



Wärme frei Haus: Auf Wohnungen schon bewährt, erweisen sich solarthermische Kollektoren zunehmend auch als attraktive Quelle für Prozesswärme in Industrie und Gewerbe.

Solare Prozesswärme für Industriebetriebe

Für eine nachhaltige Wärmeversorgung von Industriebetrieben stellt die Kombination von Energieeffizienzmaßnahmen und thermischer Solarenergie eine aussichtsreiche Lösung dar. Erste Erfolge zeigt ein Pilotprojekt.

TEXT: Bastian Schmitt, Christoph Lauterbach, Prof. Dr. Klaus Vajen, Universität Kassel **FOTO:** Wagner Solar

In der deutschen Industrie macht Wärme einen Anteil von rund 67 % am Energiebedarf aus und entspricht damit nahezu dem gesamten Stromverbrauch Deutschlands. Weil mittel- und langfristig steigende Energiepreise zu erwarten sind, suchen Industriebetriebe nach Alternativen bei der Bereitstellung von Prozesswärme. Neben der Nutzung von dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung, die attraktive Gesamtwirkungsgrade hat, aber die Unsicherheit der Brennstoffkosten mit sich bringt, bietet der Einsatz solarthermischer Anlagen der Industrie die Möglichkeit, Prozesswärme emissionsfrei und zu vorhersehbaren Kosten bereitzustellen.

Da die Effizienz von Solaranlagen mit steigender Prozesstemperatur sinkt, eignen sich vor allem Prozesse mit Betriebstemperaturen unter 100 °C für diese Technologie, mit weiter-

entwickelten Komponenten auch für Temperaturen bis 150 °C. Zusätzlich sollten die Prozesse einen möglichst konstanten Wärmebedarf aufweisen, um die Notwendigkeit von Speichern gering zu halten. Branchenübergreifend eignen sich vor allem Prozesse wie Reinigen, Waschen, Trocknen, Kochen, Pasteurisieren, Sterilisieren, Färben, Destillieren, Eindampfen, Blanchieren, Bleichen, Extrahieren, Schmelzen und Wärmebehandeln für eine solarthermische (Teil-)versorgung. Zudem kann thermische Solarenergie zum Vorwärmen von Kesselspeisewasser verwendet oder direkt in einen Heizkreis eingespeist werden.

Für die optimale Integration einer thermischen Solaranlage in die bestehende Infrastruktur eines Unternehmens verfolgt das Fachgebiet Solar- und Anlagentechnik der Universität

Kassel einen umfassenden Ansatz, den das Pilotprojekt „Nachhaltige Bierproduktion durch Nutzung solarer Prozesswärme und Energieeffizienz“ bei der Hütt-Brauerei in Kassel/Baunatal illustriert. Das vom Bundesumweltministerium geförderte Pilotprojekt, das im März 2010 mit dem Energy Masters Award ausgezeichnet wurde, kombiniert Energieeffizienzmaßnahmen in der Heißwasserversorgung der Brauerei mit dem Bau und der Einbindung einer thermischen Solaranlage.

Schritte zur Integration

Im ersten Schritt erfolgte eine detaillierte Darstellung des Ist-Zustandes der Brauerei, wofür alle relevanten Energie- und Wasserströme analysiert wurden. Dadurch konnte eine Energiebilanz erstellt werden, welche die wichtigsten Energieflüsse, -quellen und -senken beinhaltet. Gerade für mittelständische Betriebe ohne detailliertes Energiemonitoring und -management ist dieser Schritt sehr wichtig, da Transparenz im Bereich des Energieverbrauchs geschaffen wird und eventuell Schwachstellen dadurch identifiziert werden können.

Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen stellte die Hütt-Brauerei die Kochung auf ein neues Verfahren um, so dass dieser energieintensive Prozessschritt jetzt 30 % weniger Energie benötigt. Ein Konzept zur Verbesserung der innerbetrieblichen Wärmerückgewinnung, die das für den Brauprozess benötigte Heißwasser bereitstellt, sieht vor, dass die Abwärme aus der Kochung in einem geschlossenen Kreislauf genutzt wird, und damit auf einem höheren Temperaturniveau zur Verfügung steht. Auf diese Weise kann die Abwärme innerhalb des Prozesses zur Vorwärmung vor dem Kochen genutzt werden, was bei diesem Schritt Dampf einspart.

Diese Veränderungen führten zu einem effizienten Wärmerückgewinnungskreislauf und ermöglichten die Integration einer thermischen Solaranlage in die Heißwasserversorgung der Brauerei, da durch die veränderte Wärmerückgewinnung nun weniger Heißwasser auf niedrigem Temperaturniveau bereitgestellt wird. Zukünftig wird eine 150 m² große Solaranlage aus Flachkollektoren und ein 10 m³ großer Pufferspeicher Heißwasser bereitstellen. Neben der messtechnischen Überwachung und der Optimierung des Zusammenspiels der thermischen Solaranlage und der Heißwasserversorgung ist ein detailliertes Energiemonitoring für den Brauprozess im Aufbau, das weitere energetische Schwachstellen aufzeigen soll.

Generell kann die Systemintegration wie in dem beschriebenen Projekt auf Prozessebene oder aber auf Versorgungsebene erfolgen. Bei der Integration auf der Versorgungsebene wird die thermische Solarenergie direkt in einen vorhandenen Heizkreis eingespeist. Dazu werden allerdings höhere Temperaturen benötigt als bei der Integration auf Prozessebene. In diesem Fall kann die solare Wärme oft sogar unterhalb der

Betriebstemperatur des Prozesses bereitgestellt werden (zum Beispiel bei der Vorwärmung von Waschwasser).

Die zur Bereitstellung von Prozesswärme verfügbaren Kollektoren lassen sich in die drei Temperaturbereiche bis 80 °C, von 80 bis 150 °C und von 150 bis 250 °C einteilen. Für die direkte Beheizung von Prozessen bis 80 °C ist eine Vielzahl von Flach- und Vakuumröhrenkollektoren erhältlich. Zur Prozesswärmebereitstellung in einem Temperaturbereich bis 150 °C eignen sich Hochleistungsflachkollektoren, Vakuumröhrenkollektoren oder leicht konzentrierende CPC-Kollektoren (Compound Parabolic Concentrator). Für die Beheizung von Prozessen mit höheren Betriebstemperaturen werden hingegen konzentrierende Systeme wie kleine Parabolrinnen oder Fresnelkollektoren benötigt, welche in Deutschland aufgrund der unzureichenden Einstrahlung bisher ausschließlich in Forschungsprojekten eingesetzt wurden.

Investitions- und solare Wärmegestehungskosten

Die Investitionskosten für ein solarthermisches System zur Prozesswärmebereitstellung betragen je nach Systemkonzept (mit oder ohne Solarspeicher, Back-up, Hydraulik etc.) etwa 450 bis 700 Euro/kW. Dieser Preis umfasst Komponenten, Planung und Installation der Anlage. Der Bau einer thermischen Solaranlage zur Prozesswärmebereitstellung wird durch den Bund gefördert. Im Rahmen des KfW-Programms „Erneuerbare Energien“ erhalten Antragsteller eine 30-Prozent-Förderung auf die Investitionskosten der Anlage in Form eines Tilgungszuschusses auf einen zinsgünstigen KfW-Kredit. Während bei der Nutzung thermischer Solarenergie im Wohnbereich durchschnittliche Jahreserträge von etwa 350 kWh pro installiertem Kilowatt erzielt werden können, sind in industriellen Anwendungen oft durchaus doppelt so hohe Erträge realistisch, da eine konstante Abnahme der solaren Wärme auch im Sommer gewährleistet ist. In Abhängigkeit von den spezifischen Investitionskosten und den erzielbaren Erträgen ergeben sich solare Wärmegestehungskosten von etwa 40 bis 50 Euro/MWh. □

[> MORE@CLICK E20410454](#)



M.Sc. Bastian Schmitt, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Universität Kassel



M.Sc. Christoph Lauterbach, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Universität Kassel



Prof. Dr. Klaus Vajen, Fachgebiet Solar- und Anlagentechnik der Universität Kassel