



Solares Potenzial für industrielle Prozesswärme

Von Monika Spörk-Dür*

Solarwärme für Industrielle Prozesse (Solar Heat for Industrial Processes – SHIP) befindet sich derzeit noch in der Anfangsphase der Entwicklung. 2015 waren etwa 160 Systeme mit einer Gesamtleistung von 100 MW_{th} in der SHIP-Datenbank [1] gelistet. Auf der einen Seite sind einige dieser Projekte experimenteller Natur und relativ klein, andererseits existieren aber auch sehr große Anlagen mit Kollektorfeldgrößen von einigen Tausend Quadratmetern. Im Rahmen der Forschungsk Kooperation mit der Internationalen Energieagentur (IEA SHC Task 49) wurden weltweit verfügbare Potentialstudien zum Thema solare Prozesswärme in Industriebetrieben und die den Studien zugrundeliegende Methodologie analysiert und dargestellt [2].

* DI **Monika Spörk-Dür** ist im Bereich Solarthermische Komponenten und Systeme bei AEE INTEC tätig (m.spoerk-duer@aee.at).

Potenzialstudien

In den letzten zehn bis fünfzehn Jahren wurden grundlegende Studien zur Anwendung von Solarwärme für industrielle Prozesse durchgeführt [3, 4, 5, 6], in denen einerseits generelle Hinweise in Bezug auf Design und Betrieb von solaren Prozesswärmanlagen gegeben werden und andererseits die Effizienz von solarer Prozesswärme mittels TRNSYS-Simulation für verschiedene Kollektortechnologien für mediterranes Klima analysiert wird. Außerdem wurden Potenziale für bestimmte Länder oder Regionen erhoben [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]. 2011 wurden Potenzialstudien in Deutschland [14], Indien [15] und Südafrika durchgeführt [16]. Noch neuere Potenzialstudien existieren für Tunesien [17], Chile [18], Ägypten, Pakistan und Marokko [19].

Methode

Grundsätzlich kann die bei den Potentialstudien angewandte Methode in Top-down und Bottom-up unterschieden werden. Mit einer Top-down-Methode werden die Daten eines ganzen Industriezweiges untersucht, geeignete Industriezweige identifiziert und anschließend aus vorhandenen Daten, wie z. B. Wärmebedarf, ein quantitatives Potenzial errechnet. Dieses theoretische Potenzial kann in verschiedene Temperaturklassen unterschieden werden, z. B. Anwendungen mit Temperaturniveau <100°C (Niedertemperaturanwendungen) und Anwendungen mit einem Temperaturniveau bis 250°C (Mitteltemperaturanwendungen).

◀ **Tabelle 1**
Überblick über die in verschiedenen Studien für solare Prozesswärme als nutzbar identifizierten Sektoren

Studie	Sektoren														
	Lebensmittel- und Getränkeindustrie	Chemische Industrie	Papierindustrie	Fahrzeugindustrie	Tabak	Leder- und Textilindustrie	Industrielle Wäschereien	Maschinenbau	Kunststoffindustrie	Fertigteile	Galvanische Industrie	Bergbauindustrie	Holzindustrie	Tourismus	Landwirtschaft
Portugal and Spain 2001	x	x	x	x	x	x									
Netherlands 2001	x		x			x	x								
Schweden 2003	x							x							
Österreich 2004	x	x				x			x	x					
Victoria-Australien 2005	x	x	x			x		x							
Griechenland, Belgien, Deutschland 2006	x	x	x	x	x	x									
Deutschland 2011	x	x													
Indien 2011	x	x ¹	x	x		x					x				
Südafrika 2011		x										x			
Tunesien 2013	x	x	x			x									
Chile 2014	x	x	x		x	x				x		x	x		
Ägypten 2015	x	x				x								x	x
Marokko 2015	x	x				x					x				
Pakistan 2015	x	x				x					x				

1 Pharmazeutische Industrie

Außerdem kann der Raumwärmebedarf für diesen Industriezweig berücksichtigt werden. Das technisch mögliche Potenzial lässt sich aus dem theoretischen Potenzial durch Abzug von Effizienzmaßnahmen, z. B. durch Dämmung von Rohrleitungen und Speichern, und Betrachtung der wirtschaftlichen Sinnhaftigkeit errechnen. Der diesen Berechnungen zugrunde liegende solare Anteil (solar fraction) wird vorher festgelegt (z. B. 40 % für solare Prozesswärme und 20 % für Raumwärme).

In einem Bottom-up-Ansatz werden ausgewählte Industriebetriebe analysiert und die Ergebnisse herangezogen, um Sektoren auszuwählen und das quantitative Potenzial zu berechnen. Dabei werden Statistiken des Gesamtwärmebedarfs oder statistische Daten zu Anzahl und Größe der Betriebe einer Branche benutzt. Das technische Potenzial kann durch Abschätzung der verfügbaren Dachfläche der Industriebetriebe ermittelt werden. Der solare Anteil (solar fraction) muss festgelegt werden.

Der Vorteil eines Top-down-Ansatzes ist die kohärente Verteilung des Wärmebedarfs zur Berechnung eines theoretischen Potenzials. Dagegen beinhaltet ein Bottom-up-Ansatz eine große Unsicherheit bei der Ermittlung des theoretischen Wärmebedarfs, wenn nicht eine große Anzahl an Betrieben untersucht wird. Der Vorteil des Bottom-up-Ansatzes liegt in der besseren Beurteilung von limitierenden Faktoren, wie z. B. der Abschätzung von vorhandenen Dachflächen bei untersuchten Betrieben. Die Wahl eines Ansatzes hängt auch von der Verfügbarkeit der erforderlichen Daten für den industriellen Wärmebedarf und seiner Temperaturverteilung ab.

Zusammenfassung der Studienergebnisse

Einen Überblick über die wesentlichen Sektoren, die in den verschiedenen Studien zur Integration von Prozesswärme als geeignet identifiziert wurden, gibt **Tabelle 1**.

Limitierende Faktoren

Die Nutzung von Abwärme sowie ein Mangel an nutzbarer Dachfläche limitieren den Einsatz von solarer Prozesswärme in Industriebetrieben. Der Einsatz von KWK-Anlagen sowie die Verwendung von Wärmepumpen sind ebenfalls mit solarer Prozesswärme konkurrierende Technologien. Weitere limitierende Faktoren für den Einsatz sind niedriger Preis von Energie sowie mangelndes Wissen über die Möglichkeiten, solare Prozesswärme zu nutzen sowie Mangel an ausgebildeten Fachkräften. In den Potentialstudien wird auch auf lange Amortisationszeiten hingewiesen, solange Förderungen für fossile Energieträger politisch unterstützt werden.

Besondere Ergebnisse einzelner Länderstudien

In der Potenzialstudie für Indien wurden die durch Solarenergie substituierten Energiemengen und die dadurch erzielbaren monetären Einsparungen für wichtige Sektoren ermittelt, wobei der Sektor mit den höchsten erzielbaren Einsparungen in Indien die Textilindustrie ist. In Südafrika sind im Bereich der Bergbauindustrie neben der Absorptionskühlung in Minen die Wasserentsalzung und die Behandlung von Grubenabwässern potenziell interessante Sektoren für die Verwendung konzentrierender Kollektoren, auf die die südafrikanische Studie fokussiert. Die tunesische Studie betrachtet wiederum industrielle Sektoren, in denen Heißwasser und Dampf benötigt werden und berechnet ausgehend vom Endenergieverbrauch der unterschiedlichen Sektoren das mögliche Potenzial mittels Bottom-up-Ansatz, in dem 56 Industriebetriebe näher untersucht wurden. Anschließend wurde das Potenzial der Sektoren für unterschiedliche Kollektortechnologien abgeschätzt. Für Chile wurde das größte ökonomisch umsetzbare Potenzial für den Bergbausektor identifiziert und ein Potenzial von 1,5 Mio. m² in diesem Sektor angegeben. Die Studie für Ägypten, Marokko und Pakistan wurde von der Internationalen Finanz-Korporation (International Finance Corporation IFC) initiiert, da diese Länder Fokussländer der IFC sind. Ein enormes Potenzial mit 2,3 Mio. m² Kollektorfläche für Marokko, 4,6 Mio. m² für Ägypten und 7,1 Mio. m² für Pakistan für die wichtigsten fünf Sektoren dieser Länder wurde identifiziert. In dieser Studie wurden auch die Amortisationszeiten für die Investition angegeben, wobei diese aufgrund der niedrigen konventionellen Energiepreise zwischen 10 und 20 Jahren liegen. Die Autoren schätzen, dass durch Streichung der Förderungen für fossile Energien Amortisationszeiten unter 10 Jahren erreicht werden können.

Globales Potenzial

IRENA (International Renewable Energy Agency) schätzt in einer 2015 veröffentlichten Studie [20] das 2030 erreichbare Potenzial zu 3,3 EJ/a und geht von einem zu diesem Zeitpunkt für industrielle Prozesswärme angenommenen Wärmebedarf von 160 EJ/a aus, das bedeutet etwa einen Anteil von 2 %, Taibi et al. schätzen das 2050 erreichbare Potenzial auf 5,6 EJ/a, was einem Anteil von 2 % an der zu diesem Zeitpunkt global benötigten industriellen Prozesswärme entspricht [21]. 50% des Potenzials wird in Niedertemperaturanwendungen wie der Lebensmittel- und Getränkeindustrie gesehen. Eine Studie der UNIDO ergänzt die Arbeit von Taibi et al. für konzentrierende Kollektoren und schätzt dadurch ein erreichbares Potenzial von 8 EJ/a im Jahr 2050 [22].

Zusammenfassung und Ausblick

Generell ist für die Integration von solarer Prozesswärme zunächst notwendig, den Prozess selbst technologisch zu optimieren, in einem weiteren Schritt muss das System optimiert werden, bevor in einem dritten Schritt erneuerbare Energiequellen/Solarwärme integriert werden kann.

In den letzten Jahren ist das Bewusstsein, solare Wärme für industrielle Prozesse zu nutzen, stark gestiegen. Deshalb sollten Anstrengungen unternommen werden, diese positive Entwicklung mit weiteren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Schlüsselfragen der solaren Prozesswärme zu unterstützen. Für Europa, in dem hauptsächlich nicht-konzentrierende Kollektoren untersucht wurden, liegt das technische Potential bei ca. 4 %, wobei durch Verbesserung von Kollektortechnologien und der Berücksichtigung von Ländern mit höherer solarer Einstrahlung als in Europa das Potenzial noch höher sein könnte.

2008 lag der globale Prozesswärmebedarf bei 98 EJ [21]. Das ergäbe bei einer Solarstrahlung von 1.200 kWh/m²a und einer Systemeffizienz von 40 % eine Kollektorfläche von 2.300 Mio m². Die weitere Entwicklung wird von den Marktbedingungen und der Kostenentwicklung abhängen, sowohl für konventionelle Energie als auch für solarthermische Systeme. Das Potenzial solare Prozesswärme umzusetzen ist sehr hoch.

LITERATUR

[1] SHIP-plants, 2015. Database for applications of solar heat integration in industrial processes. <http://www.ship-plants.info/>.

[2] Platzer, W. et al., Potential studies on solar process heat worldwide, IEA SHC Task 49, Deliverable C5, Oktober 2015

[3] Ecoheatcool, 2006. The European Heat Market, Final Report ECOHEATCOOL – Work Package 1. https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/ecoheat_cool_the_european_heat_market_final_report.pdf.

[4] Schweiger H, Mendes J, Schwenk C, Hennecke K, Barquero C, Sarvisé A, et al. POSHIP – The Potential of Solar Heat for Industrial Processes, Barcelona, Lissabon, München, Köln, Madrid, Spain, 2001, http://www.solarpaces.org/Library/docs/POSHIP_Final_Report.pdf.

[5] Aidonis A, Drosou V, Mueller T, Staudacher L, Fernandez-Llebrez F, Oikonomou A, et al. PROCESOL II - Solar thermal plants in industrial processes: Design and Maintenance Guidelines, Pikermi, Greece, 2002, www.solarthermalworld.org/disknode/get/60/PROCESOL_eng_L.pdf?download.

[6] Kalogirou S. The potential of solar industrial process heat applications, Applied Energy 76 (2003). www.aee-intec.at/Uploads/dateien348.pdf.

[7] Müller T, Weiß W, Schnitzer H, Brunner C, Begander U, Themel O. PROMISE - Produzieren mit Sonnenenergie: Potenzialstudie zur thermischen Solarenergienutzung in österreichischen Gewerbe und Industriebetrieben. Studie im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, Austria, 2004, www.aee-intec.at/Uploads/dateien348.pdf.

[8] McLeod V, Annas J, Stein W, Hinkley J. Application of solar process heat to the commercial & industrial sectors, Sydney, Australia, 2005.

[9] Vannoni C, Battisti R, Drigo S. Potential for Solar Heat in Industrial Processes. Report within IEA SHC Task 33/IV, Rome, Italy, 2008, www.iea-shc.org/publications/downloads/task33-Potential_for_Solar_Heat_in_Industrial_Processes.pdf

[10] van de Pol V., Wattimena L., Onderzoek naar het potentieel van zonthermische energie in de industrie, KWA Bedrijfsadviseurs B.V., document n. 8543.00, report n. 2009740DR01.DOC, the Netherlands, 2001.

[11] Kovacs P, Quicklun H, Pettersson U. Solenergi i industriell processvärme-Enförstudie av svenska möjligheter. SP Rapport 2003, Borås, Sweden, 2003.

[12] Kalogirou S. The potential of solar industrial process heat applications, Applied Energy 76 (2003).

[13] Vannoni, C., Battisti, R., Drigo, S., Corrado, A., 2006. SHIP Potential Studies Report. Report within IEA SHC Task 33/IV. Department of Mechanics and Aeronautics - University of Rome “La Sapienza”.

[14] Lauterbach, C., Schmitt, B., Vajen, K., 2011. Das Potential Solarer Prozesswärme in Deutschland. Teil 1 des Abschlussberichtes zum Forschungsvorhaben „SOPREN – Solare Prozesswärme und Energieeffizienz“. Universität Kassel. www.solar.uni-kassel.de.

[15] Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Indo-German Energy Programme, 2011. Identification of Industrial Sectors Promising for Commercialisation of Solar Energy, New Delhi, 2011.

[16] Brent, A., Pretorius, M., 2011, Industrial and commercial opportunities to utilise concentrating solar thermal systems in South Africa, Journal of Energy in Southern Africa, Vol 22 No 4, November 2011. <http://www.erc.uct.ac.za/jesa/volume22/22-4jesa-brent-pretorius.pdf>.

[17] Amous, S., 2013. Estimation du Potentiel d’Applications Solaires pour la Satisfacation des Besoins de Process de l’Industrie Tunisienne.

[18] APPSOL - Energia solar termica en industria, 2014. WP1: APLICACION Y POTENCIAL, CHARACTERIZACION INDUSTRIAL, Rseumen Ejecutivo, <http://appsol.cl/>.

[19] Hoffmann, S., Kogler, K., Krofak, I., 2014. Market study of Solar Thermal Energy for Industrial / Commercial Use in Pakistan, Egypt and Morocco, IFC, International Financ Corp. Washington. Short version retrieved from: <http://www.solarthermalworld.org/content/egypt-pakistan-and-morocco-three-countries-and-their-solar-process-heat-potential>.

[20] IRENA 2015, Solar Heat for Industrial Processes. Technology Brief, International Renewable Energy Agency. Available from: http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_ETSAP_Tech_Brief_E21_Solar_Heat_Industrial_2015.pdf.

[21] Taibi, E., Gielen D., Bazilian, M., 2012. The potential for renewable energy in industrial applications, Renewable and Sustainable Energy Reviews 16 (2012) 735–744. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032111004497>

[22] UNIDO 2011, Renewable Energy in Industrial Applications. An assessment of the 2050 potential. United Nations Industrial Development Organization. http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Energy_and_Climate_Change/Energy_Efficiency/Renewables_%20Industrial_%20Applications.pdf