

Wasser, Wärme, Wechselspannung

Von Stephan Kellermann

Solarthermische Anlagen wandeln das Licht der Sonne in Wärme um. Dazu gehören Anlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung. Netzgekoppelte Solarstromanlagen wandeln das Sonnenlicht in Strom um und speisen diesen in das öffentliche Netz ein. Wir zeigen, wie die Bemessung solcher Anlagen funktioniert



Die Größe einer Solaranlage hängt von der solaren Einstrahlung sowie dem Energiebedarf und dem angestrebten Jahresertrag der Anlage ab. Die solare Einstrahlung, die Globalstrahlung genannt wird und die solare Strahlungsintensität bei allen Wetterlagen berücksichtigt, leistet an einem sonnigen Sommertag im Bundesgebiet rund tausend Watt pro Quadratmeter. Sie ist selbst in subtropischen Breiten nur unwesentlich höher. Wird die Globalstrahlung über das gesamte Jahr betrachtet, beträgt sie im Bundesgebiet je nach Region etwa 920 bis 1.200 kWh/a, womit die regionalen Unterschiede deutlich geringer sind als von vielen angenommenen.

Bei solarthermischen Anlagen steht dieser solaren Einstrahlung ein konkreter Wärmebedarf des Nutzers, zum Beispiel für Trinkwassererwärmung, gegenüber. Netzgekoppelte Photovoltaik-

anlagen hingegen stellen im Prinzip Solarkraftwerke dar, die Sonnenenergie in elektrischen Strom umwandeln und in das öffentliche Netz einspeisen. Der

erwärmung und Heizungsunterstützung beschränkt sich auf den Einfamilienhausbereich sowie auf die Anwendung von Hochleistungs-Flachkollektoren.

Die Globalstrahlung liefert jährlich rund tausend Kilowattstunden pro Quadratmeter — entsprechend hundert Litern Heizöl.

Strombedarf des Nutzers ist somit von untergeordneter Bedeutung.

Dimensionierung Solarthermischer Anlagen

Die folgende Beschreibung der Auslegung von Trinkwasser-

Im Kundengespräch geht es zunächst darum, das Anwendungsgebiet und alle zugehörigen relevanten Auslegungsgrößen zu klären, um damit Art und Größe der Anlagenkomponenten bestimmen zu können. Zu diesem Zweck sollte der Kunde einen Erhebungsbogen ausfüllen, anhand dessen der Verarbeiter selbst oder der Hersteller durch Computersimulation eine genaue Anlagenauslegung durchführen kann.

Solarthermische Anlagen zur Trinkwassererwärmung

Auch im Sommer wird Warmwasser benötigt. In dieser Zeit liefert die Heizung die dafür benötigte Wärme mit einem schlechteren Wirkungsgrad. Solche Solaranlagen können



deutlich Energie einsparen, denn mit einfachen und kostengünstigen Systemen lässt sich ein solarer Deckungsgrad von ungefähr sechzig Prozent im Jahresmittel erreichen. Das bedeutet, dass ungefähr sechzig Prozent der zur Trinkwassererwärmung benötigten Energie kostenlos von der Sonne bezogen werden können. Dabei werden im Sommer rund hun-



Sonnenenergie fürs Trinkwasser: Sechzig Prozent der Energie zur Wassererwärmung kommt von der Sonne.
Foto: Braas Dachsysteme

dert Prozent von der Sonne gedeckt, während dieser Anteil in der Übergangszeit und im Winter geringer ist.

Für die Auslegung von Anlagen zur Trinkwassererwärmung ist der Warmwasserbedarf die wesentliche Größe für die Bestimmung von Kollektorfläche und Speichervolumen. Die Grobplanung lässt sich also recht einfach durchführen.

Rund vierzig Liter Wasser pro Person

Erster Anhaltspunkt für den Warmwasserbedarf ist die Zahl der Personen. Da der tägliche Warmwasserverbrauch pro

Beispiel: Trinkwassererwärmung

Eine Familie mit vier Personen in Berlin möchte eine Anlage zur Trinkwassererwärmung errichten. Das Dach ist 45 Grad nach Südwest ausgerichtet und hat die Dachneigung 30 Grad. Die Regelkollektorfläche ergibt zunächst fünf Quadratmeter. Mit dem Azimut von 45 Grad und der Dachneigung von 30 Grad ergibt sich ein Ausrichtungsfaktor von 1,1. Schließlich ist aus der Karte ein Einstrahlungsfaktor von 1 abzulesen. Die Bruttokollektorfläche ergibt im Formelfeld:

$$5 \text{ Quadratmeter} \times 1,1 \times 1 = 5,5 \text{ Quadratmeter.}$$

Beispielsweise stehen von Braas die Thermokollektoren TK6, TK8 und TK10 zur Verfügung, wobei die Zahlen die Bruttokollektorflächen angeben. In diesem Beispiel ist der TK6 der richtige Kollektor.

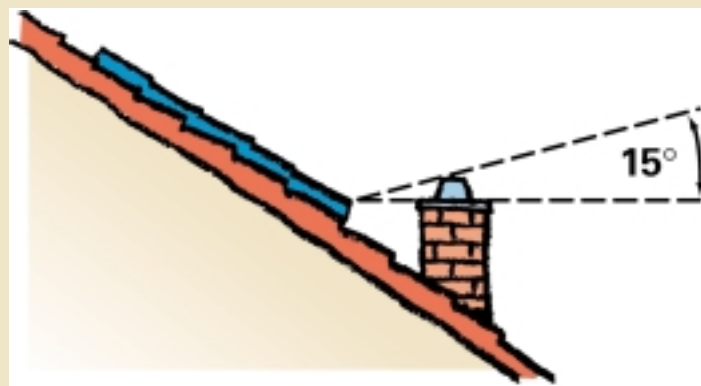
Person etwa zwischen 25 und hundert Litern variieren kann, sollten weitere Anhaltspunkte herangezogen werden. So beträgt der Warmwasserverbrauch etwa dreißig Prozent der gesamten Trinkwassermenge, die aus der Jahresabrechnung bekannt ist. Bei durchschnittlichem Verbrauchsverhalten, wie einmal Duschen täglich, kann als Faustregel ein Warmwasserbedarf von täglich vierzig Litern pro Person angenommen werden, zuzüglich täglich fünf Liter pro Person bei Anschluss von Spül- und Waschmaschine.

Je nach Abweichung der betreffenden Dachfläche von der Südausrichtung (Azimut), der Dachneigung und der solaren Einstrahlung in der betreffenden Region ist die Kollektorfläche zu korrigieren. Dabei haben die regionalen Einstrahlungsunterschiede, aber auch die Dachausrichtung geringeren Einfluss auf die Größe der Kollektorfläche als vielfach angenommen.

Als Hilfsmittel zur Bestimmung der Kollektorfläche kann die dieser Ausgabe beiliegende Rechenscheibe (siehe Seite 35)

Schema: Verschattungswinkel für Photovoltaikanlagen

Faustformel – Schattenspender dürfen die Energieausbeute der Solargeneratoren nicht beeinträchtigen



Übersicht: Kollektorflächen im Vergleich

Die folgende Tabelle gibt, bezogen auf Braas-Thermokollektoren und einen Deckungsgrad von ungefähr sechzig Prozent, einen Überblick über die wesentlichen Komponentengrößen.

Personen	Kollektorgröße	Speichergröße (min.)
3 – 5	5 Quadratmeter	300 Liter
5 – 7	7 Quadratmeter	400 Liter
7 – 9	9 Quadratmeter	500 Liter
> 9	Projektspezifische Auslegung notwendig	

verwendet werden, wobei die technischen Daten von Braas-Thermokollektoren zugrunde liegen. Dabei wird in dem Formelfeld auf der Seite »Solar-

In Niedrigenergiehäusern sollte die Kollektorfläche zur Heizungsunterstützung mindestens zehn Prozent der beheizten Wohnfläche betragen.

wärme« die Regelkollektorfläche für Trinkwassererwärmung in die Formel eingesetzt und mit einem von Azimut und Dachneigung abhängigen Ausrichtungsfaktor sowie einem Einstrahlungsfaktor multipliziert. Man erhält die Bruttokollektorfläche für das konkrete Bauvorhaben.

Der Ausrichtungsfaktor wird ermittelt, in dem die Deckscheibe auf den entsprechenden Azimut eingestellt wird; im Fenster kann

dann anhand der Dachneigung der Ausrichtungsfaktor abgelesen werden. Der Einstrahlungsfaktor kann bei bekanntem Anlagenstandort aus der aufgedruckten Deutschlandkarte entnommen werden, wobei kleinräumig Abweichungen von den dort dargestellten Zonen möglich sind.

Solarthermische Anlagen zur Heizungsunterstützung

Bei Anlagen zur Heizungsunterstützung wird die Planung deutlich umfangreicher.

Grundsätzlich sollte ein Haus sehr gut gedämmt sein (Niedrigenergiehaus-Standard), bevor an die solare Heizungsunterstützung gedacht wird. Die Anlagenkomponenten werden etwa um den Faktor zwei bis drei größer ausgelegt. Diese Anlagen produzieren außerhalb der Heizperiode nicht nutzbare Überschüsse, so dass ein Kompromiss zwischen Kosten und Nutzen zu finden ist. Es hat sich durchgesetzt, die Anlagen so zu dimensionieren, dass ein solarer Deckungsgrad von zwanzig bis dreißig Prozent, bezogen hier auf die für Heizung und Trinkwassererwärmung benötigte Energie, erreicht wird.

Als Kollektorfläche sollte mindestens zehn Prozent der beheizten Wohnfläche veranschlagt werden. Zusätzlich ist pro hundert Quadratmeter Wohnfläche rund 750 Liter Speichervolumen vorzusehen, welches das Puffervolumen und das Warmwasservolumen umfasst.

Mit der Rechenscheibe lässt sich auch die Kollektorfläche für solarthermische Anlagen zur Heizungsunterstützung ermitteln, wobei wieder die technischen Daten von Braas-Thermokollektoren zugrunde liegen. Die Vorgehensweise ist dieselbe wie oben unter »solarthermische Anlagen zur Trinkwassererwärmung« beschrieben.



Dimensionierung von Photovoltaikanlagen

Die Auslegung netzgekoppelter Photovoltaikanlagen ist verhältnismäßig einfach, denn man kann den Energieertrag relativ gut vorhersagen. Diese wandeln die erzeugte Gleichspannung in einem Wechselrichter in netzkonforme Wechselspannung um und speisen diese ins öffentliche

Netz ein. Der Energieertrag ist von der solaren Einstrahlung am jeweiligen Ort abhängig, und diese ist im langjährigen Mittel relativ konstant. Es existieren jedoch regionale Unterschiede, die bei der genaueren Auslegung berücksichtigt werden sollten.

Auch Dachausrichtung und Dachneigung haben Einfluss auf den Anlagenertrag. Verschattungen sollten Sie generell vermeiden, da sie zu einem erheblichen Minderertrag führen. Hindernisse sollten nicht höher als 15 Grad über die Unterkante des Solargenerators hinausragen.

Bei der Festlegung der Anlagengröße spielt der Verbrauch des Nutzers eine untergeordnete Rolle, weil es sich im Prinzip um ein kleines Solarkraftwerk handelt, welches elektrischen Strom ins öffentliche Netz einspeist. Dennoch möchten viele Bauherren über das Jahr gesehen

Faustformeln: Photovoltaik-Anlage

Bezogen auf Braas Photovoltaikanlagen PV700 und PV 1800 gelten folgende Faustregeln.

- ◆ 10 Quadratmeter Solarstrom-Dachfläche
 - entsprechen ungefähr 1 Kilowatt Peak installierter Leistung
 - liefern ungefähr 800 kWh solaren Energieertrag pro Jahr
 - dies entspricht rund 800 Mark pro Jahr bei der derzeitigen Einspeisevergütung von 99 Pfennig pro kWh
 - erzeugen so viel Strom, wie eine Person etwa jährlich verbraucht (durchschnittlicher 3-Personen-Haushalt, keine elektrischen Heizgeräte)

eine gewisse Übereinstimmung von Erzeugung und Verbrauch erreichen.

Als Hilfsmittel zur Bestimmung des Energieertrags einer Anlage mit 1 Kilowatt Peak installierte Leistung kann wieder die dieser Ausgabe beiliegende Rechenscheibe verwendet werden, wobei die technischen Daten der Brass Solarstromsysteme PV 700 und PV 1800 zugrunde liegen. Dabei wird im Formelfeld auf der Seite »Solarstrom« der optimale Anlagenertrag mit

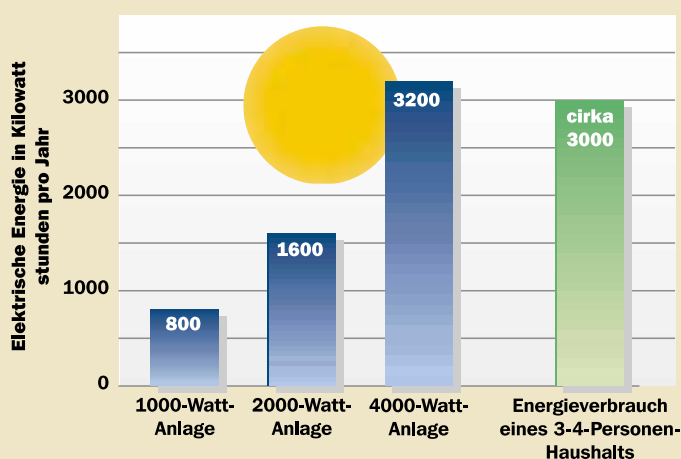
einem von Azimut und Dachausrichtung abhängigen Ausrichtungsfaktor multipliziert.

Anhand des Anlagenstandortes wird der aufgedruckten Deutschlandkarte der optimale Anlagenertrag in kWh/a entnommen. Hier sind kleinräumige Abweichungen von den dort dargestellten Zonen möglich. Der Ausrichtungsfaktor wird ermittelt, in dem die Deckscheibe auf den entsprechenden Azimut eingestellt wird. Im Fenster kann anhand der Dachneigung der Ausrichtungsfaktor abgelesen werden. Der sich ergebende Jahresertrag, der für eine installierte Leistung von 1 Kilowatt Peak gilt, kann auf andere Anlagengrößen hochgerechnet werden (eine 2,1-Kilowatt-Peak-Anlage hat den 2,1-fachen Jahresertrag)

Bei den Solarstrom-Systemen sind verschiedene Standardpakete mit entsprechenden Materiallisten vorbereitet, die alle gängigen Anlagengrößen für den Einfamilienhausbereich abdecken. Sie können aber auch modular zu größeren Anlagen zusammengestellt werden. Die entsprechenden Wechselrichter sind darin enthalten und angepasst. Am Beispiel PV 700 erge-

Schema: Energieabdeckung

Ein Drei- bis Vier-Personen-Haushalt benötigt dreitausend Kilowattstunden jährlich (ohne elektrische Wärmeerzeuger).



ben sich folgende Standardpakete:

- 1,05 Kilowatt Peak mit dreißig Modulen
- 1,40 Kilowatt Peak mit vierzig Modulen
- 2,10 Kilowatt Peak mit vierzig Modulen
- 3,15 Kilowatt Peak mit vierzig Modulen

Fazit: Die Auslegung der Anlagen ist einfach

Es zeigt sich, dass im Bereich der Einfamilienhäuser in kurzer Zeit, mit wenigen Planungsgrößen und Hilfsmitteln, Abschätzungen der Kollektorflächen bei Solarwärme und Jahreserträge bei Solarstrom möglich sind. Prinzipiell ist es damit dem Dachdecker möglich, Anlagen-

komponenten nicht nur zu montieren, sondern auch auszuliegen. Dies hat deutliche Vorteile für das Kundengespräch, die Auftragsabwicklung und die Zusammenarbeit mit anderen Gewerken. Er wird dabei in allen eventuellen Fragen vom Hersteller unterstützt.

Sonderaktion für Leser der *DDH*-Edition Solaranlagen

Mit dieser Rechenscheibe können Sie die Kollektorfläche für Thermokollektoren (Seite Solarwärme) und den Energieertrag von Solarstromsystemen (Seite Solarstrom) bestimmen.

Beispiel Solarwärme:

Eine Familie mit vier Personen in Berlin möchte eine Anlage zur Trinkwassererwärmung errichten. Das ergibt zuerst eine Regelkollektorfläche von fünf Quadratmeter. Das Dach ist nach Südwest ausgerichtet (Azimut 45 Grad) und hat die Dachneigung 30 Grad. Daraus ergibt sich ein Ausrichtungsfaktor von 1,1. Schließlich ist aus der Deutschlandkarte ein Einstrahlungsfaktor von 1 abzulesen (Standort Berlin). Die Bruttokollektorfläche ergibt im Formelfeld:

Fünf Quadratmeter x 1,1 x 1 = 5,5 Quadratmeter.

Wenn hier die Scheibe fehlt, war jemand schneller. Bitte wenden Sie sich in diesem Fall an die Redaktion DDH, wir besorgen Ihnen Ersatz.

Beispiel Solarstrom:

Berechnung des Energieertrags einer Anlage mit 1 Kilowatt Peak installierter Nennleistung:

Anhand des Anlagenstandortes können Sie der aufgedruckten Deutschlandkarte den optimalen Anlagenertrag in kWh/a entnehmen. Der Ausrichtungsfaktor wird ermittelt, indem die Deckscheibe auf die entsprechende Dachausrichtung (Azimut) eingestellt wird. Im Fenster kann anhand der Dachneigung der Ausrichtungsfaktor abgelesen werden. Durch Multiplikation dieser beiden Werte ergibt sich der Jahresertrag, der für eine installierte Leistung von 1 Kilowatt Peak gilt.

Den Berechnungen liegen die technischen Daten von Braas Thermokollektoren sowie den Braas Solarstromsystemen PV 700 und PV 1800 zugrunde.