

8 Solare Prozesswärme, solare Meerwasserentsalzung und solarthermische Kraftwerke

8.1	Solare Prozesswärme	8-5
8.1.1	Einführung	8-5
8.1.1.1	Begriffsdefinition und Einordnung.....	8-5
8.1.1.2	Besondere Herausforderungen	8-5
8.1.1.3	Was kann das vorliegende Kapitel leisten?	8-6
8.1.2	Potenzial der solaren Bereitstellung industrieller Prozesswärme.....	8-6
8.1.2.1	Industrieller Wärmebedarf in Deutschland	8-6
8.1.2.2	Potenzial solarer Prozesswärme in Deutschland und Europa	8-7
8.1.2.3	Geeignete Branchen und Prozesse.....	8-8
8.1.3	Integrale Planung	8-11
8.1.3.1	Analyse zur Darstellung des Ist-Zustandes	8-11
8.1.3.2	Maßnahmen zur thermischen Energieeffizienz	8-13
8.1.3.3	Systemintegration der Solaranlage.....	8-14
8.1.4	Auslegung einer Solaranlage zur Bereitstellung von Prozesswärme.....	8-16
8.1.4.1	Bestimmung der thermischen Last und des Lastprofils	8-16
8.1.4.2	Überschlägige Vordimensionierung zum Simulationsstart	8-17
8.1.4.3	Nomogramme als Hilfsmittel zur Anlagendimensionierung	8-18
8.1.5	Systemkonzepte und Auslegungsnomogramme für drei Anwendungen mit hohem Einsparpotenzial	8-22
8.1.5.1	Vorwärmung von Warm- oder Heißwasser für Wasch- oder Reinigungsprozesse	8-22
8.1.5.2	Vorwärmung von Kesselzusatzwasser für Dampfnetze.....	8-24
8.1.5.3	Beheizen von Bädern oder Behältern.....	8-26
8.1.6	Beispiele realisierter Anlagen.....	8-27
8.1.6.1	Hütt Brauerei – Vorwärmung von Wasser für Brau- und Reinigungszwecke	8-27
8.1.6.2	Wäscherei Laguna – Vorwärmung von Kesselzusatzwasser und Heißwasser	8-28
8.1.6.3	Steinbach & Vollmann – Beheizung von Galvanikbädern	8-30
8.2	Solare Meerwasserentsalzung	8-31
	Stand und Entwicklung der konventionellen und solarthermischen Meerwasserentsalzungsverfahren	8-31
8.2.1	Allgemeine Einführung in die Thematik	8-31
8.2.2	Entsalzungsmarkt.....	8-33
8.2.3	Entsalzungstechnologien	8-34
8.2.3.1	Umkehrosmose (RO).....	8-35
8.2.3.2	Elektrodialyse (ED)	8-36
8.2.3.3	Mehrstufen Entspannungsverdampfungsverfahren (MSF-Verfahren).....	8-37
8.2.3.4	Multi-Effekt-Destillation (MED)	8-38
8.2.3.5	Brüdenkompression (VC)	8-38
8.2.3.6	Vergleich der verschiedenen Entsalzungsverfahren.....	8-39
8.2.4	Erneuerbare Energien in der Meerwasserentsalzung mit dem Schwerpunkt solarthermischer Anwendungen	8-40
8.2.4.1	Solarthermische Kleinanlagen.....	8-41
8.2.4.1.1	Solardestillen	8-41
8.2.4.1.2	Solardestillen in Großformat – Wasser Pyramide (Water Pyramid).....	8-41
8.2.4.1.3	Feuchtluftdestillation (MEH)	8-42
8.2.4.1.4	Membrandestillation (MD).....	8-43
8.2.4.1.5	Solare Entsalzung mit mehrstufiger Wärmerückgewinnung	8-44



8.2.4.2	Solarbetriebene MSF- und MED-Anlagen	8-46
8.2.4.3	Solar Ponds als solare Wärmequelle (Speicher)	8-47
8.2.4.4	Solarthermische Kraftwerke mit Meerwasserentsalzung	8-48
8.2.4.5	Vergleich der mit regenerativer Energie betriebenen Entsalzungsanlagen	8-49
8.2.5	Umweltaspekte	8-49
8.2.6	Zusammenfassung	8-50
8.3	Solarthermische Kraftwerke	8-51
8.3.1	Konzentrierende Systeme	8-51
8.3.1.1	Konzentration der Solarstrahlung	8-51
8.3.1.2	Konzentrierende Prozesswärmeanlagen	8-52
8.3.1.3	Konzentrierende solarthermische Stromerzeugung.....	8-56
	Parabolrinnenkraftwerke	8-56
	Solarturmkraftwerke	8-61
	Dish/Stirling-Anlagen	8-63
8.3.2	Wirtschaftlichkeit und Ausblick	8-64
	Quellenangaben Kapitel 8, Abschnitte 8.1 bis 8.1.6.3	8-65
	Quellenangaben Kapitel 8, Abschnitte 8.2 bis 8.2.6	8-65

8 Solare Prozesswärme, solare Meerwasserentsalzung und solarthermische Kraftwerke

8.1 Solare Prozesswärme

8.1.1 Einführung

8.1.1.1 Begriffsdefinition und Einordnung

Das vorliegende Kapitel befasst sich mit der Bereitstellung industrieller Prozesswärme aus Sonnenenergie. Dies beinhaltet sowohl die thermische Versorgung der Produktionsprozesse als auch die Bereitstellung von Warmwasser und Raumwärme, da diese Verbraucher meist nicht voneinander getrennt betrachtet werden können. Häufig verfügen Industriebetriebe über einen Heizkreis (Heißwasser oder Dampf), der die benötigte Wärme für Produktion, Heißwasser und Raumheizung bereitstellt. Der Schwerpunkt dieses Kapitels liegt bei der Bereitstellung solarer Wärme mit Temperaturen bis 100 °C. Mit den verfügbaren Technologien liegt die obere Grenze derzeit in Mitteleuropa bei 150 °C. Auch wenn bereits Kollektoren auf dem Markt verfügbar sind, die höhere Temperaturen bereitstellen können und dies auch schon in einigen wenigen Pilotprojekten erfolgreich demonstriert wurde, ist eine Wärmebereitstellung auf einem höheren Temperaturniveau aus wirtschaftlicher Sicht in Mitteleuropa derzeit nicht zu empfehlen.

8.1.1.2 Besondere Herausforderungen

Für Prozesstemperaturen über 100 °C gilt es geeignete Komponenten, insbesondere Kollektoren, zu entwickeln bzw. in den Markt einzuführen. Die besonderen Herausforderungen beim Einsatz von Solaranlagen zur Bereitstellung industrieller Prozesswärme bis 100 °C liegen jedoch weniger im Bereich der verfügbaren Komponenten, sondern vielmehr in der Identifikation eines geeigneten Anlagenkonzeptes und den anspruchsvollen wirtschaftlichen Randbedingungen der Industrie. Hierzu sind vor allem drei Aspekte hervorzuheben:

a) Systemintegration

Während bei der Anwendung im häuslichen Bereich zur TWW- oder Raumwärmebereitstellung einige wenige, klar definierte Anlagenkonzepte zur Verfügung stehen, auf die nach Belieben zurückgegriffen werden kann, ist dies bei der Anwendung im industriellen Bereich weitaus variabler und komplexer. Bei der industriellen Anwendung kann die Solarwärme entweder zur energetischen Versorgung bzw. Unterstützung einzelner oder mehrerer Prozesse genutzt werden oder eine Ebene höher im Bereich der Wärmebereitstellung und -verteilung im Unternehmen (Heißwasser- oder Dampfnetz) eingespeist werden. Da für jedes dieser Anwendungsgebiete verschiedene Anlagenkonzepte realisierbar sind, nimmt die Systemintegration einen besonderen Stellenwert ein. Die Art und Weise der Systemintegration beeinflusst maßgeblich die solar bereitzustellende Solltemperatur und damit auch den Betrieb der Solaranlage und den erzielbaren Jahresertrag.

b) Integrale Planung

Zur Identifikation des am besten geeigneten Anlagenkonzeptes und zur optimalen Dimensionierung von Solaranlagen zur solaren Bereitstellung industrieller Prozesswärme ist ein besonderes Vorgehen erforderlich. Die sogenannte integrale Planung beinhaltet neben der eigentlichen Auslegung der Solaranlage die vorhergehende Analyse aller thermischen Prozesse im Unternehmen. Dadurch bekommt der Planer einen Überblick der vorhandenen Energieverbrauchssituation, die sowohl die Energiebereitstellung und -verteilung als auch die einzelnen Wärmeverbraucher mit dem jeweiligen Temperaturniveau und Lastprofil beinhaltet. Zusätzlich können und sollen Maßnahmen zur thermischen Energieeffizienz und Wärmerückgewinnung identifiziert werden. Dieses Vorgehen erfordert ein