



Gleichberechtigung für Solarthermie!

Fernwärme wirkungsvoll mit Solarthermie unterstützen

ROLF MEISSNER*, JOEL SCHRAGE**

Der Hunger nach Energie ist weltweit vor allem begründet durch den Wärme- und weniger durch den Strombedarf. Dies wird in der aktuellen Diskussion zur Energiewende oft vergessen. Bekanntermaßen kann Elektroenergie zwar einfach in Wärme umgewandelt, aber anders als Wärme nur zu sehr viel höheren Kosten gespeichert werden.

Da die Strahlung der Sonne wiederum mit einem deutlich höheren Nutzungsgrad in Wärme als in Strom umgewandelt werden kann, käme man dem Hauptanliegen der Energiewende, der Verringerung der CO₂-Emissionen, viel näher, wenn der direkten Substitution von fossil

erzeugter Wärme durch solarthermische Wärme eine weitaus größere Beachtung zuteil kommen würde.

Deutlich wird dies insbesondere, wenn man sich vor Augen führt, dass bereits bei Wärmeanwendungen mit Temperaturen von bis zu 130 °C mit solarther-



* Rolf Meißner ist Physiker und befasst sich als Produktmanager und Entwickler seit 1990 bei Ritter Energie- und Umwelttechnik mit der Speicherung von Solarwärme. Gegen Ende 2006 gründete er den Bereich Paradigma XL Solar und ist seit 2010 Geschäftsführer der Ritter XL Solar GmbH.



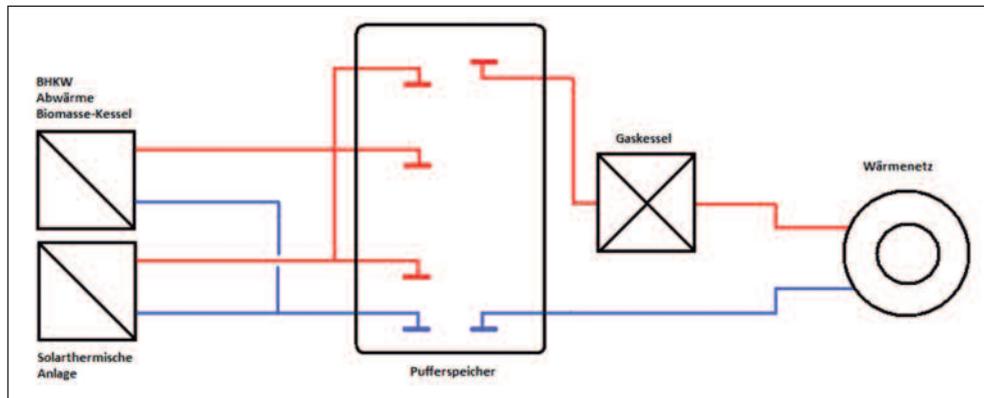
** Joel Schrage setzt sich als Dipl.-Wirtschafts-Ingenieur bereits seit längerem intensiv mit den Möglichkeiten regenerativer Wärmeerzeugung auseinander. Bei der HAMBURG ENERGIE GmbH ist er als Projektleiter im Bereich Contracting unter anderem verantwortlich für das Projekt Energiebunker.

◀ Bild 1 • Der Energiebunker
Hamburg, IBA Hamburg GmbH,
Martin Kunze

mischen Kollektoren dreimal mehr Energie nutzbar ist als mit PV-Modulen. Bei einem Temperaturniveau von bis zu 95 °C ist die Energieausbeute sogar um Faktor 4 höher. Mit 3580 PJ umfasst der Bereich von Wärmeanwendungen kleiner 100 °C wie Raumwärme, Warmwasserbereitung und Prozesswärme in Deutschland noch weit mehr als 65 % des gesamten Wärmebedarfs und nahezu 40 % des Gesamt-Endenergiebedarfs /1/. Da nahezu alle Wärmenetze mit Temperaturen von 80 bis 130 °C arbeiten und netzbasierte Wärmeversorgungssysteme in Zukunft weiter ausgebaut werden sollen, ist eine naheliegende Anwendung für Solarthermie die Integration in Nah- und Fernwärmenetze. Im Folgenden sollen einige erste solarthermische Anlagen zur Unterstützung von Wärmenetzen vorgestellt werden, insbesondere eine der jüngsten und aufgrund der Internationalen Bauausstellung 2013 bekanntesten – der Energiebunker Wilhelmsburg (EBW, Bild 1).

Der Energiebunker Hamburg

Auch wenn gegenwärtig insbesondere die regenerative Stromerzeugung im Fokus der öffentlichen Aufmerksamkeit steht, wurde in Deutschland wie auch auf europäischer Ebene längst erkannt, dass sich die im Rahmen der Klimaschutzpolitik bis 2020 gesetzten Ziele zur Treibhausgas-Reduktion nur mit bereichsübergreifenden Maßnahmen erreichen lassen. Besondere Bedeutung kommt hierbei dem Wärmebereich zu, der in Deutschland für über 50 % des Endenergiebedarfs verantwortlich ist /2/. Generell steht die Frage im Raum, mit welchen Instrumenten hier die CO₂-Emissionen gesenkt werden können. Die Internationalen Bauausstellung Hamburg (IBA) hat sich unter anderem dieser Fragestellung angenommen und im Themenfeld Klimaschutz Antworten formuliert. Im IBA-Projektgebiet, der Elbinsel Wilhelmsburg, wurden diese wiederum in konkreten Projekten umgesetzt und somit aufgezeigt, dass erneuerbare Energien in einem urbanen Raum flächendeckend für eine maximale Klimaentlastung sowohl unter technischen wie auch wirtschaftlichen Gesichtspunkten einsetzbar sind. Das wohl bekannteste Projekt in diesem Zusammenhang ist der sogenannte Energiebunker, welcher vom



▲ Bild 2 • Anlagenschema EBW

städtischen Energieversorger Hamburg Energie GmbH seit 2010 mit Hilfe von EU-Fördermitteln aus dem „Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE)“ realisiert wird. Zentrales Objekt des Projektes ist ein ehemaliger Flakbunker, der im 2. Weltkrieg zur Luftverteidigung Hamburgs erbaut und nach Kriegsende im Jahr 1947 durch die britische Armee mit Hilfe von Sprengladungen entfestigt und damit zerstört wurde. Im Anschluss blieb der Bunker nahezu 65 Jahre ungenutzt, prägte aber das Reihertiegeviertel allein aufgrund seiner Größe weiterhin maßgeblich. Bei der Projektrealisierung wurde der Bunker als stadtteilprägendes Bauwerk deshalb von Beginn an berücksichtigt und aus diesem Grund in den vergangenen Jahren von Seiten der IBA instandgesetzt. Ziel des Projektes Energiebunker ist der Aufbau einer überwiegend auf regenerativen Energieträgern basierenden Wärmeversorgung im sogenannten Reihertiegeviertel, einem der Ballungsräume der Wilhelmsburger Insel. Das Versorgungsgebiet umfasst die Quartiere rund um den Bunker und hat eine Größe von ca. 0,5 km². In dem Gebiet liegen mehr als 80 Wohngebäude, öffentliche Einrichtungen und Gebäude für Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Der ermittelte Wärmebedarf beläuft sich auf rd. 22 GWh/a bei einer Leistungsspitze von bis zu 12 MW. Die zukünftige Versorgung der Liegenschaften soll über ein Wärmenetz mit mehr als 7 km Länge erfolgen, welches aus einer Energiezentrale, die sich im Bunkerinneren befindet, gespeist wird. Ein Teilnetz zur Versorgung erster Objekte ist 2012 bereits in Betrieb gegangen, der weitere Ausbau soll bis Ende 2015 abgeschlossen sein. Um einen hohen Anteil erneuerbarer Energien bei der Wärmeversorgung sicherzustellen, ist ein Großpufferspeicher mit einem Volumen von 2.000 m³ Kernstück des nun in der Umsetzung befindlichen Versorgungskonzepts. Mit seinen Abmessungen von rd. 11 m x 20 m nimmt er große Teile des

Bunkerinneren ein. Der Pufferspeicher ist als druckloser, offener Speicher ausgeführt; Speichermedium ist vollentsalztes Wasser. Ausgelegt ist der Speicher standardmäßig auf eine Temperaturspreizung von 40 K, die Maximaltemperatur soll im Regelfall nicht über 90 °C liegen (Bild 2). Generell ermöglicht es der Pufferspeicher die Tageslastspitzen auf der Bedarfsseite zu kappen. In der Folge kann die thermische Leistung der geplanten regenerativen Erzeugungsanlagen mit rd. 3,7 MW im Verhältnis zur abgerufenen Spitzenlast optimiert werden. Der Anteil der jährlichen regenerativen Wärmearbeit steigt aufgrund der hohen Laufzeiten der entsprechenden Erzeuger auf rd. 85 %, die CO₂-Emissionen werden im Vergleich zu den jetzigen Beheizungssystemen um 90 % gesenkt. Gespeist wird der Pufferspeicher durch verschiedene regenerative Erzeuger. Im Bau befinden sich ein Biomethan-BHKW (rd. 510 kW_{el}, 600 kW_{th}) sowie eine Anlage zur Nutzung von Abwärme eines nahegelegenen Industriebetriebs (ca. 290 kW_{th}). Ein Biomasse-Kessel (ca. 2.000 kW_{th}) folgt nach der Versorgungsausweitung im Jahr 2015. Bereits im Betrieb ist ein weiteres innovatives Element des Energiebunkers – die solarthermische Großanlage auf dem Dach des Bunkers (rd. 750 kW_{th}), die zusammen mit einer Photovoltaikanlage die sogenannte „Solare Hülle“ bildet. Dem Speicher nachgeschaltet befinden sich im Endausbau vier erdgasbetriebene Brennwert-Doppelkessel mit jeweils 1,1 MW als Redundanz sowie zur Spitzenlastabdeckung. Nachfolgend soll auf die solarthermische Anlage des Energiebunkers detailliert eingegangen werden.

Die Solarwärmeeanlage des Energiebunkers Hamburg

Die CPC-Vakuümrohren-Kollektortechnologie

Über das gesamte Dach des EBW erstrecken sich Sonnenkollektoren zur Wär-

meerzeugung für das Wärmenetz in Hamburg-Wilhelmsburg. Die Kollektorreihen sind nur um 15 Grad nach Süden geneigt, um das ganze Jahr mit wenig Verschattung mit einer möglichst großen Fläche ein Maximum an Wärme zu gewinnen und um die Windlast in 50 Metern Höhe möglichst gering zu halten. Bei dieser Neigung reinigt sich die Anlage bei jedem Regen mühelos von selbst. Es ist einleuchtend, dass in dieser exponierten Lage nur Kollektoren in Frage kommen, die 20 Jahre nahezu wartungsfrei arbeiten, weil sie nach Abschluss der Bauarbeiten schwer zugänglich sind. Die Solaranlage sollte auch besonders leistungsstark und die Energie möglichst preiswert sein, weil die Solarwärme vom Betreiber der Anlage verkauft wird. Das für Hamburg typische Wetter ist dabei eine besondere Herausforderung. In Abwägung aller Anforderungen entschied sich Hamburg Energie für Vakuumröhren-Kollektoren mit CPC-Spiegeln und Plasmatechnologie sowie für ein System, das mit Wasser als Wärmeträger arbeitet. Grundlage dieser Technik sind sog. Dewar- oder Sydney-Röhren. Dies sind evakuierte doppelwandige Glasgefäße, so einfach aufgebaut wie eine Vakuum-Thermoskanne. Entsprechend der langjährigen Erfahrung mit gläsernen Thermoskannen seit 1874 beträgt ihre Haltbarkeit 20 bis 50 Jahre. Auf der Innenröhre befindet sich im Vakuum eine hochselektive Absorberschicht, die bei guten Strahlungsverhältnissen im Stillstand bis zu 350 °C heiß wird. Wenn der Kollektor nicht im Stillstand ist, wird die Wärme über dünne, wasserführende Metallrohrregister aus Kupfer, Stahl oder Edelstahl abgeführt. Der CPC-Spiegel (Compound Parabolic Concentrator) gewährleistet, dass pro Fläche möglichst wenig Röhren gebraucht werden und trotzdem die Bruttokollektorfläche zu über 90 % optisch aktiv ausgenutzt wird. Er spart also vor allem Material, vergrößert den Ertrag und senkt die Wärmeverluste. Aufgrund seiner speziellen Geometrie wird nahezu alles direkte und diffuse Licht ausgenutzt. Für Temperaturdifferenzen zwischen Kollektor und Umgebung von 100 Kelvin haben diese Kollektoren bei 800 Watt/m² Einstrahlung noch einen Wirkungsgrad von 60 % und selbst bei 400 W/m² noch knapp 50 %. Der jüngste Stand der Technik zu CPC-VRK ist die Plasmatechnologie, erstmals vorgestellt und zum Intersolar Award nominiert auf der Messe 2012 in München. Dabei werden spezielle CPC-Spiegel mit höherem Reflexions-

grad und maximaler Witterungsbeständigkeit eingesetzt und die Röhren in einem Plasmaverfahren mit einer Antireflex-Schichten ausgestattet, die dafür sorgt, dass möglichst viel Sonnenlicht durch das Glas auf den Absorber gelangt. Damit erlebte die CPC-VRK-Technik noch einen deutlichen Entwicklungssprung hin zu höheren Temperaturen. Für ständige Prozesstemperaturen von 60 °C bis 180 °C ergeben sich mit der Plasmatechnologie Steigerungen des Kollektorertrags von 15 % bis 90 %. Um das Wasser zum Sieden zu bringen, genügt bereits eine so geringe Einstrahlung, dass dazu nicht einmal direkter Sonnenschein nötig ist, also auch bei bewölktem Himmel. Ein besonderer Vorteil zylindrischer Absorber ist die weitreichende Unabhängigkeit der Einstrahlungsnutzung vom radialen Einfallswinkel. Praktisch heißt dies, dass während eines Tages über viele Stunden eine hohe Leistung erzielt werden kann und nicht nur bei nahezu senkrechtem Einfallswinkel am Mittag. Der Wärmeträger Wasser hat viele Vorteile. Die wichtigste Eigenschaft bei thermischen Solaranlagen ist die chemische und physikalische Langzeitstabilität des Wärmeträgers. Bei Solaranlagen, die mit Glykol-Wassergemisch arbeiten, kann das Glykol und nachfolgend die gesamte Solaranlage zerstört werden, wenn der Kollektor zu heiß wird. Deshalb ist jede Unterbrechung der Wärmeabnahme, jeder Stromausfall und jede Betriebsstörung oder auch nur ein voller Speicher für Glykolanlagen ein potenzielles Risiko. Große Glykolanlagen sind deshalb i. d. R. zur Sicherheit mit sehr großen Speichern ausgestattet und für den Fall, dass diese trotzdem voll sind, zusätzlich mit Notkühlern und Gebläsen, die überflüssige Solarwärme abführen. Wasser dagegen kann unendlich oft einfach verdampfen und wieder kondensieren, ohne die Solaranlage zu beschädigen. Nebenbei benötigt Wasser besonders wenig elektrische Pumpenergie, speichert die Wärme am besten und ist unschlagbar preiswert /3/.

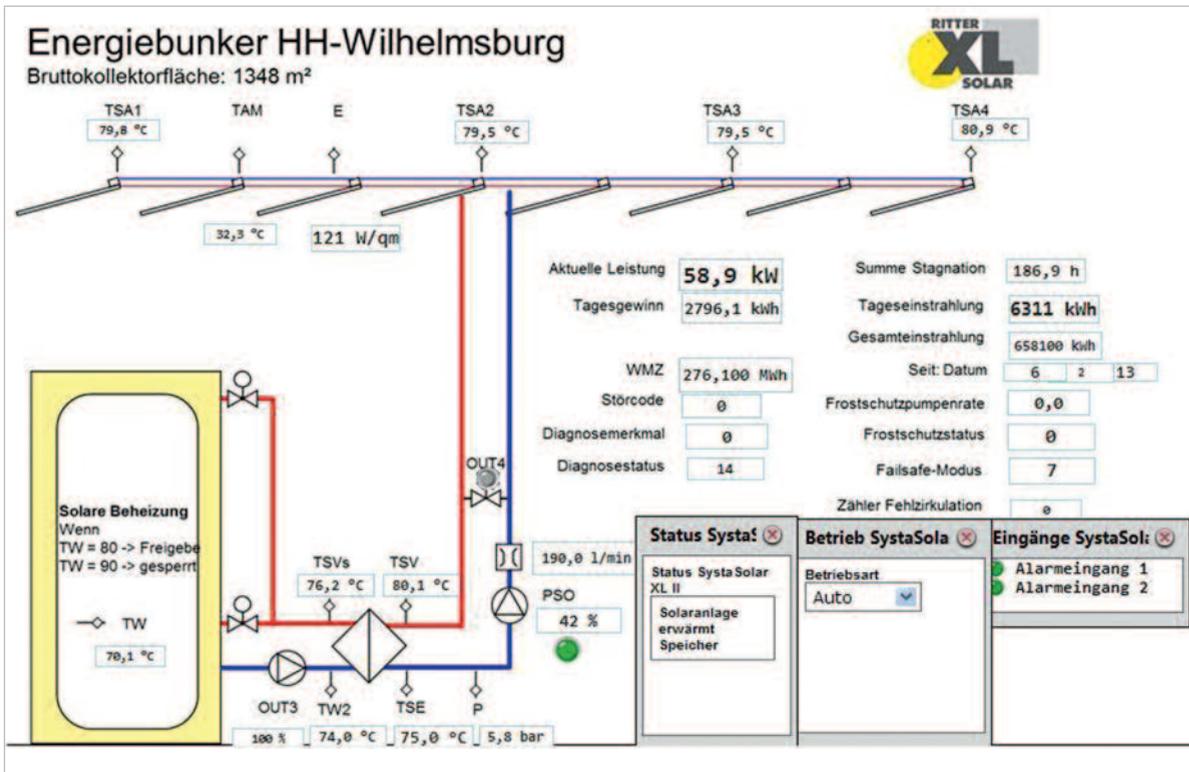
Vorteile von hohen Kollektortemperaturen

Die sommers wie winters hohen Kollektortemperaturen von CPC-Vakuumröhrenkollektoren sind eine wichtige Voraussetzung für ihre Anwendung in der Nah- und Fernwärme. Solarwärme kann umso einfacher genutzt werden, je höher die erzeugte Kollektortemperatur ist /4/. Nur solange die Kollektortemperatur höher ist als die benötigte Solltemperatur, ist sie

direkt zur Wärmeversorgung der angeschlossenen Verbraucher nutzbar und die konventionelle Nachheizung kann effizient vermieden werden. Da außerhalb der Heizperiode die Kessel- und Anlagenwirkungsgrade am schlechtesten sind, wird bei jedem durch Solarwärme vermiedenen Einschalten des Kessels viel mehr Energie eingespart, als die Solaranlage erbringt. Neben ihrem solaren Jahresertrag leistet die Solaranlage dann also einen Zusatzbeitrag zur Energiebedarfsvermeidung durch die Einsparung von Kessel- und Anlagenverlusten, der größer sein kann als der reine Solarertrag. Diesen synergetischen Effekt könnten Niedertemperaturkollektoren nicht leisten. Hohe Kollektortemperaturen sind mit einer erhöhten spezifischen Wärmeleistung verbunden, was elektrische Pumpenleistung und Pumpenlaufzeit spart. Hohe Kollektortemperaturen erhöhen die Speicherkapazität. Erst wenn die Kollektortemperaturen über den Solltemperaturen liegen, beginnen Solarspeicher ihre Speicherkapazität zu entfalten. Je höher die Speicher-Übertemperatur ist, umso größer ist die Speicherkapazität. Deshalb können Speicher von Hochtemperaturkollektoren kleiner ausgelegt werden, was Platz und Investitionskosten spart. Hohe Kollektortemperaturen erlauben eine ganzjährige Nutzung der Solaranlage und geben damit Planungssicherheit.

Aufbau und Funktion der Solaranlage

Beim Energiebunker Hamburg bedecken die Kollektoren das gesamte Dach und befinden sich ca. 50 Meter höher als die Solarpumpe und der Wärmetauscher. Nach Vorgabe des Bauherrn durfte die Solarwärme nicht direkt in das Wärmenetz eingespeist werden, sondern immer erst in einen Speicher, dessen Größe auch unabhängig von der Solaranlage mit 2000 m³ bereits feststand. In den Kollektoren fließt das gleiche Wasser wie im Fernwärmenetz und im Speicher, deshalb sind auch das Füllen der Solaranlage und die thermische Ausdehnung ganz einfach. Wegen unterschiedlicher Betriebsdrücke ist trotzdem ein Solarwärmetauscher notwendig (Bild 3). Deshalb sind auch das Füllen der Solaranlage und die thermische Ausdehnung ganz einfach. In den Kollektoren herrscht ein Überdruck von mindestens 1,3 bar, so dass das Wasser darin frühestens bei ca. 115 °C siedet. Aufgrund der statischen Höhe muss eine automatische Druckhaltung bei den Pumpen ständig einen Arbeitsdruck von 6 - 7 bar aufrechterhalten.



▲ Bild 3 • Anlagenschema EBW (01.08.2013 nach Sonnenuntergang)

Wenn die Solarpumpen den maximalen Volumenstrom von 30 m³/h fördern, erhöhen sie den Druck um ca. weitere 1,5 bar. Wenn die Anlage abschaltet, weil keine Wärme gebraucht wird (thermischer Stillstand), siedet das Wasser in den Kollektoren und dehnt sich über eine Druckhaltestation aus. Dieser Prozess wurde technisch so organisiert, dass dies gleichmäßig, schnell, ohne Dampfschläge und unter Verdampfung von so wenig Wasser wie möglich geschieht. Wenn der Dampf in den Kollektoren nach Sonnenuntergang kondensiert, wird die Solaranlage von der Druckhaltestation automatisch befüllt und ist wieder betriebsbereit. Die Solarwärme gelangt über einen Plattenwärmetauscher je nach Temperatur auf verschiedenen Höhen in den Speicher. Der Volumenstrom der Solarpumpen ist stufenlos variabel, so dass nahezu unabhängig von der Einstrahlung stets eine feste Einspeisetemperatur von den Betreibern des Speichers vorgegeben werden kann. Zu Beginn der Einspeisung war der gesamte Speicher noch kalt. Bei niedrigen Arbeitstemperaturen arbeitete die Solaranlage nahezu bei jedem Wetter und selbst bei strömendem Regen, weil bereits Einstrahlungen von 70 - 120 W/m² ausreichten (Bild 4). Am 10.04. erreichte die Einstrahlung bei sehr schlechtem Wetter selten mehr als 120 W/m², trotzdem war die Anlage ca. 6 Stunden in Betrieb und noch 135 kWh

gelangten in den Speicher. Nach ca. 2 Monaten waren die gesamten 2000 m³ auf knapp 90 °C aufgeheizt und die Kollektoren arbeiteten nur noch mit Temperaturen zwischen 105 und 115 °C (Bild 8). In den ersten 3 ½ Monaten von der Inbetriebnahme Mitte April bis Ende Juli (Bild 3) war die Anlage bereits 187 Stunden im thermischen Stillstand (Bild 6), weil der Speicher bereits voll geladen und eine Entladung in den heißen Sommermonaten nur bedingt möglich war. In dieser Zeit gelangten von 658 MWh Einstrahlung 276 MWh Solargewinne in den Speicher (220 kWh/m² Bruttokollektorfläche). Bei der Solarverrohrung handelt es sich um geschweißte Stahlrohre, die zur Wärmeisolation fest eingeschäumt in PU-Hartschaum und von einer wetterfesten Kunststoff-Schutzhülle umgeben sind. Im thermischen Stillstand treten in den Rohren kurzzeitig maximal 160 °C auf, das ist die Nassdampfentemperatur bei dem dann in den Kollektoren erhöhten Druck. Die Temperatur in den Kollektoren erreicht im Stillstand bis zu 350 °C.

Frostschutz

Das Kollektorfeld und die Rohr-Außenleitungen müssen vor dem Einfrieren geschützt werden. Dazu genügen Wassertemperaturen von 5 - 8 °C. In kurzen Pulsen werden kleine Wärmemengen Niedertemperaturwärme eingesetzt. Die Solarpumpe arbeitet dafür nur ca. 20 Be-

triebsstunden im ganzen Jahr und für die notwendige Wärme wird mit 1 - 2 % des solaren Jahresertrages gerechnet. Zur Absicherung des Frostschutzes auch bei Stromausfall wurde die Solaranlage mit einer unterbrechungsfreien Stromversorgung ausgestattet.

Weitere solarthermisch unterstützte Wärmenetze

Fernwärme Wels

Im Mai 2011 ging auf dem Dach der Messehalle in Wels/Österreich die mit ca. 3.400 m² Kollektorfläche und ca. 2 Megawatt Leistung größte CPC-Vakuumröhrenanlage in Betrieb, die Wärme in ein Fernwärmenetz speist /5/. Im Sommer sparen die Elektrizitätswerke Wels mit dieser Solaranlage zeitweise über 50 % an Erdgas. In der Solaranlage fließt das gleiche Wasser wie in den Fernwärmeleitungen. Das Kollektorfeld erstreckt sich über fast 10.000 m² Dachfläche, während die gesamte Haustechnik übersichtlich in einem nur etwa 50 m² großen Heizraum untergebracht ist. Die Ausdehnung des Wassers der Solaranlage erfolgt direkt ins Wärmenetz. Anders als beim Energiebunker Hamburg gibt es keinen anderen Solarspeicher als das Wärmenetz selbst. Mit der Solaranlage durfte an der FW-Anlage nichts verändert werden, die Solaranlage hatte sich den gegebenen Verhält-

nissen vollständig unterzuordnen. Die Ausschreibung beinhaltete ursprünglich lediglich eine Solaranlage unter Angabe von Einspeisetemperaturen, Ertragerwartung und maximal verfügbarer Stellfläche für die Kollektoren. Für den Planer der Solaranlage Ritter XL Solar wurde es eine zusätzliche und größere Herausforderung, dass ihm auch die komplette hydraulische, elektrische und EDV-technische Planung der Wärmeübergabe an die Fernwärme übertragen wurde bis zur Entwicklung und Lieferung der Schaltschranktechnik, der Hard- und Software der SPS-Steuerung, der Monitoring-Einrichtungen, der Kommunikation mit der FW-Leitstelle sowie den Schnittstellen zum

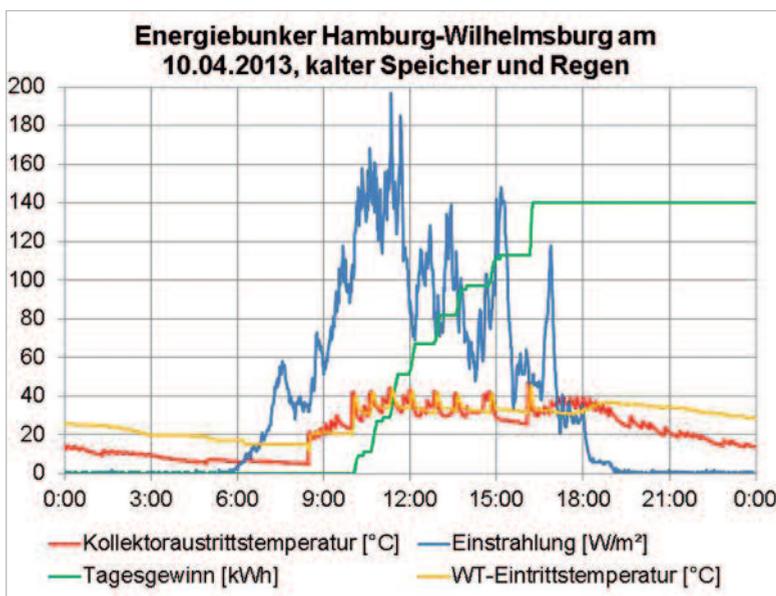
Internet. Das FW-Netz in Wels fordert von der Solaranlage ganzjährig hohe Temperaturen von 80 - 110 °C. Seit ihrer Inbetriebnahme lieferte die Anlage knapp 3 Gigawattstunden (im jährlichen Durchschnitt also ca. 420 kWh/m² Aperturfläche), was angesichts nicht optimaler Standortbedingungen alle Erwartungen erfüllt, hatte 40 Stillstandsstunden und verbrauchte etwa 1 % der Solarerträge an Fernwärme für den Frostschutz im Winter.

Nahwärmenetz Büsingen

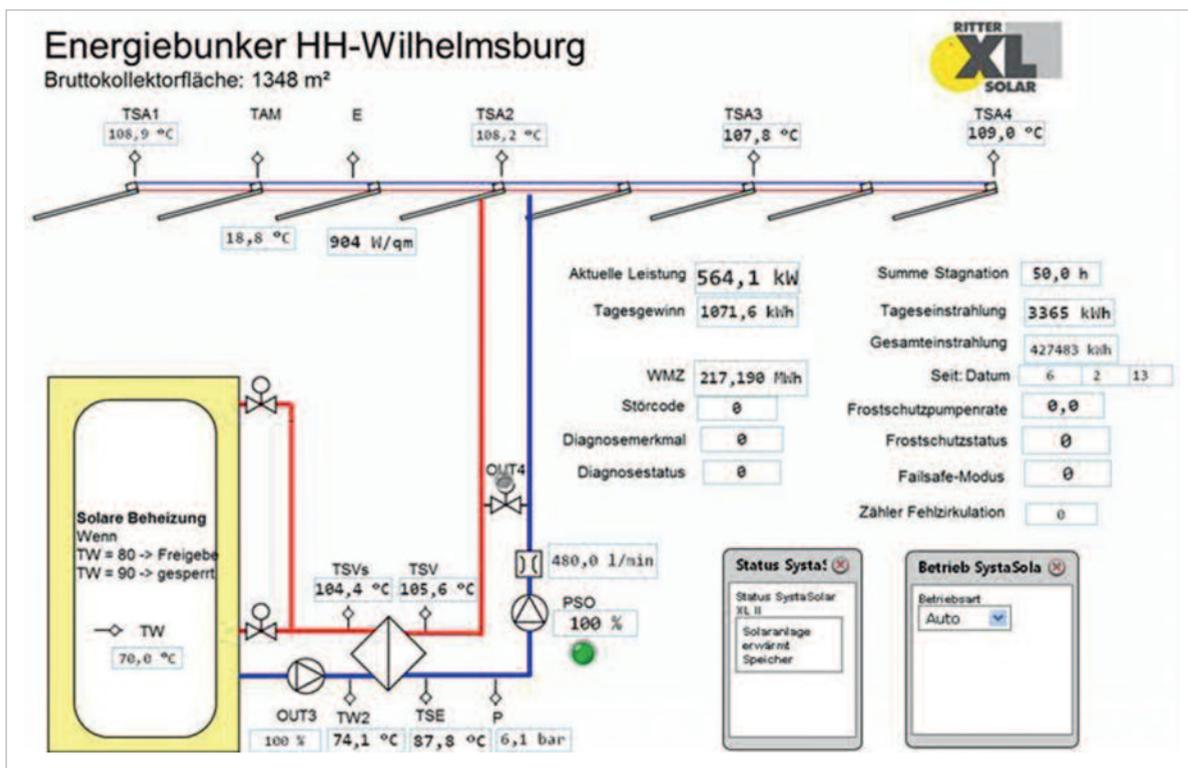
Der Energiebunker Hamburg hat mit knapp 1,5 m³ Speicher/m² Kollektorfläche mindestens einen „Wochenspeicher“, während die Anlage Wels mit weniger als

1 Liter Speicher/m² Kollektorfläche nur wenige Minuten puffern kann. Die Anlage Büsingen, die im Juli 2013 in Betrieb ging, repräsentiert neben diesen beiden Extremen eher Normalität, indem hier für 1090 m² Kollektorfläche ca. 100 m³ Speicher zur Verfügung stehen, ca. 90 Liter Speicher/m² Kollektorfläche. Das entspricht etwa einer Ein- bis Zweitagespeicherung, wobei stark einschränkend bedacht werden muss, dass der Biomassekessel dieselben Speicher beheizt und die Netzurücklauftemperatur mit 70 °C sehr hoch ist. Das Dorf Büsingen gehört zu Deutschland, ist jedoch Teil der Schweizer Wirtschaftszone. Deshalb gilt hier nicht das „Erneuerbare Energien Gesetz“ (EEG), wodurch eine Solarthermieanlage zur wirksamsten und wirtschaftlichsten Technologie zur Einsparung fossiler Brennstoffe wird. Die CPC-Vakuumröhrenkollektoren sind pro Fläche viermal effektiver als die vom EEG bevorzugten Photovoltaikanlagen. So reichen in Büsingen 1090 m² Kollektorfläche aus, um im Sommer die gesamte Wärmelast des Netzes mit 107 Haushalten abzudecken, was auf eindrucksvolle Weise das Potential dieser Technologie aufzeigt. Das Büsinger Wärmekonzept kombiniert Solarthermie mit Biomasse. Im Sommer wird die Wärme vorrangig durch die Solaranlage erzeugt. In kälteren Monaten unterstützt diese eine Biomasseanlage, deren Kessel im Sommer zeitweise abgeschaltet werden, was ihre Lebensdauer erheblich verlängert. Die verwendete Biomasse stammt, anders als

► Bild 4 • Einspeisung bei Regenwetter in den kalten Speicher



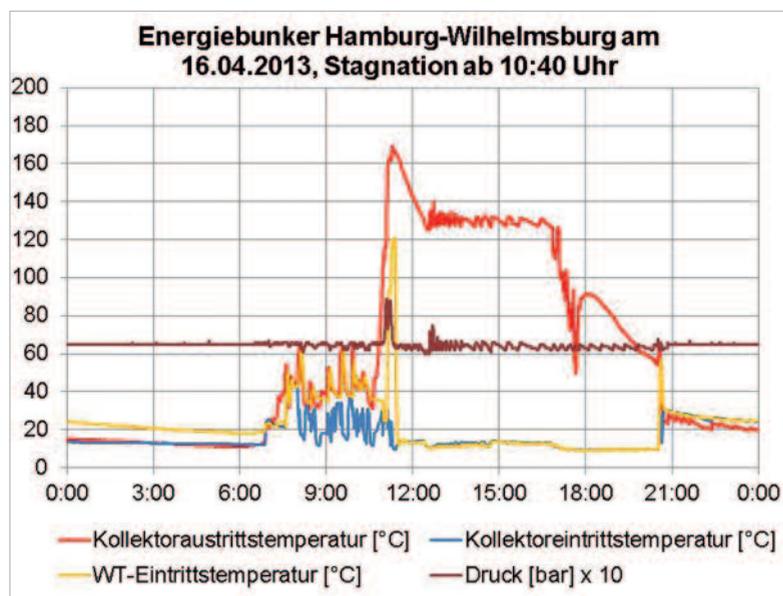
► Bild 5 • Einspeisung in heißen Speicher



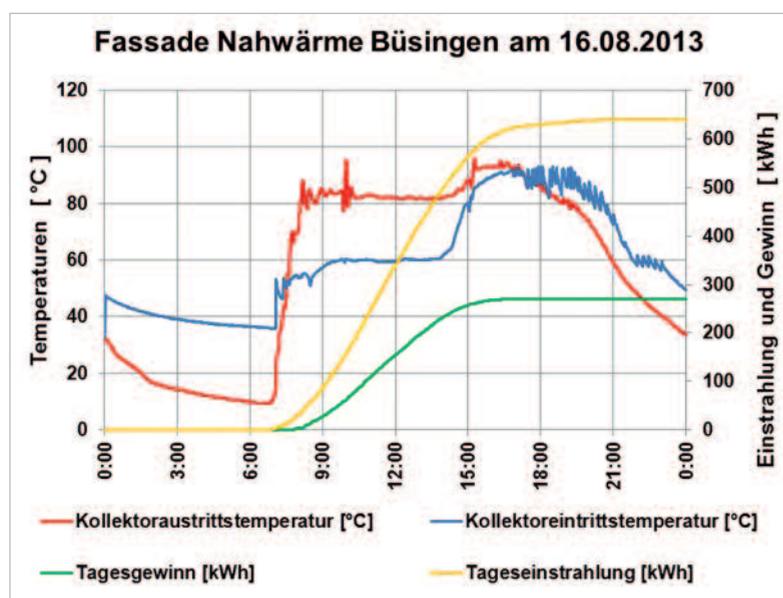
Heizöl, aus der Region. Bei derzeitigem Ölpreis fließen nun jährlich ca. 400.000 Euro weniger aus der Region ab und Kaufkraft wird vor Ort gebunden. Von zu erwartenden Preissteigerungen der fossilen Brennstoffe ist Büsingen künftig unabhängig, ein Standortvorteil auch für die Wirtschaft. Die Solaranlage besteht aus einem großen Freiland-Feld mit ca. 985 m² und einer Kollektorfassade mit ca. 105 m² am Heizhaus selbst. Vom technischen Standpunkt aus ist vor allem die Fassade interessant, denn sie beweist, wie alle CPC-VRK-Fassaden, dass auch bei senkrechter oder nahezu senkrechter Anordnung der Kollektoren mit dieser Technologie Spitzenerträge und immer hohe Temperaturen möglich sind, was mit Niedertemperaturkollektoren nicht möglich ist. Das Diagramm in Bild 7 zeigt für den 16. August 2013 einen Tagesgewinn von 275 kWh (2,9 Kilowattstunden pro Quadratmeter Aperturfläche am Tag). Das ergibt bei einer Tageseinstrahlung von 630 kWh einen Solarwirkungsgrad von 44 % bei einer ständigen Einspeisetemperatur von 90...95 °C. Fassadenanwendungen stellen ein hohes Potential für die Zukunft dar, weil geeignete Dachflächen immer seltener werden, die Südwand von Gebäuden oft viel größer ist als die nutzbare Dachfläche und weil in der Fassade wegen Wegfall von gegenseitiger Verschattung der Kollektoren die mögliche Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Fläche viel größer ist. Dabei stört es auch nicht, wenn Fenster in der Fassade sind, weil die CPC-Spiegel auch halbtransparent zur Verfügung stehen, so dass bei ca. 80 % Strahlungsausnutzung für Wärme im Gebäude der Spiegel zugleich eine angenehme, gleichmäßige Sonnenblende abgibt und die sonst aufgrund des Treibhauseffektes notwendige Kühllast um 80 % senkt /6/.

Schlussbemerkungen

In Deutschland sind solarthermische Großanlagen noch vergleichsweise gering verbreitet. Die Stromerzeugung wird pro Kilowattstunde immer noch viel stärker gefördert als die Kilowattstunde Wärme. Damit wird einem zur Wirtschaftlichkeit verpflichteten Investor die Entscheidung für Solarthermie noch schwer gemacht. Solarthermische Großanlagen könnten zur Unterstützung von Wärmenetzen wie in Hamburg, Wels oder Büsingen oder zur Erzeugung von Prozesswärme /7/ bis zu 10 % des deutschen Wärmebedarfs, das sind ca. 140 Mrd. Kilowattstunden, ersetzen. Dies erforderte eine Kollektorfläche von



◀ Bild 6 • Thermische Stagnation



◀ Bild 7 • Fassadenanlage in Büsingen am 16.08.2013

etwa 360 km², etwa 0,1 % der Fläche Deutschlands, kostete maximal 200 Mrd. Euro und würde 30 Mio. Tonnen CO₂ jährlich sparen. Der Markt würde sich von selbst in diese Richtung bewegen, wenn die Solarthermie im EEG gleichberechtigt Berücksichtigung fände. Es deutet sich an, dass dieser Prozess langsam beginnt, was angesichts des Vorsprungs einiger Nachbarländer, allen voran Dänemark, auch nötig erscheint.

Literatur

- /1/ Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global, Schlussbericht BMU - FKZ 03MAP146, 12/2010, S. 59 ff
- /2/ AG Energiebilanzen e.V., Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2010 und 2011, Studie beauftragt vom Bun-

desministerium für Wirtschaft und Technologie Projektnummer: 23/11, 3/2013, S. 25 f

- /3/ Abrecht, S., Griefshaber, W., Kettner, C., Meißner, R., Wo sich Spreu und Weizen trennen, Teil 1-3, HEIZUNGSJOURNAL 6/2008, 7-8/2008 und 9/2008
- /4/ Abrecht, S., Griefshaber, W., Kettner, C., Meißner, R., Über den Wert von Solarwärme, SANITÄR+HEIZUNGSTECHNIK 7/2008, S. 38-41
- /5/ Leeb, K., Meißner, R., Sonne unterstützt Fernwärme, IKZ-Fachplaner 11/2009, S. 19
- /6/ BINE-Informationssdienst, Fassaden mit Durchblick, Projektinfo 9/2013, http://www.bine.info/fileadmin/content/Presse/Projektinfos_2013/PM_07_2013/ProjektInfo_0713_internetx.pdf
- /7/ Meißner, R., CPC-Vakuumröhren-Kollektoranlagen für Prozesswärme bis 160°C, Erneuerbare Energie (ee) 4/2012, S. 16-19