-System .....	5-14
5.2.4	Planung und Dimensionierung.....	5-15
5.2.4.1	Solarer Deckungsanteil und Systemnutzungsgrad.....	5-15
5.2.4.2	Der Einfluss der Orientierung auf den Ertrag.....	5-17
5.2.4.3	Der Vor-Ort-Termin .....	5-18
5.2.4.4	Dimensionierung von Anlagen zur Trinkwassererwärmung.....	5-21
	Auslegung mit Simulationsprogrammen.....	5-24
	Ausführliche Berechnung der einzelnen Komponenten .....	5-25
	Exkurs: Berechnung des Volumenstroms und Rohrquerschnitts des Solarkreises.....	5-28
5.2.5	Kosten und Erträge .....	5-33
5.2.5.1	Preise und Leistungsfähigkeit .....	5-33
5.2.5.2	Energiebilanz und Erträge einer thermischen Solaranlage.....	5-35
5.2.5.3	Solare und fossile Wärmegestehungskosten .....	5-36
5.2.6	Einbindung von Solaranlagen in bestehende Warmwasser- und Heizungssysteme .....	5-39
5.2.7	Planungsfehler Kleinanlagen .....	5-43
5.3	<b>Großanlagen zur Trinkwassererwärmung</b> .....	5-44
5.3.1	Einleitung – Definition und Einsatzgebiete.....	5-44
5.3.2	Systemeinteilung – Hydrauliken .....	5-45
	Schematische Übersicht solarthermischer Systeme zur Trinkwassererwärmung .....	5-46
5.3.2.1	Durchflusssysteme (Pufferspeicherentladung im Durchflussprinzip) bzw. Frischwassersysteme .....	5-46
5.3.2.2	Speicherladesysteme .....	5-47
5.3.2.3	Dezentrale Warmwasserstationen .....	5-48
5.3.2.4	Einbindung der Nachheizung.....	5-49
5.3.2.5	Zirkulationseinbindung.....	5-51
	Zirkulationseinbindung in Durchflusssystemen .....	5-51
	Zirkulationseinbindung in Ladesystemen .....	5-52
5.3.3	Planung und Dimensionierung.....	5-52
5.3.3.1	Rechtliche Prüfungen.....	5-53
5.3.3.2	Auslegungsziele .....	5-53
5.3.3.3	Auslastung .....	5-53



5.3.3.4	Bestimmung des Warmwasserverbrauchs .....	5-54
	Messung des Warmwasserverbrauchs .....	5-54
	Abschätzung des Warmwasserverbrauchs .....	5-55
5.3.3.5	Ermittlung von Kollektorfläche und Speichergröße .....	5-57
	Vorplanung mit einfachen Faustformeln .....	5-57
	Exkurs: Abhängigkeit des Deckungsanteils und Systemnutzungsgrades von Kollektorfläche, Speichergröße und Warmwasserverbrauch .....	5-57
5.3.3.6	Einflussgrößen Kollektorbauart, Anlagenstandort und Warmwassertemperatur.....	5-59
5.3.3.7	Optimierungsbetrachtung.....	5-62
	Auslegung nach VDI 6002 .....	5-63
5.3.3.8	Empfehlungen zur Volumenstromauslegung .....	5-64
5.3.3.9	Schaltung von Kollektoren zu einem Kollektorfeld.....	5-64
	Kombination aus Parallel- und Reihenschaltung nach Tichelmann .....	5-65
	Schaltung großer Kollektorfelder ohne Tichelmann.....	5-65
	Druckverlust des Kollektorfeldes.....	5-67
5.3.3.10	Dimensionierung der Pumpen.....	5-67
5.3.3.11	Dimensionierung des Membranausdehnungsgefäßes (MAG) .....	5-68
5.3.3.12	Vorschaltgefäße .....	5-72
5.3.3.13	Dimensionierung der Sicherheitsventile.....	5-73
5.3.3.14	Dimensionierung der Wärmeübertrager .....	5-74
5.3.4	Kosten und Wirtschaftlichkeit .....	5-75
5.3.4.1	Annuitätenmethode .....	5-75
5.3.4.2	Kostenarten bei Solaranlagen .....	5-76
5.3.4.3	Beispielrechnung .....	5-77
	Quellenangaben Kapitel 5.....	5-78

## 5 Systeme zur Trinkwassererwärmung

### 5.1 Groß- und Kleinanlagen

In diesem Kapitel wird u. a. unterschieden zwischen kleinen und großen Anlagen zur Trinkwassererwärmung. Klein und groß wird jedoch an verschiedenen Stellen unterschiedlich beschrieben. So behandelt die VDI 6002 – Teil 1 (Solare Trinkwassererwärmung, Allgemeine Grundlagen, Systemtechnik und Anwendung im Wohnungsbau) schwerpunktmäßig Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung für Mehrfamilienhäuser mit Kollektorflächen von typischerweise mehr als 20 m<sup>2</sup>.

Die DIN SPEC 12977<sup>1)</sup> bezeichnet „große kundenspezifisch gefertigte Anlagen“ in einer Anmerkung als Anlagen, bei der die Kollektorfläche größer als 30 m<sup>2</sup> und das Speichervolumen größer als 3 m<sup>3</sup> ist.

Die Grenzen zwischen Kleinanlagen und Großanlagen zur solaren Wassererwärmung sind also fließend.

Natürlich unterscheiden sich Anlagen unterschiedlicher Größenordnungen nicht nur in der Kollektorfläche sondern auch in der Anlagentechnik deutlich voneinander. Daher kommen als Unterscheidungskriterien für kleine und große solarthermische Anlagen ganz verschiedene Merkmale in Frage:

Kollektorfläche	Bei der Unterscheidung nach der Kollektorfläche wird die Grenze zwischen Klein- und Großanlagen in der Regel zwischen 15 und 30 m <sup>2</sup> gezogen.
Einsatzgebiet	Anlagen auf Einfamilienhäusern werden als Kleinanlagen bezeichnet, während Anlagen auf Mehrfamilienhäusern, öffentlichen Einrichtungen sowie gewerblichen und industriellen Einrichtungen in der Regel als Großanlagen bezeichnet werden. Ausnahme hierbei sind Anlagen auf Einfamilienhäusern die mit großen Kollektorflächen (etwa 35 – 50 m <sup>2</sup> ) und großen Speichervolumina, abhängig vom Dämmstandard der Gebäude, hohe solare Deckungsanteile am Gesamtwärmebedarf erreichen.
Anwendungsfall	Solare Kleinanlagen werden häufig nur zur Trinkwassererwärmung eingesetzt. Wird zusätzlich die Raumheizung unterstützt, Prozesswärme oder Kühlenergie erzeugt, so sind dafür häufig Großanlagen erforderlich.
Systemtechnik	Bei kleinen Systemen wird die Solarwärme oft in Trinkwasserspeichern gespeichert. Für größere Systeme ist dieses Prinzip auch aus Gründen der Wasserhygiene nicht mehr einsetzbar, da in Trinkwasserspeichern ab 400 Liter Inhalt Maßnahmen zum Legionellenschutz erforderlich werden (thermische Desinfektion). Hierdurch wird das für die Solaranlage verfügbare Speichervolumen reduziert und deren Effizienz geschmälert. Deshalb kommt bei diesen Anlagen eine andere Systemtechnik zum Tragen. Größere Anlagen bevorraten die Solarwärme in Pufferspeichern, die mit Heizungswasser gefüllt sind, was auch eine Anbindung an die Gebäudeheizung ermöglicht (siehe Kapitel 6).
Produktion	Kleinanlagen werden häufig als standardisierte oder sogar vorkonfektionierte Komplettpakete angeboten und als Set auf die Baustelle geliefert. Diese Anlagen werden in der Regel mit 4 bis 12 m <sup>2</sup> Kollektorfläche und Speichern zwischen 300 und 1.000 Liter Inhalt ausgestattet. Demgegenüber müssen die meisten Großanlagen individuell geplant und dem Bedarf und dem bestehenden System angepasst werden. Ausnahme hierbei ist z. B. die Solarenergiezentrale (SEZ) der Fa. Parabel Energiesysteme GmbH in Potsdam (siehe Seite 6-20).

<sup>1)</sup> (DIN CEN/TS 12977-1; Ersatz für DIN V ENV 12977-1:2001-10) „Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile – Kundenspezifisch gefertigte Anlagen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen an Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und solare Kombianlagen; Deutsche Fassung CEN/TS 12977-1:2010“