

# SOLARWÄRME ALS RETTER VOR STEIGENDEN KOSTEN

## IMMER BELIEBTER: GROSSE SOLARANLAGEN



Bild 1: Mit Solarwärme lässt sich konventionelle Energie wirtschaftlich einsparen

Nach gut zweijährigen kontinuierlichen Werbens für große Kollektoranlagen, steigt das Interesse seit Beginn 2008 sukzessive an. Der Druck im Markt wächst, Nebenkosten, die so genannte Warmmiete rückt verstärkt in den Fokus von Gebäudebesitzern. Vor allem Eigentümergeinschaften von Mehrfamilienhäusern, aber auch Hotelbesitzer und Altenheime erkundigen sich nach Alternativen zu konventionellen Brennstoffen und nach Möglichkeiten zur Nutzung von Solarwärme. Die Erfahrungen von solid, das in diesem Zusammenhang ein Projekt durchführt, welches für den Endkunden, den Planer und den Fachhandwerker Beratung bietet, sollen hier kurz beschrieben werden.

Das BMU betrachtet in der „Grosol-Studie“ zu großen Solarwärmeanlagen Kollektoranlagen von über 20 m<sup>2</sup>, welche nicht auf Ein- und Zweifamilienhäusern errichtet sind, als große solarthermische Anlagen. Dieser Anteil lag im Jahr 2007 von allen gebauten Solaranlagen in Deutschland bei nur 3%. Das ist sehr wenig, denn gerade im Bereich von Mehrfamilienhäusern, Hotels, Pflegeeinrichtungen und Sportstätten bietet die Solarwärme immense Einsparmöglichkeiten. Das Potenzial von Solarwärme zur Einsparung fossiler Brennstoffe und zur CO<sub>2</sub>-Minderung ist gewaltig. Solarwärme

ersetzt bereits jetzt rund 500 Millionen Liter Öl oder Kubikmeter Gas pro Jahr, dies entspricht etwa 36.000 Öllieferfahrzeugen. Mittel- und langfristig könnte Deutschland nach dem Bundesverband Solarwirtschaft (BSW-Solar-Einschätzungen) seine Importabhängigkeit von fossilen Brennstoffen durch den Ausbau der Solarwärme deutlich verringern und rund 30 Prozent aller Ölimporte aus Nahost einsparen<sup>1)</sup>. Um die Markteinführung der Solarwärme für Großanlagen zu erleichtern, empfiehlt das BMU sich auf den Mehrfamilienhausbereich von 3–12 Wohneinheiten zu konzentrieren, die typischerweise Kollektorflächen zwischen 15 m<sup>2</sup> und 50 m<sup>2</sup> aufweisen.

Solartechnik wurde bislang meist für Kleinanlagen entwickelt, dort ist sie längst ausgereift und auch größtenteils standardisiert. Dies war auch ein Hemmnis für Großanlagen. Die individuelle Planung gab ihnen meist den Charakter von Pilotanlagen. Nach und nach gibt es mittlerweile auch für Großanlagen Systeme, welche aus vorgefertigten Komponenten bestehen. Komplizierte Anschlüsse und umständliche Hydraulik lassen sich dadurch vermeiden, Fehlerquellen werden reduziert. Prinzipiell muss eine Großanlage natürlich immer in Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten geplant werden. Ihr muss hinsichtlich der Auslegung eine höhere Aufmerksamkeit gewidmet werden um Fehldimensionie-

rungen zu vermeiden, die Ertragsminderungen nach sich ziehen.

### Anforderungen an Grosol

Ein besonderer Knackpunkt ist die hygienische Bereitstellung des benötigten Trinkwarmwassers. Da Großanlagen einen Trinkwasservolumeninhalt von 400 Liter in aller Regel überschreiten, muss das gesamte Brauchwasser in allen Speichern mindestens einmal am Tag gleichmäßig an allen Stellen auf mindestens 60°C aufgeheizt werden. Ebenso darf die Temperatur im zirkulierenden Warmwassersystem nicht mehr als 5 K unter der Speicheraustrittstemperatur liegen. Je größer das Volumen des bevorrateten Trinkwarmwassers ist, desto mehr Wärmeenergie wird durch die vorgeschriebene Entkeimung des Systems benötigt. Diese Vorschrift ist speziell für die thermische Solaranlage geradezu kontraproduktiv, ihr wird damit regelmäßig die Möglichkeit genommen, Energie in das System einzubringen.

### Pufferspeicher statt Trinkwasserspeicher

Das benötigte Speichervolumen sollte deshalb möglichst als reines Pufferspeichersystem ausgeführt werden. Schlanke Bauformen und eine die Temperaturschichtung unterstützende Be- und Entladetechnik sind dabei von großem Vorteil. Bei einer zu geringen Kellerhöhe bzw. zu engen Durchgangsbreiten muss man gelegentlich auf kellergeschweißte oder außen stehende Speicher ausweichen. Meistens wird das benötigte Speichervolumen aber durch Zusammenschalten mehrerer kleinerer Volumina gebildet. Dabei stellt sich die Frage, ob die Einzelbehälter parallel oder in Reihe verschaltet werden. Die parallele Verschaltung erlaubt es in relativ kurzer Zeit hohe Wärmemengen von Wärmequellen in den Speichern zu verarbeiten, weshalb sie bei festen, biogenen Brennstoffen wie Hackschnitzel oder Pellets gekoppelt mit Solaranlage gut geeignet ist. Der Vorteil bei Reihenverschaltung ist die einfachere Anpassung an unterschiedliche Randbedingungen. Durch Ab- oder Zuschalten eines Speichers kann das vorzuhaltende Wärmeevolumen variiert

solid bietet für **große Solaranlagen** Beratung für den Endkunden, den Planer und den Fachhandwerker an. Im Rahmen dieses Projektes konnten im August in Nürnberg bereits drei große solarthermische Anlagen in Betrieb genommen werden. Anfang Mai hatte solid die Vor-Ort-Besichtigungen mit Datenaufnahme gestartet. Die Daten wurden jeweils an mehrere Hersteller weitergeleitet, welche dann eine für das Objekt abgestimmte Projektierung inkl. Simulation und Wirtschaftlichkeitsberechnung abliefern. Anhand der Berechnungen weiß dann der Endkunde in etwa, mit welchen Kosten und Einsparungen gerechnet werden kann. Diese Unterlagen dienen als Basis für weitergehende Planungen und Entscheidungen. Während der Planungsphase können mehrere Dienstleistungen von solid bei Bedarf in Anspruch genommen werden: Vorträge über solare Modernisierung, Angebotsvergleich, Unterstützung bei Förderanträgen und Ausschreibung, Baubegleitung, etc.

#### Erfahrungsbericht von Projekt Rudolphstraße in Nürnberg

Eine 38,55 m<sup>2</sup> große Kollektoranlage (siehe Bild) wurde Mitte August auf dem Dach eines Mehrfamilienhauses mit 20 Wohneinheiten errichtet. Nachdem vor zwei Jahren an dem Gebäude aus dem Jahr 1958 die Fassade und die oberste Geschossdecke gedämmt wurden und gleichzeitig das Dach erneuert wurde, dachte die Eigentümergemeinschaft über weitere Einsparungsmöglichkeiten nach. Eine Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung war zuerst in Betrachtung gezogen worden, nachdem aber Solarthermie 4–5 mal soviel Ertrag liefert und für selbst genutzte Wohngebäude wirtschaftlicher ist, wurde dieser der Vorrang gegeben. Herr Beer, Mitinitiator des Projekts, berichtet, dass die Entscheidung für eine Solaranlage von allen Eigentümern getragen worden war.

Am Anfang des Projekts war zuerst nur die Idee einer Solaranlage für die Warmwasserbereitung angedacht, da aber der Installationsbetrieb sowie solid zu einer Heizungsunterstützung rieten, die wesentlich effizienter ist, da eben auch die Sonnenwärme v.a. in den Übergangszeiten für die Heizung genutzt werden kann, ließ man sich umstimmen. Die Kollektoren wurden mit dem Kran auf das etwa 30° steile Süddach gehoben und dort in 3 Reihen mit jeweils 5 Kollektoren von den Handwerkern montiert.

Die Verrohrung verläuft zum größten Teil im Gebäudeinneren: Die Rohre werden gleich am Kollektor durch die Dachhaut in den unbeheizten Dachraum geführt, von dort bis zu einem freien Kaminzug, wo sie dann bis in den Keller zu den Speichern geleitet werden. Um die Dachhaut nicht zu durchbohren, wurden extra handgefer-

tigte Ziegel verwendet, die eine Spezialöffnung genau in der Größe des Rohrdurchmessers besitzen, so dass eine saubere und dichte Durchdringung der Dachhaut gewährleistet ist.

Drei 800 l große Pufferspeicher wurden im Keller aufgestellt und stehen nun für die Aufnahme der Sonnenwärme und die Versorgung von 20 Wohneinheiten mit zur Zeit 34 Personen bereit. Um hohe Wärmemengen von den Kollektoren schnell und effizient abnehmen zu können, wurden alle drei Speicher untereinander parallel verschaltet. Ein Schichtlademodul, das extern an einen der Speicher angehängt ist, kann das Speicherinnere an vier unterschiedlichen Stellen für vier unterschiedliche Temperaturniveaus beladen und ebenso wieder entladen.

Im oberen Bereich der Speicher befindet sich der Vorhalteebereich für die Trinkwasserwärmerückgewinnung. Hier wird das Wasser je nach Witterungsbedingungen entweder dank des solaren Ertrags der Kollektoren oder durch Wärmezufuhr des Heizkessels auf 60°C bis 95°C gehalten, um im Bedarfsfall über einen Wärmetauscher das Kaltwasser im Durchlaufprinzip zu erhitzen. Dafür stehen drei in Kaskade geschaltete Frischwassermodul bestehend aus Wärmetauscher, Pumpe, Durchflussregler und Temperaturregel-einheit und einer Zapfleistung von bis zu 35 l in der Minute zur Verfügung. Ist nur ein geringer Warmwasserbedarf vorhanden, kann das erste Frischwassermodul diesen decken, steigt der Bedarf an, schaltet das zweite hinzu und um die Spitzen abdecken zu können, gibt es noch ein drittes Frischwassermodul. Dieses Prinzip gewährleistet eine hygienische und effiziente Warmwasserbereitung, da kein Trinkwasser gespeichert und auf 60°C zum Schutz vor Legionellen gehalten werden muss.

Über ein Dreivegeventil kann, wenn die Temperatur im unteren Pufferspeicherbereich über der Temperatur des Heizkessels liegt, Wärme aus den Kollektoren in den Heizkreis gepumpt werden. Erweist sich die Auslastung der Kollektoranlage als gut, könnte man den Effekt der Heizungsunterstützung durch Erweiterung des Kollektorfeldes um 2 Kollektoren je Reihe noch verstärken.

Um die energetischen Verluste in der Zirkulationsleitung gering zu halten und um den Stromverbrauch herabzusetzen, wurde eine ferngesteuerte Zirkulationspumpe installiert. Über einen Sensor wird die Betätigung des Warmwasserhahns registriert, so dass die Pumpe nur nach Bedarf in Gang gesetzt wird. Zudem wird über die Messung der Bedarfszeiten ein gewisser Lerneffekt erzielt, die integrierte Software merkt sich bestimmte Verbrauchszeiten, so dass sich das Einschalten der Zirkulationspumpe optimiert.

#### Anlagenüberwachung

Der Ausfall oder eine Minderleistung einer Solaranlage bleibt häufig verborgen, da sich dann meist die konventionelle Heizung einschaltet und die fehlende Wärme ergänzt. Außer bei Solaranlagen mit hohen Deckungsgraden, die im Sommer den Wärmebedarf komplett decken, kann man das Funktionieren der Solaranlage leicht überprüfen: Wird das Wasser trotz abgeschaltetem Heizkessel warm, so ist die Anlage in Ordnung. Gerade aber um einen wirtschaftlichen Betrieb einer solarthermischen Anlage sicher zu stellen, ist eine Fernüberwachung des kompletten Anlagensystems nötig, denn dadurch lassen sich eventuell auftretende Störungen leicht und in kurzer Zeit beheben.

Entsprechend der Förderbedingungen wird zur Zeit oft ein Wärmemengenzähler im Kollektorkreis eingesetzt, die so eine Aussage über die von den Kollektoren erzeugte Wärmemenge im Speicher machen können. Ein vollständiger Wärmemengenzähler setzt sich aus den Komponenten Volumenstromgeber, Temperaturvor- und -rücklauffühler sowie Elektronik zur Berechnung der Wärmemenge zusammen.

In der Rudolphstraße wird die Anlagenüberwachung mit Hilfe eines Datenloggers, der den Ertrag der Anlage aufgezeichnet kann, gemacht. Es gibt insgesamt 8 Fühler, die die Temperaturen an unterschiedlichen Stellen des Systems messen: im Kollektor, an mehreren Stellen im Speicher und im Schichtlademodul, beim Umschaltventil im Heizkreis. Ein Temperaturvergleich zwischen diesen Fühlern ist für die Steuerung und Regelung des Systems wichtig, der Datenlogger zeichnet alle Werte in einem Intervall von 5 Minuten auf und kann sie bis zu 120 Tagen speichern. Dann sollten die Daten entweder über Telefon oder über PC ausgelesen und kontrolliert werden.

#### Wirtschaftlichkeit und Amortisation

Die Wirtschaftlichkeit von Großanlagen ist meist deutlich höher als beim Ein- und Zweifamilienhaus. Solaranlagen amortisieren sich bei einer jährlichen Energiepreissteigerung von 10% hier meist schon zwischen 7 und 12 Jahren. Es müssen pro Wohneinheit deutlich weniger Material und Montage aufgewendet werden, da die solar-spezifischen Bauteile wie Kollektor und Speicher mehrere Wohneinheiten gemeinsam versorgen. Außerdem können bei bestimmten Systemen Synergieeffekte im anlagentechnischen Bereich erzielt werden wie beispielsweise eine Anhebung des Jahresnutzungsgrades bis zu 10% bei Brennwerttechnik. Über ein Vorhalteevolumen einer Pufferspeicheranlage können längere Kessellaufzeiten und eine geringe Taktung erzielt werden. So wird eine bessere Ausnutzung des Kesselwirkungsgrades bei gleichzeitiger Erhöhung des Jahresnutzungsgrades erreicht. Über diese Einsparung können die Kosten der Speicheranlage refinanziert werden. Wird eine In-Dach-Solaranlage geplant, kann über das Einsparen einer Dacheindeckung eine weitere Kostensenkung erzielt werden.

Zahlreiche Förderprogramme bieten finanzielle Anreize, die für Großanlagen proportional höher ausfallen als für Kleinanlagen: In Form von zinsgünstigen Krediten und teilweise Tilgungszuschüssen bis 30% bietet die KfW-Förderbank bundesweit gute Finanzierungsmöglichkeiten. Zuschüsse, die nach gebauter Kollektorfläche berechnet werden, gibt es über das Marktanzahlprogramm des Bundesamtes für Ausfuhrkontrolle (Bafa). - Weitere Informationen unter: [www.bafa.de](http://www.bafa.de) und [www.kfw-foerderbank.de](http://www.kfw-foerderbank.de).

Nach Simulationsberechnungen wird für die Solaranlage in der Rudolphstraße jährlich ein solarer Ertrag von 18.100 kWh erwartet, der eine Einsparung von 2.895 m<sup>3</sup> Gas und 6.121 kg CO<sub>2</sub> bewirkt. Das wären jährlich etwa 1.861 € bei einem momentanen Gaspreis von 6,24 ct/kWh. Eine Energiepreissteigerung ist dabei noch nicht berücksichtigt! Die Investitionskosten betragen rund 35.000 €. Die Kosten pro Wohneinheit liegen bei nur 1.750 €. Im Vergleich zum Einfamilienhaus, wo man zwischen 10.000 und 15.000 € für eine Kombisolaranlage rechnen muss, ist das ein Schnäppchen! Zusätzlich werden für dieses Projekt noch eine Förderung in Form eines Zuschusses der Bafa von etwa 8.000 € erwartet.



Aufdachmontage (Rudolphstraße, Nürnberg)

werden. Um die geringeren solaren Erträge im Winter effizienter zu nutzen, empfiehlt sich hier beispielsweise ein kleineres Speichervolumen, das weniger Wärme von Kollektor und Heizkessel braucht, um die gewünschte Temperatur zu erreichen.

### Einbindung der Zirkulation

Die Zirkulationsverluste können je nach Größe und Dämmstandard des Gebäudes und Weitläufigkeit des Zirkulationsnetzes mehr als 50% des Warmwasserbedarfs betragen. Grundsätzlich sollten bei der Einbindung der Zirkulation deren Verluste durch folgende Maßnahmen so weit wie möglich reduziert werden: gute Wärmedämmung der Rohrleitungen, Reduzierung des Volumenstroms auf DVGW, Nutzung von Schaltuhren und thermostatisch gesteuerten Pumpen, hydraulischer Abgleich des gesamten Zirkulationsnetzes.

Dabei darf der Rücklauf der Zirkulation, der nach Richtlinie DVGW mindestens 55°C betragen soll, nicht direkt in einen Speicher geleitet werden, da er sonst dessen Temperaturschichtung zerstört, was zu erheblichen Ertragseinbußen führen kann. Dieses Problem stellt sich v.a. bei größeren Trinkwasservolumina, bei Pufferspeichern ist die Zirkulationsleitung vom Pufferspeichervolumen im Allgemeinen durch einen Plattenwärmetauscher getrennt. Der dann benötigte Wärmebedarf kann zu einem guten Teil oftmals mithilfe der Solaranlage gedeckt werden.

### Auslegung: Vorwärmanlagen mit niedriger solarer Deckung sind überholt

Möchte der Kunde einen möglichst großen Teil des Gesamtenergiebedarfs über die Solaranlage abdecken, sollte die Kollektorfläche und das Speichervolumen so groß wie möglich ausgelegt werden. Die Vorplanung kann anhand einfacher Faustformeln erfolgen<sup>2)</sup>. Für einen solaren Deckungsgrad von 50% werden 1,25 m<sup>2</sup> Kollektorfläche für 50 Liter (60°C Trinkwarmwasser) pro Tag und ein Speichervolumen von 50–70 Liter

pro Kollektorfläche empfohlen<sup>3)</sup>. Nachteile sind bei solchen Anlagen die relativ großen Stagnationszeiten im Sommer. Dem hohen solaren Deckungsanteil steht ein relativ geringer Systemnutzungsgrad gegenüber.

Für Kunden, die vorrangig an einer äußerst wirtschaftlichen Solaranlage interessiert waren, wurden in der Vergangenheit sogenannte Vorwärmanlagen konzipiert. Anhand des Warmwasserverbrauchs für das jeweilige Gebäude wurde die Kollektorfläche so knapp wie möglich ausgelegt. Für einen Deckungsgrad von 25% werden 0,5 m<sup>2</sup> Kollektorfläche für 50 Liter TWW (60°C) pro Tag und ein Speichervolumen von 30–50 Liter pro m<sup>2</sup> Kollektorfläche empfohlen. Vorteil sind kleine Kollektoranlagen, geringe Investitionskosten und kaum Stillstandszeiten im Sommer. Nachteilig ist der geringe solare Beitrag zur Energiebereitstellung und ein ganzjähriger Betrieb der konventionellen Heizung.

Um in Zukunft auch bei weiter steigenden Brennstoffpreisen einen wirtschaftlichen Gebäudebetrieb sicher zustellen, ist es wichtig den solaren Beitrag deutlich zu erhöhen. Aus diesem Grund rücken Anlagen mit höherer solarer Deckung und zunehmend auch Kombianlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung vermehrt in den Fokus. Bei Kombianlagen spielen neben dem Warmwasserverbrauch und dem Nutzerverhalten auch der Dämmstandard und das Heizsystem des Gebäudes eine wichtige Rolle. Ein besserer Dämmstandard, eine geringere Vorlauftemperatur des Heizsystems ermöglichen insgesamt eine höhere solare Deckung.

Aber auch bei älteren Gebäuden, bei denen keine energetische Sanierung wie Wärmedämmung möglich ist, bietet die Solarthermie eine gute Alternative den Brennstoffverbrauch herunterzuschrauben und eine bessere Bewertung im Energieausweis zu erreichen. Die Heizperiode beginnt hier deutlich früher als bei gut gedämmten Gebäuden, so dass dann in den Übergangszeiten die Solaranlage hier den Wärmebedarf für die Heizung abdecken kann.

### Verschiedene Herstellerkonzepte

Je nach Hersteller gibt es unterschiedliche Systemkonfigurationen. Generell kann man jedoch sagen, je größer die Kollektorfläche und das Pufferspeichervolumen, desto höher ist der solare Ertrag und der Beitrag zur Heizungsunterstützung. Manche Hersteller beziehen verstärkt die umgebende Anlagentechnik mit ein. Durch eine solare Energiezentrale, die auch Heizkessel, Zirkulation und Warmwasserbereitung mit betrachtet,

wird ein leistungsfähiges Gesamtsystem erreicht, das mit deutlich geringeren Kollektorflächen und Speichervolumen gleiche oder sogar höhere Effizienz erreicht. Die Wärmeströme werden durch die Solarenergiezentrale direkt auf die Verbraucher Warmwasser, Heizung und Zirkulation verteilt, so dass nur Überschüsse in den Speicher geschickt werden, dadurch werden dessen Verluste verringert.

### Fazit

Endlich befreien sich nun auch große Kollektoranlagen aus dem Schattendasein neben den schon lange standardisierten Anlagen für den Einfamilienhaus- und Zweifamilienhausbereich. Der Schwerpunkt liegt momentan deutlich bei den Mehrfamilienhäusern, allerdings mit großer Bandbreite von 6 bis 225 Wohneinheiten. Zunehmend melden sich auch Betreiber von Nichtwohngebäuden, die „weg vom Öl“ möchten, wie Hotels, Pflegeeinrichtungen und Sportanlagen. Je größer ein Objekt, desto länger wird meistens der Entscheidungszeitraum. solid hofft, dass die gebauten Anlagen als Signal für Gebäudebetreiber, aber auch für die ausführenden Fachhandwerksbetriebe wirken, solid möchte in Zukunft das Beratungsangebot zu Solaren Großanlagen noch ausbauen. Es sollen neben planungsunterstützenden Dienstleistungen auch speziell für Handwerker und Planer Seminare und Workshops angeboten werden. Auch bei Neubauten bietet solid eine Erstberatung und die Erstellung eines Energiekonzeptes zur Nutzung alternativer Energien an.

- 1) aus: [www.solarwirtschaft.de](http://www.solarwirtschaft.de): Pressemeldung vom 12.10.2007
- 2) Solare Großanlagen, Einstieg in Planung und Praxis, Zweite erweiterte Auflage, Karl Heinz Remmers
- 3) bei Südausrichtung, Kollektoraufstellwinkel 40°C, Standort mittlerer Solarstrahlung von ca. 1000 kWh/(m<sup>2</sup>·a) und gleichmäßiger Warmwasserabnahme

### ZUR AUTORIN:

► *Dipl.-Ing.(FH)* Anna Bedal  
Fachberaterin für energetische Gebäudeoptimierung und freie Mitarbeiterin bei solid in Fürth

[bedal@solid.de](mailto:bedal@solid.de)

### KO-AUTOR:

► *Dipl.- Ing. (FH)* Matthias Hüttmann

Siehe weiterführenden Artikel **Planungssicherheit durch Visualisierung** in dieser Ausgabe der SONNENERGIE



Bild 2: Kollektorflächen sind eigentlich keine Grenzen gesetzt (solare Nahwärme in Crailsheim)