

Hochschule für Technik Stuttgart

Masterstudiengang
Sustainable Energy Competence (SENCE)

Sommersemester 2016

Einbindung Solarthermischer Systeme in Dampfgeführte industrielle Prozesse (Kurzfassung)

Eingereicht von: Samuel Baumeister
Lange Gasse 14/2
72589 Westerheim
Matrikelnr.: 651350

Bearbeitungszeitraum

von: 01.06.2016

bis: 04.10.2016

Betreuer: Dr. Uli Jakob
dr. jakob energy research GmbH & Co. KG
Hochschule für Technik Stuttgart

Co-Betreuer: Dr. Dirk Pietruschka
Hochschule für Technik Stuttgart

1. Einleitung

Die Industrie ist rund für ein viertel des Endenergieverbrauches in Europa verantwortlich. Anteilig gliedert sich dieser wiederum in thermische und elektrische Energie auf, wobei zwei Drittel der Energie für Prozesswärme benötigt werden. Der Wärmebedarf der Industrie wird gleich zu Beginn der Arbeit aufgezeigt und es verdeutlicht, dass ein Drittel des benötigten Wärmebedarfs in einem Temperaturniveau zwischen 100°C – 400°C liegt. Dieser Anteil wird meist in Form von Wasserdampf für interne Herstellungs- und Weiterverarbeitungsprozesse genutzt. Die vorliegende Projektarbeit befasst sich genau mit diesem Temperaturbereich. Solarthermische Systeme in solche Prozesse einzubinden, schafft neue Möglichkeiten regenerativer Energien auch in der Industrie häufiger zu platzieren.

Mittels der Erläuterung der Systemtechnologie zur Nutzung von Dampf in der Industrie wird zu Beginn der allgemeine Aufbau solcher Systeme verdeutlicht. Dabei spielen die einzelnen und spezifischen Komponenten und deren Zusammenspiel eine wichtige Rolle. Im darauffolgenden Kapitel sind wesentliche Industriesektoren beschrieben und anhand von Beispielfabriken können die Dampfprozesse veranschaulicht werden.

Für die Einbindung solarthermischer Systeme in ein Dampfnetz sind verschiedene Aspekte und Komponenten zu berücksichtigen. Die Potentialanalyse zur Bewertung verschiedener Standorte in Europa ist Grundlage für die Auswahl bestimmter Standorte und der Systemuntersuchung im letzten Kapitel.

Die Intention dieser Projektarbeit ist es, generell die Systemtechnologien von Prozesswärme in der Industrie aufzuzeigen, weitere Möglichkeiten und Strategien vorzuschlagen um Standorte in einem weiteren Schritt bewerten zu können. Das Fazit zum Schluss dieser Projektarbeit leitet einen Vergleich der verschiedenen Herangehensweisen zur Bewertung der ausgesuchten Standorte ein.

2. Solare Prozesswärme – Dampf

Bei solaren Prozesswärmesystemen wird Wärme über Solarthermie gewonnen und für industrielle Wärmeprozesse eingesetzt. Um Wärme in Form von Dampf nutzen zu können, müssen hierbei spezielle Komponenten gewählt werden, die sich zu normalen Heißwasser solarthermischen Systemen unterscheiden. Es gibt unterschiedliche Kollektorarten, jedoch eignen sich ausschließlich konzentrierende Kollektorsysteme um Dampf bereitstellen zu können.

2.1. Systemtechnologie

Generell gibt es drei Systemarten von Solaren Prozesswärmeeinrichtungen. Die direkte und indirekte Wärmeübertragung sowie speicherintegrierte Lösungen. Die unterschiedlichen Systeme werden je nach vorliegenden Prozessen, Größe der Anlagen und Qualitätsbestimmungen gewählt.

Die Abbildung 1 veranschaulicht den allgemeinen Aufbau eines Solaren Prozesswärmesystems, das für Dampfprozesse ausgelegt ist. Hierbei spielen die Solarthermischen Komponenten wie Kollektorfeld, Speichersysteme und Verdampfer eine wichtige Rolle. Für kleinere Systeme kann auch eine direkte Verdampfung im Kollektor sinnvoll sein um weitere Systemkomponenten einzusparen. Jedoch ist die Einbindung eines Speichers bei größeren Systemen (Prozesse mit großem Dampfbedarf) eine gute Möglichkeit um Schwankungen des Wärmebedarfs ausgleichen zu können. Der Verdampfer welcher in Abbildung 1 abgebildet ist, überträgt die Wärme vom Kollektorkreislauf auf den Prozesskreislauf in dem er als „Wärmetauscher“ eingesetzt wird. Von dort aus gelangt der Dampf zum Verbraucher wo die Wärmeübertragung stattfindet. Das Kondensat fließt dann mittels der Kondensat Rückführung wieder in den Dampfkreislauf zurück.

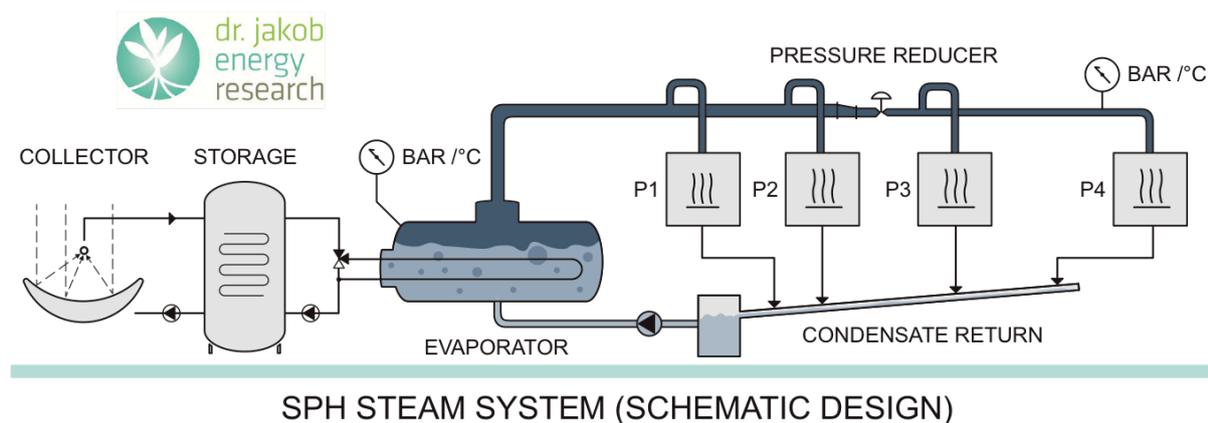


Abbildung 1: Allgemeines Hydraulik und Mess- & Regelsystem (JER)

3. Abschlussbetrachtung und Fazit

Wie schon zu Beginn allgemein eingeleitet, wird sehr viel Energie in der Industrie benötigt und ein großer Teil davon wird in Form von Wärme für interne Herstellungs- und Weiterverarbeitungsprozesse genutzt. Rund 30% des Wärmebedarfs der Industrie werden in einem Temperaturniveau bis 100°C verwendet. Dieser Teil wurde bereits in der ersten Studienarbeit (Baumeister, SENCE, Studienarbeit1, 2016) behandelt. Um auf einen zusätzlichen Teil des Wärmebedarfs eingehen zu können, werden in dieser Studienarbeit jedoch höherer Temperaturen betrachtet. Mitteltemperaturen (100 – 400°C) machen laut „Ecoheatcool and Euroheat“ einen nicht zu vernachlässigbaren Teil von ca. 27% des benötigten Wärmebedarfs der Industrie aus. Um diese Temperaturen bereitstellen zu können wird überwiegend Wasserdampf als Wärmeträgermedium eingesetzt. Dieser birgt einige Vorteile in der Verteilung der Wärmeenergie innerhalb eines Unternehmens. In gasförmigem Zustand ist Wasser ein sicherer und effizienter Energieträger, da Dampf fünf- bis sechsmal so viel Energie wie eine vergleichbare Masse an Wasser in flüssiger Form enthält. Somit ist das Potenzial Arbeit zu verrichten größer. Um die genannten Vorteile nutzen zu können, werden einige Systemkomponenten benötigt.

Ein Dampfnetz besteht aus den Hauptkomponenten: Wasseraufbereitung, Dampferzeugung, Dampfverteilung und dem Verbraucher. Wasserdampf kann in verschiedene Qualitätsstufen eingeteilt werden, die je nach Stufe verschiedene zusätzliche Komponenten benötigen.

Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Einbindung des Dampfnetzes in den industriellen Prozess. Dies wird gewährleistet durch die Wärmeübertragung an den Verbraucher entweder direkt oder indirekt auf das Produkt. In vielen Fällen ist die indirekte Variante von Vorteil. Jedoch ist die Entscheidung der Wärmeübertragung auf das Produkt sehr produktspezifisch und damit auch branchenabhängig.

Wasserdampf findet in sehr vielen Industriebranchen Verwendung. Zu den Hauptsektoren zählen allerdings die Chemische-, Metallverarbeitende-, Papier-, Textil- und die Lebensmittelindustrie. Eine kleine Analyse der Herstellungs- und Weiterverarbeitungsprozesse zeigt auf, dass Wasserdampf häufig mit einem Temperaturniveau von rund 150 – 200°C und einem spezifischen Druck von 5 – 10 bar zum Einsatz kommt.

Um solarthermische Systeme in ein Dampfnetz einbinden zu können, werden konzentrierende Kollektoren benötigt. Diese nutzen ausschließlich Direktstrahlung und bündeln diese auf eine kleinere Oberfläche des Absorbers. Mit diesem Verfahren können sehr hohe Temperaturen erzielt werden. Es werden vier verschiedene Arten von konzentrierenden Kollektoren unterschieden. Dabei handelt es sich hierbei um Parabolrinnenkollektoren, Fresnelkollektoren, Parabolisch und Solarturm.

Das Ziel der Potentialanalyse in Europa war es, Standorte die ein gewisses Potential für solarthermische Nutzung (speziell Dampf) in der Industrie haben, aufzuzeigen. Dabei wurden verschiedene Gewichtungen angesetzt, um die Standorte bezüglich verschiedener Einflussfaktoren wie Einstrahlung (Direktstrahlung), Temperatur oder Energiekosten zu bewerten. Daraus resultiert, dass Standorte die hohe Einstrahlungswerte und hohe thermische Energiekosten aufweisen auch hohe Scores zugewiesen bekommen. Analysen hinsichtlich verschiedener Gewichtungen zeigen, dass die klimatischen Bedingungen sowie die thermischen Energiekosten auf die Standorte mit hoher Bewertung mehr Einfluss nimmt.

Zu den Zehn am besten bewerteten Standorte zählen: Lissabon, Athen, Stockholm, Marseille, Göteborg, Madrid, Barcelona, Neapel, Izmir und Aguilar de Campo. Diese Standorte wurden ausgewählt um im letzten Kapitel eine detaillierte Untersuchung bezüglich Solar- und Systemertrag durchführen zu können. Hierbei wurde eine detaillierte Berechnung des Solarertrages sowie der benötigten Kollektorfläche für einen Beispiel Prozess von 1 MW Wärmebedarf errechnet. Zusätzlich wurde für den Beispiel Prozess eine Temperatur von 200°C angenommen.

Die zwei Herangehensweisen zur Bewertung der Standorte (Potentialanalyse und detaillierte Systemuntersuchung) dienen zum internen Vergleich der 10 ausgewählten Standorte. In Abbildung 2 sind die beiden Bewertungen aufgezeigt. Der Standort Lissabon weist dabei den höchsten Score auf. Bei der benötigten Kollektorfläche dokumentieren die Standorte Madrid, Aguilar de Campo aber auch Athen und Lissabon den geringsten Flächenbedarf. Der Standort Aguilar de Campo weist allgemein den geringsten Kollektorflächenbedarf auf. Interessant ist jedoch, dass dieser Standort die niedrigste Bewertung mit einem Score von rund 7,6 hat.

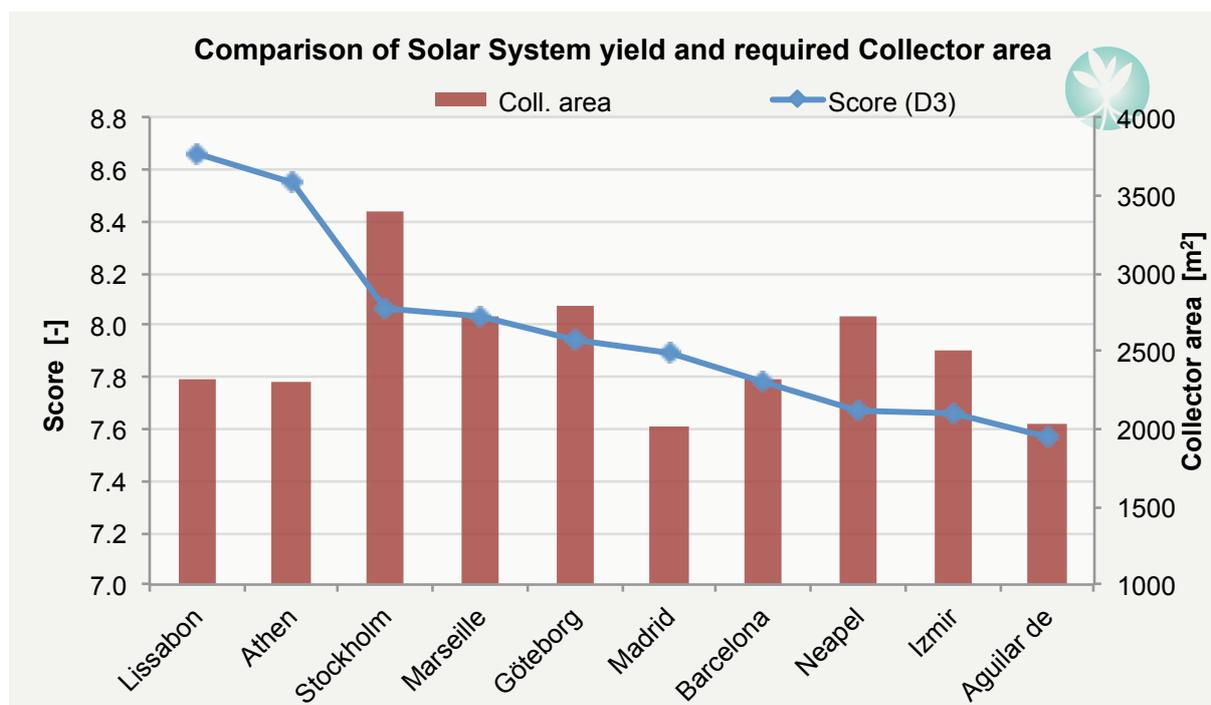


Abbildung 2: Endgültiger Vergleich der detaillierten Systemberechnung und dem einfachen Ansatz (JER)

Diese Projektarbeit macht damit deutlich, dass es in europäischen Standorten wie Aguilar de Campo, Madrid, Athen und Lissabon sehr wohl Sinn ergeben würde, solarthermische Systeme in das Dampfnetz einzubinden.

Eine schnelle Potentialanalyse des Standortes ist hilfreich um viele Standorte miteinander vergleichen zu können, sagt aber nicht aus, welche genauen Solarerträge letztendlich für den einzelnen Standort möglich sind.