



Solarthermie optimal einsetzen (1)

Das richtige Maß

Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und zur Heizungsunterstützung reduzieren die Heizkosten und den Primärenergiebedarf. Im ersten Teil der Serie erfahren Sie, wie viel diese Systeme zur Deckung des Energiebedarfs beitragen und wie Sie Solaranlagen richtig dimensionieren.

Thermische Solaranlagen bestehen grundsätzlich aus einem Solarkollektor, dem Solarkreislauf und einem Wärmespeicher. Der Solarkollektor wandelt die elektromagnetische Strahlung der Sonne, das Sonnenlicht, in Wärme um. Die Umwandlung erfolgt nach der einfachen physikalischen Tatsache, dass dunkle Flächen das Sonnenlicht schlucken (absorbieren) und sich dadurch aufheizen, wo hingegen helle Flächen das Sonnenlicht reflektieren und uns dadurch blenden. Der Wärmeträger im Solarkreis nimmt beim Durchströmen des Kollektors die so gewonnene Wärme auf, transportiert sie zum Speicher und gibt sie dort über Wärmetauscher an den Speicherinhalt wieder ab. Im Speicher wird die gewonnene Wärme bis zur tatsächlichen Nutzung bereitgestellt. Er hat also die Aufgabe, die natürlichen Schwankungen im Solarenergiean-

gebot und die zeitlichen Differenzen zwischen Energieangebot und Wärmebedarf auszugleichen. Deckt der Energieertrag der Solaranlage einmal nicht den Bedarf, kann das Wasser im Speicher mit Hilfe einer Nachheizung durch einen Heizkessel oder Elektroheizstab auf das geforderte Temperaturniveau erwärmt werden.

Solare Trinkwassererwärmung

Die Trinkwassererwärmung ist die häufigste Anwendung für solarthermische Anlagen (Abb. 1). Über das Jahr betrachtet ist der Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung relativ konstant. Demgegenüber unterliegt das Strahlungsangebot der Sonne in unseren Breiten starken jahreszeitlichen Schwankungen. Dennoch kann der Warmwasserbedarf über einen langen Zeitraum im Jahr zum größten Teil gedeckt werden.

Meist wird die Kollektorfläche so ausgelegt, dass in den Sommermonaten ein leichter Solarwärmeüberschuss erzeugt wird, um in diesem Zeitraum eine annähernde Volldeckung des Wärmebedarfes zu erreichen. Damit kann die konventionelle Nachheizung durch einen Heizkessel in dieser Zeit ganz entfallen. In den Übergangsjahreszeiten Frühling und Herbst, und

besonders in den Wintermonaten wird der Restwärmebedarf durch die Nachheizung gedeckt. Über das Jahr gesehen kann etwa die Hälfte bis zwei Drittel des Warmwasserbedarfs über die Solaranlage gedeckt werden. Eine ganzjährige Volldeckung ist praktisch nicht zu erreichen, da in diesem Fall die Kollektorfläche und auch das Speichervolumen extrem überdimensioniert werden müssten.

Dimensionierung

Zur Auslegung von Standardanlagen zur Trinkwassererwärmung wird zunächst über den Warmwasserbedarf die Kollektorgröße ermittelt. Bei einer jährlichen Deckungsrate von 65% aus Solarenergie benötigt man für einen 4-Personenhaushalt rund 5 m² Kollektorfläche mit Flachkollektoren auf dem Süddach oder 3 bis 4 m² mit Vakuumröhrenkollektoren. Passend zur Kollektorfläche wird der Speicher dimensioniert, was beim 4-Personenhaushalt einen Speicher mit 300 bis 400 Liter Volumen ergibt. Mit diesem kann auch ein bewölkter Tag ohne konventionelle Nachheizung überbrückt werden.

Erhebliche Abweichungen können sich teilweise durch das individuelle Nutzerverhalten ergeben oder wenn die Kollektoren nicht optimal ausgerichtet oder verschattet sind. Eine gute Hilfe bei der Planung bieten Solar-Simulationsprogramme, mit deren Hilfe sich genaue Prognosen über die Leistungsfähigkeit einer thermischen Solaranlage errechnen lassen. Bei der Warmwasserverteilung sollte auf eine gute Dämmung der Rohrleitungen geachtet werden und der Wärmeverlust der Warmwasserzirkulation möglichst weit reduziert werden. Ein Temperaturfühler am Zirkulationsrücklauf kann die Zirkulationspumpe optimal Energie und Kosten sparend steuern.

Energetische Bewertung

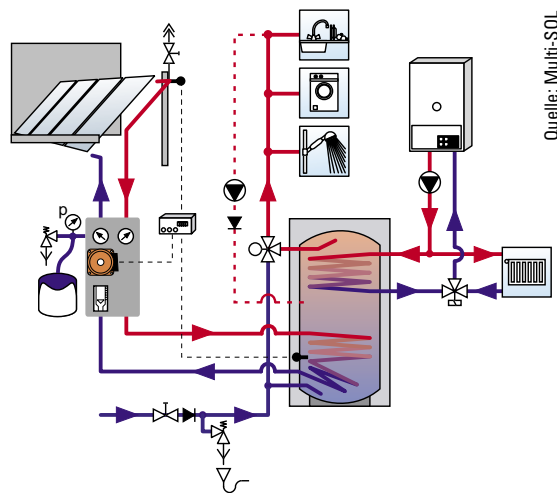
Für die Berechnung des Energieertrags von Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung beschreibt die DIN V 4701-10 ausführlich ein Rechenverfahren:

„Die Ermittlung des Energieertrags (...) erfolgt mit dem im folgenden beschriebenen Rechenverfahren (alternativ können auch die Ergebnisse von Simulationsrechnungen verwendet werden, sofern die Simulationsrechnung mit den gleichen Randbedingungen durchgeführt wird, die bei dem Rechenverfahren dieser Norm zugrunde gelegt wurden).“

Leider setzt das Standardrechenverfahren der DIN einer großzügigen Dimensionierung der Kollektorfläche enge Grenzen. Abb. 2 zeigt für einen angenommenen Trinkwasser-Wärmebedarf Q_{TW} von 4600 kWh/a (entsprechend Nutzfläche A_N rund 200 m²) die Deckungsrate für Kollektorflächen zwischen 4 und 24 m². Sicherlich ist es korrekt, dass selbst stark überdimensionierte Kollektorflächen keine 100%-Deckung des Trinkwasserwärmebedarfs erreichen können. Überraschend ist aber, dass die Formeln der DIN dann sogar eine rückläufige Deckungsrate ergeben (in diesem Beispiel ab 18 m² Kollektorfläche).

Simulationsrechnungen bestätigen bei reichlich dimensionierten Kollektoranlagen in der Regel höhere

1 Trinkwassererwärmung



Schaltschema einer kleinen Solaranlage zur solaren Trinkwassererwärmung

solare Deckungsanteile als standardmäßig nach Norm berechnet. Das ist vor allem dann interessant, wenn die Dimensionierung der Kollektorfläche für einen höheren Trinkwasser-Wärmebedarf Q_{TW} erfolgt, als von der EnEV vorgegeben ($Q_{TW} = 12,5 \text{ kWh/m}^2 \text{a} \times A_N$) ist nur abhängig von der Nutzfläche A_N) wird. Eingangswert für die Simulationsrechnung muss der Q_{TW} -Wert der EnEV sein.

Solare Heizungsunterstützung

Zusätzlich zur solaren Trinkwassererwärmung kann auch ein Teil der Heizenergie durch eine thermische Solaranlage gedeckt werden (Abb. 3). Über das Jahr betrachtet sind jedoch der Heizenergiebedarf eines Gebäudes und der Solarertrag einer Solaranlage stark gegenläufig. In der kältesten Jahreszeit ist der Wärmebedarf am höchsten, die Sonneneinstrahlung jedoch am geringsten. Zudem verschlechtert sich bei niedrigen Außentemperaturen der Wirkungsgrad eines Solarkollektors wegen erhöhter Wärmeverluste. Daher lässt sich eine ganzjährige Volldeckung der

i INFO

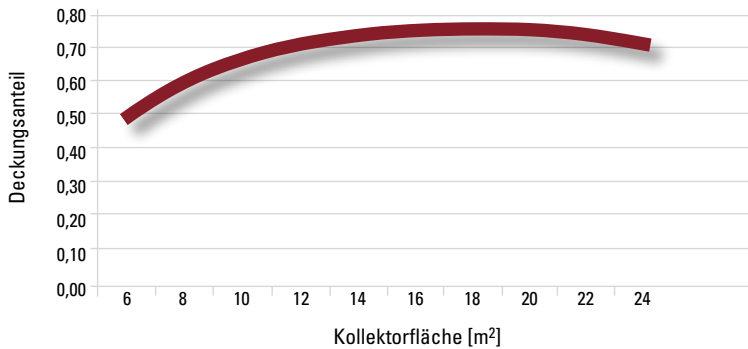
Thermische Solaranlagen im Überblick

Wer sich einen Marktüberblick über thermische Solaranlagen verschaffen will, findet auf den Internetseiten der Hochschule Rapperswil (Schweiz) die Testergebnisse nahezu aller Sonnenkollektoren frei zugänglich.
www.spf.ch

Berechnungsprogramme im Überblick

Eine fortlaufend aktualisierte Marktübersicht über EnEV-Berechnungsprogramme steht unter:
www.enev-software-test.de

2 Deckungsanteile der Solaranlage



Die Formeln der DIN V 4701-10 ergeben bei großen Kollektorflächen eine rückläufige Deckungsrate (Eingangsdaten $A_N=200 \text{ m}^2$, kleine Solaranlage zur Trinkwassererwärmung)

Heizenergie nur bei sehr gut gedämmten Häusern und mit Hilfe von großen Kollektorflächen und Pufferspeichern verwirklichen. Meist begnügt man sich mit einer solaren Heizungsunterstützung in der Übergangszeit.

Bei der Planung von Solaranlagen mit Heizungsunterstützung müssen die Heizkreistemperaturen für eine solare Nutzung geeignet, also möglichst niedrig sein. Daher empfiehlt sich der Einsatz von Fußboden- oder Wandflächenheizungen. Aber auch großzügig dimensionierte Heizkörper mit niedrigen Vorlauftemperaturen sind geeignet. Die optimalen Voraussetzungen für solare Heizungsunterstützung findet man nicht bei jeder Heizungsanlage in bestehenden Gebäuden. Häufig sind die Heizflächen älterer ungedämmter Gebäude auf Vorlauftemperaturen von 75 °C oder höher ausgelegt. Das sind Temperaturen, die von Kollektoren in der Heizperiode nur mit schlechtem Wirkungsgrad erreicht werden.

In der Übergangsjahreszeit werden der so genannten Heizkurve folgend die Temperaturen im Heizkreis

so weit abgesenkt, dass der Heizungsrücklauf bald kühler ist als der Solarspeicher. Wenn nun der Heizungsrücklauf durch den Solarspeicher geleitet wird, wird die dort eingespeiste Solarwärme Brennstoff sparend zur Heizwasservorwärmung genutzt – und der Kollektor muss nicht weiter gegen steigende Speichertemperaturen arbeiten. Die Anlage erreicht also letztlich einen höheren Solarertrag.

Bei Neubauten und modernisierten Gebäuden begünstigt der allgemeine Trend zu guten Wärmedämmungen und Heizsystemen mit niedrigen Vorlauftemperaturen eine solare Heizungsunterstützung.

Dimensionierung

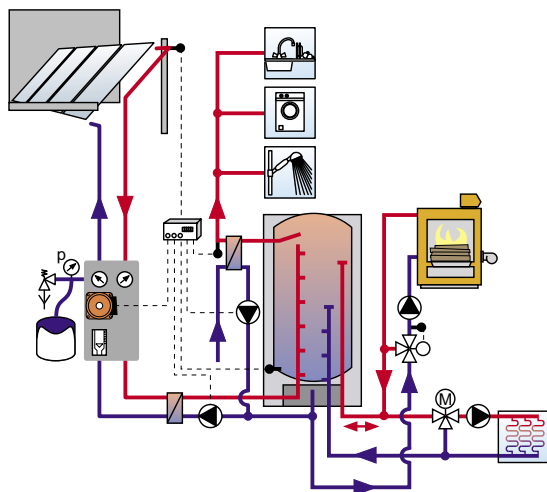
Auch bei Dimensionierung von Solaranlagen mit Heizungsunterstützung wird zunächst die Kollektorfläche für den Warmwasserbedarf anhand der Personenzahl ermittelt. Diese kann zwischen 50% und 100% vergrößert, also annähernd verdoppelt werden, ohne übermäßige Solarwärmeüberschüsse im Hochsommer befürchten zu müssen. Nach DIN V 4701-10 ist eine 1,8fach größere Kollektorfläche gegenüber Trinkwassersolaranlagen vorgesehen. Zusätzlich muss ein größeres Speichervolumen eingesetzt werden, damit der Solarkreis an Sommertagen nicht zu schnell abschalten muss. So ergibt sich für ein Einfamilienhaus die typische Dimensionierung mit einer Kollektorfläche von rund 12 m^2 und einem Speichervolumen von etwa 800 Litern. Bei 120 m^2 beheizter Wohnfläche und $60 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ Heizwärmebedarf können rund 25% des Wärmebedarfs für Heizung und Warmwasser solar gedeckt werden.

Energetische Bewertung

Zur Berechnung des solaren Energieertrags empfiehlt die DIN V 4701-10 von vornherein die Computersimulation: „Die Ermittlung des Deckungsanteils für Solaranlagen zur Heizungsunterstützung (Kombianlagen) erfolgt anhand anerkannter Regeln der Technik bzw. unter Hinzuziehung der dokumentierten Rechenergebnisse anerkannter Simulationsprogramme.“ Die Norm räumt auch die Möglichkeit ein, einen pauschalen solaren Deckungsanteil von $\alpha_{\text{solar, HU}} = 0,10$ zur Heizungsunterstützung anzusetzen. Dazu muss die Kollektorfläche mindestens das 1,8fache der von der Norm als Standard angenommenen Kollektorfläche für die Trinkwassererwärmung betragen. Die Kollektorfläche muss dazu bei Flachkollektoren $1,8 \times 0,09 \times A_N^{0,8}$ erreichen. Dieser Weg empfiehlt sich allerdings nur dann, wenn die Kollektorfläche zufälligerweise dem 1,8fachen Wert entspricht bzw. diesen nur geringfügig überschreitet, denn

- bei kleinen Kombianlagen mit unter 1,8facher Flächenvergrößerung kann der 10%-Pauschalwert nicht in Anspruch genommen werden.
- bei Kombianlagen mit über 1,8facher Kollektorfläche könnte der tatsächliche Anteil der solaren Heizungsunterstützung mehr als 10% betragen. Die Norm bietet aber keine Formeln, diesen Wert genau zu bestimmen.

3 Heizungsunterstützung



Quelle: Multi-SOL

Schaltschema einer Solaranlage zur solaren Heizungsunterstützung mit Schichtenspeicher

- bei solaren Heizungsanlagen mit sehr großen Kollektorflächen – z.B. 30 m² Solardach auf einem Einfamilienhaus – werden sowohl die solare Heizungsunterstützung als auch der Solare Deckungsanteil an der Trinkwassererwärmung von der Norm weit unterschätzt.

Detaillierte Betrachtung von Solarerträgen

Bei der Berechnung des Primärenergiebedarfs kann die Erzeugungsaufwandszahl von solarthermischen Anlagen mit $e_g = 0$ eingesetzt werden. Solare Trinkwassererwärmung reduziert den Primärenergiebedarf eines Einfamilienhauses um rund 10%. Diese Berechnungsmöglichkeit ist in allen EnEV-Programmen integriert.

Die genaue Berechnung größerer Solaranlagen zur Heizungsunterstützung führt meist zu deutlich besseren, realistischeren Anlagenaufwandszahlen. Solare Deckungsraten für die Heizung können weitaus höher sein als die in der DIN V 4701-10 genannten 10% (Standard in der DIN ist eine um 80% vergrößerte Kollektorfläche gegenüber einer solaren Trinkwassererwärmung). Die Bewertung des solaren Heizungsunterstützung ist mit Hilfe anerkannter Simulationsprogramme möglich. Eine EnEV-Schnittstelle

hat bislang das Programm GetSolar (www.getsolar.de). Hier ist mit einer entsprechend großen Solaranlage eine Reduzierung des Primärenergiebedarfs um 30% und mehr möglich.

Der zweite Teil der Serie in der nächsten Ausgabe befasst sich mit wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten und zeigt, wie Solaranlagen nach EnEV bewertet werden.



AUTOR

Dipl.-Phys. **Klaus Lambrecht**

ist Inhaber der ECONSULT in Rottenburg. Er gehört zu den führenden Experten für Gebäudeenergiekonzepte für Industrie, Verwaltung und Wohnungsbau. Er ist Mitglied in Fachgremien und langjähriger Dozent der Architekten- und Ingenieurkammern sowie des Baukosteninformationszentrums.

Seit 2001 hat er einen Lehrauftrag für Energieeffizientes Bauen an der Universität Stuttgart.

www.solaroffice.de

