

Solarenergie für Fenster und Fassade

Technologie und Anwendung von integrierter Photovoltaik und Solarthermie in der Gebäudehülle

Dipl.-Phys. Tilmann E. Kuhn*

Das Erfolgsmodell „Solarenergie“ profitiert derzeit von guten Förder-Rahmenbedingungen und dem hohen Preisniveau fossiler Energieträger. Um die Wirtschaftlichkeit von Solarsystemen weiter zu verbessern, suchen Photovoltaik- und Solarthermie-Branche nach Lösungen zur Senkung der Systemkosten. So soll die Fenster- oder Fassadenintegration von Solarbauteilen die Funktion der klassischen Außenbauteile mit übernehmen, um diese letztlich einzusparen. Solarkomponenten für die multifunktionale Nutzung kommt daher bei der Planung von nachhaltigen Gebäuden eine immer größere Bedeutung zu.

Das Potenzial zur Verbesserung der Energieeffizienz und der Nutzung von regenerativen Energiequellen im Gebäudebereich ist enorm. Hohe regenerative Deckungsraten lassen sich aber nur dann erzielen, wenn ein großer Teil der gesamten Gebäudehülle zur Energiegewinnung genutzt werden kann. Dies gilt sowohl für die photovoltaische als auch für die thermische Solarenergienutzung. Insbesondere bei Verwaltungsgebäuden besteht ein großer Nachholbedarf, der sich häufig aufgrund der Gebäudetopologie mit kleinen Dachflächen nur über fassadenintegrierte Komponenten abdecken lässt.

Systemkostensenkung im Fokus

Die PV-Branche befindet sich seit einigen Jahren in einer Boom-Phase wobei die PV-Hersteller typische jährliche Wachstumsraten von 30% bis 40% vorweisen können. Es werden momentan auf allen Ebenen der solaren Wertschöpfungskette große Anstrengungen unternommen, um die Kosten zu senken. Ziel ist es, möglichst schnell Netzparität, also Preisgleichheit zwischen solaren Stromgestehungskosten und Strombezugskosten, zu erreichen. Beispielsweise eröffnen sich bei der Herstellung von kristallinen Si-Zellen ganz neue Perspektiven durch weniger hochreines, aber deutlich preisgünstigeres „umg“-Silizium [1]. Auch bei den nur wenige Mikrometer dicken Dünnschicht-Zellen (α -Si, CdTe, CIS, CIGS) werden



■ Bild 1: Solarmodule an einem Lebensmittelmarkt in Gelsenkirchen.

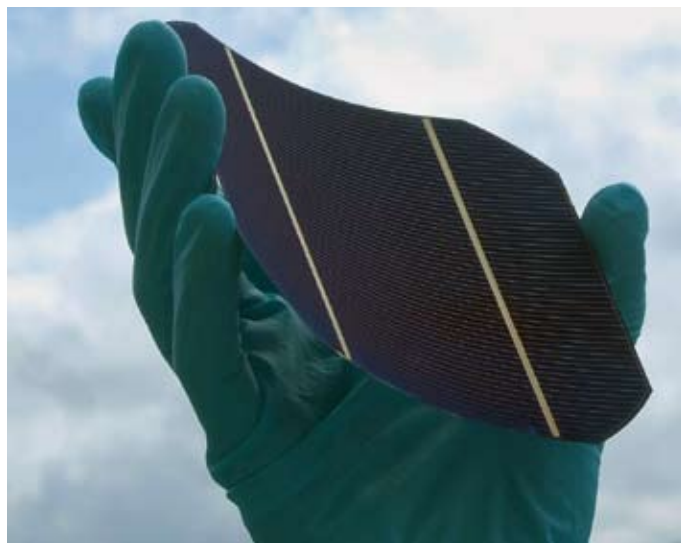
Bild: Scheuten Solar

größte Anstrengungen unternommen, um die Lebensdauer zu erhöhen und den Preis der Solarzellen zu senken.

Mit alternativen Solarzellenkonzepten wie Farbstoff-solarzellen oder organischen Solarzellen können die Herstellungskosten in Zukunft potenziell noch weiter gesenkt werden. Bei der übrigen Systemtechnik, die momentan rund ein Drittel der Kosten ausmacht, schlägt vor allem der Wechselrichter zu Buche, aber auch die verschiedenen Aufständerungs- und Befestigungssysteme. Hier konnten die Kosten seit 2002 um mehr als 50% gesenkt werden [2]. Weitere Kostensenkungen durch länger haltbare, preisgünstigere und effizientere Wechselrichter werden für die nächsten Jahre erwartet. Bei sinkenden Kosten für Solarzellen und Wechselrichter steigt

die Bedeutung der Kosten für die übrigen Komponenten der PV-Module wie z. B. die Glasabdeckung, und es wird zunehmend wichtiger, dass PV-Module die Funktion der Gebäudehülle übernehmen, wodurch klassische Bauteile entfallen können. Deshalb, und weil die ästhetischen Anforderungen immer mehr steigen, wird die funktionale und ästhetische Gebäudeintegration in Zukunft eine immer größere Rolle spielen.

Den speziellen Anforderungen der Fassaden- und Dachintegration, wie beispielsweise Diffuslicht, Verschattung, hohe Temperaturen sowie hohe Anforderungen an Ästhetik und niedrige Kosten pro m^2 Solarzelle, wird besonders die Dünnschichttechnologie gerecht. In Bezug auf die Langzeitstabilität sind kristalline



■ Bild 2: 130 μm dünne, flexible Solarzelle mit 18% Wirkungsgrad: Die Solarzelle wurde mit einem speziellen Produktionsverfahren am Fraunhofer ISE hergestellt.
Bild: Fraunhofer ISE

*) Dipl.-Phys. Tilmann E. Kuhn, Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg



■ Bild 3: Der Flur auf der Frontseite der niederländischen Energy Research Foundation (ECN) wirkt wie ein Sonnenschirm. Er verschattet die dahinter liegenden Büros und sorgt für natürliche Lüftung.

Bild: BEAR Architekten, Gouda (NL)

Solarzellen allerdings im Vorteil.

Markteinbruch folgte Rekordjahr

Nachdem der Solarthermie-Markt 2007 mit -37 % re-

gelrecht einbrach, wurde 2008 zum Rekordjahr der Branche. So hat sich nach Angaben des Bundesverbands Solarwirtschaft (BSW-Solar) die Anzahl neu installierter Solarwärmanlagen 2008 gegenüber dem

Vorjahr mehr als verdoppelt. Insgesamt sind in Deutschland nach Verbandsangaben bereits 1,25 Mio. Solarwärmanlagen in Betrieb. Die Anzahl neu installierter Solarheizungen und So-

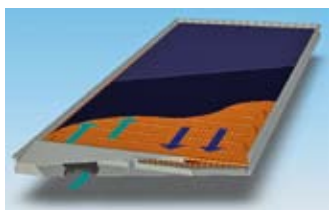
larkollektoren wuchs gegenüber 2007 um 120%. Zu diesem Solarboom maßgeblich beigetragen haben nach Einschätzung des BSW attraktive Förderzuschüsse, die insbesondere bei der Heizungsanierung seit anderthalb Jahren als eine Art „Abwrackprämie“ gewährt werden. Auch das in 2008 hohe Preisniveau für Erdgas und Heizöl dürfte die Nachfrage beflügelt haben. 60% der neu installierten Solaranlagen werden inzwischen zur Heizungsunterstützung eingesetzt, 40% dienen ausschließlich der Warmwasserbereitung.

Aus technischer Sicht sind im Hinblick auf die Gebäudeintegration einige interessante Entwicklungen am Markt aufgetaucht. Insbesondere, wenn im Sommer keine Kühllasten anfallen und



■ Bild 4: Transparenter solarthermischer Fassadenkollektor in virtueller Realität. Ein Patent der Fraunhofer ISE. Bild: Michael Hermann, Fraunhofer ISE

ein hoher solarer Deckungsgrad bei der Heizungsunterstützung erreicht werden soll, sind Fassadenanlagen sinnvoll. Durch die vertikale Einbaulage vereinfacht sich das Handling des sommerlichen Stagnationsverhaltens, und die winterlichen solaren Gewinne werden erhöht. Vor allem bei der Solarthermie wird der Trend in Richtung Komplettlösungen gehen.



■ Bild 5: Thermischer Solar-/Luft-Hybridkollektor. Bild: Solare Energiesysteme GmbH, Lörrach

Nachfolgend werden einige Beispiele für die Integration von multifunktionalen Solarkomponenten in die Gebäudehülle vorgestellt:

Glas/Glas-PV-Module als Sonnen- und Witterungsschutz

Bild 1 zeigt das Vordach vor einem Lebensmittelmarkt in Gelsenkirchen, bei dem die Belegung der Solarzellen im zentralen Bereich reduziert wurde, um so eine gleichmäßigere Ausleuchtung unter dem Vordach zu erreichen. Um die Kosten niedrig zu halten, wurden aber nur zwei verschiedene Solarzellen-Belegungen verwendet, anstel-

le eines kontinuierlichen Verlaufs der Belegungsichte.

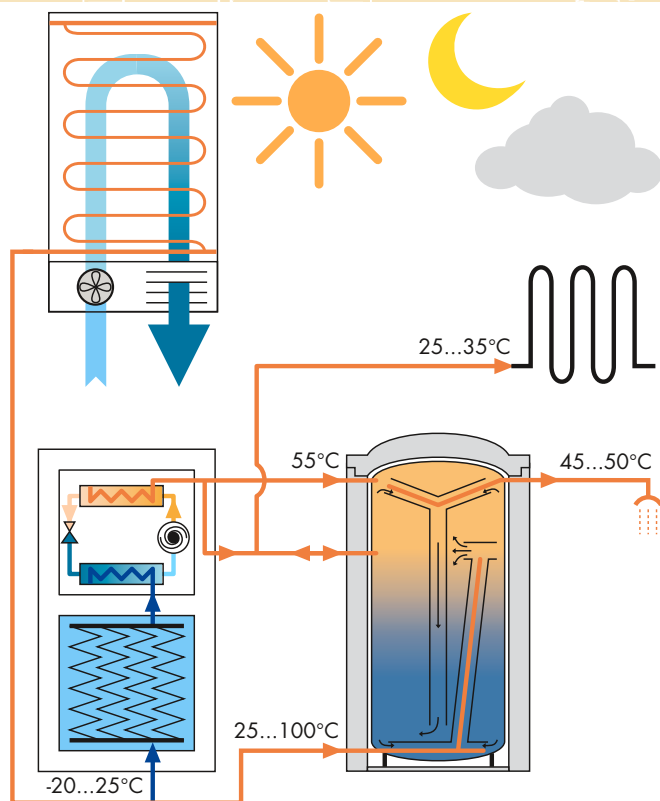
Wie ein Sonnenschirm wirkt der vorgebaute Flur des Gebäudes der niederländischen Energy Research Foundation. Die im Glas eingebetteten Dünnschicht-Solarzellen verschatten die angrenzenden Büros und sorgen somit für ein angenehmes Klima.

Transparenter solarthermischer Fassadenkollektor

Bild 4 zeigt eine patentierte Idee des Fraunhofer ISE, bei der ein semitransparenter solarthermischer Absorber in eine Verglasung integriert werden soll. Aufgrund der winkelselektiven Transmissionseigenschaften der Löcher wird die hochstehende Sommersonne komplett absorbiert, wodurch sich neben einer höheren Absorbiertemperatur eine sehr gute Sonnenschutzwirkung – ein g-Wert von $<0,10$ wird angestrebt – und eine sehr gute Blendschutzwirkung ergeben soll.

Fassadenkollektor als Wärmequelle für eine Wärmepumpe

Ein drittes Beispiel zeigt ein von Consolar in Zusammenarbeit mit den Firmen Grammer Solar und Delzer Kybernetik entwickeltes Solar-Wärmepumpen-System, das die vollständige Wärmeversorgung eines Niedrigenergiehauses mit einem Warmwasser- und Heizenergieverbrauch von bis zu 10 MWh pro Jahr ermöglicht. Simulations-



■ Bild 6: Die Kollektoren des „Solaera“-Systems des Lörracher Herstellers Consolar nutzen an bewölkten Tagen die Luft als Wärmequelle für eine Wärmepumpe und erhöhen somit den solaren Deckungsbeitrag.

Bild: Solare Energiesysteme GmbH, Lörrach

berechnungen zufolge lassen sich unter Verwendung von Flächenheizsystemen Endenergieeinsparungen in Höhe von 85% erzielen. Primärenergetisch betrachtet ergeben sich unter Berücksichtigung des mittleren Kraftwerkswirkungsgrades von etwa 33% Einsparungen von bis zu 60% gegenüber Öl- oder Gasheizungen, die mit einem Jahresnutzungsgrad von 90% betrieben werden.

Das „Solaera“-System besteht aus einer Sole/Wasser-Wärmepumpe, die mit einer thermischen Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Raumheizung gekoppelt wird. Die Besonderheit des Systems liegt zum einen in der hybriden Nutzung des Flachkollektors – mit dem ein Betrieb als Flachkollektor und als Wärmequelle für die Wärmepumpe möglich ist. Darüber hinaus wurde die Wärmepumpe mit einem integrierten, seriell eingebundenen Wasser-/Eisspeicher ausgestattet, mit dem wärmequellenseitig regenerative Energie zwischengespeichert werden kann.

Wenn die Sonne scheint, funktioniert der Kollektor wie ein handelsüblicher Flachkollektor. Anderenfalls kann mit einem Ventilator Umgebungsluft an einem Luftwärmetauscher an der Rückseite des Solarabsorbers vorbeigeblasen werden. Das System wird als Komplettlösung in Kombination mit einer Wärmepumpe, einem 300-Liter-Eisspeicher und einem Warmwasser-Pufferspeicher angeboten. Durch intelligente Nutzung der verschiedenen Temperaturniveaus in den Speichern und am Kollektor werden solare Deckungsgraden von über 80% angestrebt. Es wird erwartet, dass die Jahresarbeitszahl für die Wärmepumpe bei 5 bis 7 liegt [3]. ■

Literatur:

- [1] Eicke Weber, 23. Symposium Otti-PV, 2008
- [2] Tim Meyer, 22. Symposium Otti-PV, 2007
- [3] Ulrich Leibfried, 18. Symposium Otti-Thermie, 2008

@ Internetinformationen:
www.ise.fraunhofer.de