



# Solartechnik - Strom und Wärme aus der Sonne Teil 3

***Nach dem Einstieg in die Technik der Solarstromerzeugung in der letzten Folge unserer Artikelserie betrachten wir nun zunächst die ganz und gar nicht unwichtige, wirtschaftliche Seite des Themas, bevor wir uns einem weiteren wichtigen Aspekt der Solarenergie-nutzung, der Solarthermie, zuwenden.***

## **Was kostet Solarenergie?**

Die schnelle Antwort liegt auf der Zunge - nichts. Die Sonne liefert uns die Energie zwar kostenlos und diese Energie zählt zu den sog. regenerativen Energien, ist umweltfreundlich ähnlich Wind und Wasser. Dennoch, der Wermutstropfen bleibt - Solarstrom-Anlagen sind heute noch sehr teuer, die enormen Anschaffungskosten von bis zu 50.000 DM amortisieren sich erst in vielen Jahren. Herkömmliche Dämm- und andere Maßnahmen zur Energieeinsparung sind erstens billiger und sollten zweitens immer an erster Stelle

stehen, wenn man das Thema unter dem Gesichtspunkt Energiesparen betrachtet. Trotzdem gibt es neben dem Umweltschutzaspekt gewichtige Argumente für diese Technik.

Zunächst steht der einmaligen Investition eine langjährige, weitgehende Wartungsfreiheit gegenüber. Die Solaranlage produziert also kaum weitere Kosten über die heute technisch prognostizierbare Lebensdauer von bis zu 30 Jahren. Im Gegenteil, sie kann, eine entsprechende Dimensionierung vorausgesetzt, dem Besitzer gar Geld einbringen. Denn die mögliche Einspeisung in das öffentliche Stromnetz ist gesetzlich weitgehend garantiert, auch wenn

einige Stromversorger sich dagegen sperren und mit dem Instrument extrem niedriger Einspeisungspreise von z. B. 15 Pfennigen/kWh Solaranlagenbesitzer (bzw. -planer) von einer Einspeisung abhalten wollen.

Auf der anderen Seite gibt es örtliche Energieversorgungsunternehmen, die bis zu 1,76 DM je Solarenergie-kWh zahlen. Bei einem derzeitigen kWh-Preis von ca. 1,30 bis 1,50 DM (auf die Anschaffungs- und Montagekosten der Anlage bezogen) schon ein lohnendes Geschäft unter den günstigsten Bedingungen.

Diesen Aspekt sollte man jedoch keinesfalls in den Vordergrund stellen, allen-

**Tabelle 1: Solarstrom-Anlagen – Bundesförderung und steuerliche Abschreibung**

Bundeswirtschaftsministerium/BAW	250 DM/qm bis 20 qm Kollektorfläche 125 DM/qm für jeden qm größer 20 qm Förderung von PV-Anlagen in Schulen	Bundesamt für Wirtschaft, BAW Postfach 51 71 65726 Eschborn Tel.: 06196/404-0 Fax: 06196/94226
Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)/ Bundeswirtschaftsmin.	Kollektorförderung innerhalb des CO <sub>2</sub> -Minderungsprogramms 100.000-Dächer-Solarstrom-Programm: Zinsfreies Darlehen, Laufzeit: 10 Jahre, 2 Jahre tilgungsfrei, letzte Rate wird erlassen, Förderwert (ca. 25%) kann vorab ausbezahlt werden, Kumulation erlaubt, keine Förderung bei erhöhter Einspeisevergütung	Anträge bei der Hausbank stellen!  Kreditanstalt für Wiederaufbau, KfW Palmengartenstr. 5-9 60325 Frankfurt Info-Tel.: 069/7431-4340
Deutsche Ausgleichsbank (DtA)	Anträge für Umweltinvestitionen aus der gewerblichen Wirtschaft, ausgenommen Windkraftanlagen	Deutsche Ausgleichsbank (DtA) 53170 Bonn Tel.: 0228 / 831-2400
Bundesweit innerhalb der Wohneigentumsförderung	Für Neubauten sowie bei Neuerwerb, soweit selbst genutzt:  jährlich 2%, max. 500 DM über 8 Jahre (16% gesamt)  Im ersten Jahr ist ein Antrag an das Finanzamt zu stellen. Nach Prüfung wird die Ökozulage ausbezahlt und in den folgenden 7 Jahren automatisch zum 15. März überwiesen.	zuständige Finanzämter
Neue Bundesländer	15% Zulage nach §4 Investitionszulagegesetz 1999. Die Zulage wird im Jahr 2000 beantragt für Anlagen, die 1999 gebaut wurden. Rechtsanspruch! Max. Inv.: 40.000 DM	zuständige Finanzämter
Deutsche Ausgleichsbank	Bis 26.02.99: Zinsverbilligte Darlehen im DtA-Umweltprogramm für private Haushalte: „DtA-Solar-Initiative“ und im ERP-Energiesparprogramm für priv. gewerbl. Unternehmen	Hausbanken oder: DtA, 53170 Bonn, Tel. 0228/831-2261 Fax -2130 Zinskonditionen: Tel. -2400

Quelle: SFV, Stand: 7/99

falls kann man ihn als Nebensatz in die Wirtschaftlichkeitsrechnung einbeziehen. Denn zu viele Unwägbarkeiten gefährden eine geregelte und massive Einspeisung. Das beginnt beim relativ unberechenbaren Wetter und endet bei der Gegenüberstellung der notwendigen Investitionssumme, des tatsächlichen eigenen Strombedarfs und nur schwer berechenbarer Energiepolitik.

Gerade letztere scheint sich jedoch stabil in Richtung massiver Förderung der Solarenergie zu entwickeln, quer durch alle Parteien, ohne Lobbyismus für die Energieversorger.

Dazu kommen umfangreiche Fördermöglichkeiten durch Bund, Länder, Kommunen, ja, sogar durch Energieversorger, die einen erheblichen Teil der Investitionskosten auffangen können.

Eines sollte man jedoch als wohl wichtigsten Aspekt in die Wirtschaftlichkeitsberechnung einbeziehen - die weitgehende Einsparung des Strombezugs vom Energieversorger. Auch wenn deren Tarife zur Zeit im Rutschen begriffen sind, über lange Sicht ist es wie mit dem Sparen - am Ende stehen Guthaben-Zinsen.

Vorrang sollte der persönliche Bedarf an einer solchen Anlage haben, ein reines Umweltgewissen inbegriffen.

Positiv ist auch zu vermerken, daß der Markt für Solartechnik erste Signale in Richtung Preisverfall gibt, eine Folge der recht massiven Ansiedlung von Solaranlagen-Herstellern in Deutschland (diese sehen hier einen der wichtigsten Zukunftsmärkte) und der beginnenden Massenpro-

duktion, die automatisch die Preise fallen läßt.

So kann es durchaus sein, daß die Preise sich in ganz wenigen Jahren quasi halbieren und spätestens dann von umfangreicher Wirtschaftlichkeit gesprochen werden kann.

### Förderung satt

Daß die Errichtung von Solarstrom-Erzeugungsanlagen staatlich gewollt und gefördert wird, haben wir bereits kurz angeschnitten. Wie kann denn diese nun konkret aussehen?

Die Bundesregierung fördert Solarstrom über das sogenannte 100.000-Dächerprogramm (in Anlehnung an das 1.000.000-Roof-Programm der USA) mit ca. 1 Milliarde Mark zunächst bis 1.1. 2005.

Dahinter verbirgt sich vor allem ein zinsloses Darlehensprogramm der Kreditanstalt für Wiederaufbau, das über 10 Jahre, davon 2 tilgungsfrei, läuft. Ist die Anlage nach 9 Jahren noch in Betrieb, wird die Restschuld im 10. Jahr erlassen. Alternativ kann der Subventionswert des Darlehens von der Hausbank direkt als Darlehenszuschuß ausgezahlt werden. Einige Rahmenbedingungen für dieses Darlehen finden Sie in Tabelle 1.

In den neuen Bundesländern werden durch dieses 100.000-Dächer-Programm sogar Solar-Wärmeerzeugungsanlagen (Solarthermie) an öffentlichen Gebäuden gefördert.

Bis zu 500 DM je Jahr (über die ersten

8 Jahre) sind über die sog. Ökozulage innerhalb des bundesweiten Programms zur Wohneigentumsförderung zu bekommen.

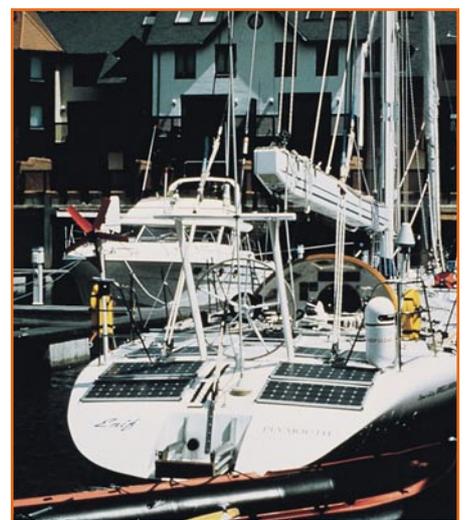
Weitere Bundesförderungen und steuerliche Abschreibungsmöglichkeiten (auch diese spielen eine nicht unerhebliche Rolle bei der Finanzplanung) findet der interessierte Leser übersichtlich aufgelistet auf den Internetseiten des Deutschen Fachverbandes für Solarenergie e.V. (SFV) unter der Adresse: [www.solarserver.de/geld.html](http://www.solarserver.de/geld.html).

Die nächste Förderebene stellen Länder, Kommunen und einige Energieversorger dar. So hat z. B. jedes Bundesland einen eigenen Fördertopf, der teilweise recht reichlich ausfällt. So kann man z. B. in Hessen unter bestimmten Umständen bis max. 17.000 DM je installiertem kW als Förderung erhalten. Das Problem: die Fördertöpfe der Länder sind jeweils jährlich gedeckelt. Anträge werden nach dem Prinzip der eingehenden Reihenfolge behandelt - frühzeitige Planung und ein wenig Taktik, Sitzfleisch und starke Nerven zahlen sich für den Bauwilligen aus.

Eine sehr detaillierte Übersicht zu den Länderförderungen mit Adressen und Telefonnummern finden Sie ebenfalls unter o. g. Internetadresse. Ab dieser Ebene ist auch die Förderung von privaten Solarthermieanlagen möglich.

Aber auch der Gang zur Kommune oder zum örtlichen bzw. regionalen Energieversorgungsunternehmen (in NRW z. B. RWE) lohnt meist. Vor allem im Rahmen der Wohneigentumsförderung und durch steuerliche Abschreibungsmöglichkeiten ist hier ebenfalls so manche Mark Förderung zu holen.

Die wohl wichtigste „Fördermöglichkeit“ liegt hier in den Verhandlungen mit dem Energieversorger bzw. der Kom-



**Bild 1: Immer öfter zu sehen, Solarstromversorgung im Freizeitbereich für mehr Unabhängigkeit und Umweltschutz. Foto: Siemens AG**



**Bild 2: Kleine Solaranlagen eignen sich hervorragend für autarke Anwendungen fern vom Stromnetz. Hier ein Set zur automatischen Gewächshausbelüftung.**

mune über die Höhe der Einspeisungsvergütung. Dabei kann dem privaten Einspeiser der gleiche Gewinn zugesprochen werden wie dem örtlichen Energieversorger. Das nennt sich kostendeckende Vergütung und stellt den Idealfall dar. Auf den Internetseiten des SFV kann man auch darüber detaillierte Informationen in Form einer Deutschlandkarte und in ganz konkreten Zahlen abrufen.

Schließlich bietet auch die EU einige Förderungen der Solarenergie bzw. Solarthermie.

Auch die Kombination mehrerer Förderungsmöglichkeiten ist möglich.

Gute Ansprechpartner für die Erueirung von Förderungen sind auch die Errichter von Solaranlagen, wie z. B. Solartechnik Nord (Internet: [www.solar-technik-nord.de](http://www.solar-technik-nord.de)), die schon allein aus kommerziellem Interesse genauestens über die Details Bescheid wissen.

## Die Preise

Daß eine „richtige“ Solaranlage nicht ganz billig ist, haben wir ja schon angedeutet. In welchen Preisregionen bewegt sich das Ganze nun konkret?

Betrachten wir zunächst eine kleine Anlage, wie sie auf Wochenendhäusern, Caravans oder Booten (Abbildung 1) zu finden sind.

Eine einfache Komplettanlage mit 50 W Solarzellenleistung ist inklusive Regler und

Batterie schon unter 1000 DM realisierbar. Diese Leistung reicht in vielen Fällen bereits aus, sofern man 12V-Geräte einsetzt. Bei Einsatz eines Wechselrichters und langen Fernsehenden sind jedoch mindestens 100 W zu empfehlen, z. B. auf dem Boot, wenn man nicht täglich mehrere Stunden motorbetrieben zur Akkuladung fahren will. Dann schnellen die Kosten schnell in den 5000DM-Bereich, dafür ist man von Hilfsmotorlärm dauernd befreit und auch am Liegeplatz nicht auf einen 230V-Anschluß angewiesen.

Speziell für diesen Einsatzbereich gibt es bereits biegsame, klebbare und trittfeste Solarmodule, die den Platz an Deck nicht einschränken.

Für spezielle Anwendungen wie z. B. die automatische Belüftung eines Gewächshauses (Abbildung 2) oder für das Aufladen von tragbaren 12V-Energiestationen etablieren sich relativ preiswerte Solarsets, die sich mit 10-14 W Leistung um die 250 DM bewegen.

„Ernst“ wird es bei der Stromversorgung eines Einfamilienhauses. Hier sind

Anlagen mit ganz anderen Leistungen zu installieren. Die erforderliche Leistung hängt dabei von den Faktoren Leistungsbedarf des Haushalts, Standort der Solarzellen und dem Witterungsverlauf am Standort ab. Daß man im übrigen nicht allein auf die übliche Montage der Solarzellen auf einem Dach (Abbildung 3) angewiesen ist, beweisen die Abbildungen 4 und 5. Steht der Giebel des Hauses nach Süden, kann man die Solarzellen sogar zur angenehmen Abschattung der Fenster gegen die volle Mittagssonne nutzen. Auf Flachdächern ist eine geneigte Aufstellung für die optimale Position zur Sonne mittels spezieller Rahmen möglich.

Wie man die durchschnittliche Sonnenscheindauer über das Jahr und damit die Ausnutzung der Solarzelle am jeweiligen Standort erfahren kann, haben wir bereits in der letzten Folge beschrieben (Sonnenatlas). Hier helfen auch die örtlichen Ener-



**Bild 4: Keine Dachfläche Richtung Süden? Kein Problem - die Fassadenmontage ist genauso möglich. Foto: Solar-Technik Nord**

gieversorger bzw. die Installationsbetriebe für Solaranlagen.

Wie bereits im Teil 2 dieser Reihe erläutert, ist als Mindestwert unter deutschen Sonneneinstrahlverhältnissen für ein Einfamilienhaus eine Solarzellenfläche von 12 m<sup>2</sup> anzusehen. Hier bewegt man sich im Leistungsbereich von 1 kWp, was eine Jahresleistung zwischen 700 und 1000 kWh ergeben kann. Sehen Sie auf Ihre letzte Energieabrechnung, dann können Sie Ihren möglichen Bedarf gut ersehen, sofern Sie auf eine Vollversorgung per Solarenergie setzen. In der Praxis setzt man jedoch heute kaum auf eine Vollversorgung, da die erforderliche Batteriespeicheranlage nebst Wartung die Möglichkeiten eines Haushalts übersteigen würden (allein der Platzbedarf für die Akkus wäre schon zu hoch). So nimmt man bei Dunkelheit oder schlechtem Wetter besser Strom vom öffentlichen Netz ab.



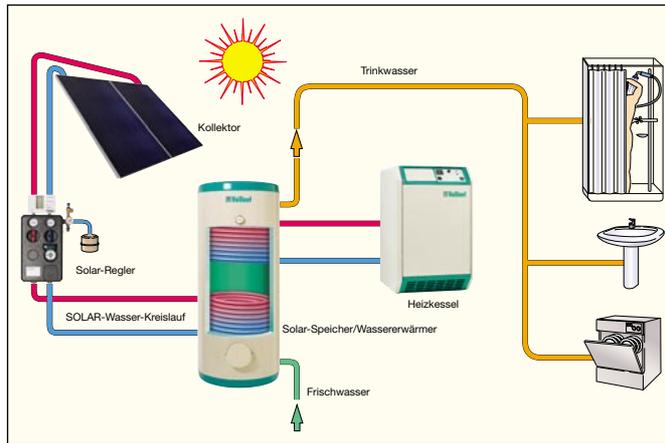
**Bild 3: Wie flexibel sich Dächer für eine Solaranlage nutzen lassen, zeigt dieses Ausführungsbeispiel einer kombinierten Solarstrom- und Solarthermieanlage. Foto: Solar-Technik Nord**



**Bild 5: Auch eine Freiaufstellung, etwa auf dem Flachdach oder im Garten ist dank flexibler Halteelemente für die Solarzellen kein Problem und manchmal die nach außen hin ansprechendere Lösung. Foto: Solar-Technik Nord**

Eine solche, noch relativ kleine 1kWp-Anlage kostet inklusive zugehörigem Wechselrichter, Montagematerialien, Kabeln, Anmeldung beim Energieversorgungsunternehmen und Montage durch einen Fachbetrieb ca. 15.000 bis 20.000 DM. Sie kann den Energiebedarf z. B. eines Einfamilienhauses mit 4 Bewohnern im Sommer bis zu 50% decken, in den anderen Jahreszeiten entsprechend weniger.

Eine 30m<sup>2</sup>-Anlage dagegen liegt bei gut 40.000 DM und deckt o. g. Bedarf so weit ab, daß sogar noch reichlich Energie für die Einspeisung ins Netz übrigbleibt. Ein



**Bild 6: Prinzipaufbau einer komfortablen Solarthermie-Anlage. Grafik: Joh. Vaillant GmbH**

Durchschnittshaushalt kann so unter günstigen Bedingungen bis zu 1 MWh je Jahr einspeisen.

Rein von der Solarzelle her muß man bei heutigen Preisen ca. 10 DM/Wp kalkulieren. Dazu kommt der Wechselrichter, der sich je nach Leistung und installierter Intelligenz in Bereichen zwischen 1300 DM (0,7 kW) bis 5000 DM (2,5 kW) ansiedelt.

Nicht vernachlässigen darf man bei der Planung das erforderliche Zubehör wie verlustarme Anschlüsse, Schutzanlagen, Kabel und Montagezubehör (vor allem für die Anbringung der Solarzellen), das auch je nach Anlage mit bis zu 2000 DM zu Buche schlagen kann.

Auch die Montage durch einen Fachbetrieb bewegt sich in Bereichen bis zu 8.000 DM. Anzuraten ist dieses Vorgehen deshalb, weil bei der Installation zahlreiche Vorschriften von der Bauverordnung bis Blitzschutz und VDE einzuhalten sind. Insbesondere der Anschluß an das Haus- und damit öffentliche Netz und die Abnahme einer solchen Anlage obliegen zwingend dem Fachmann. Auch statische Fra-

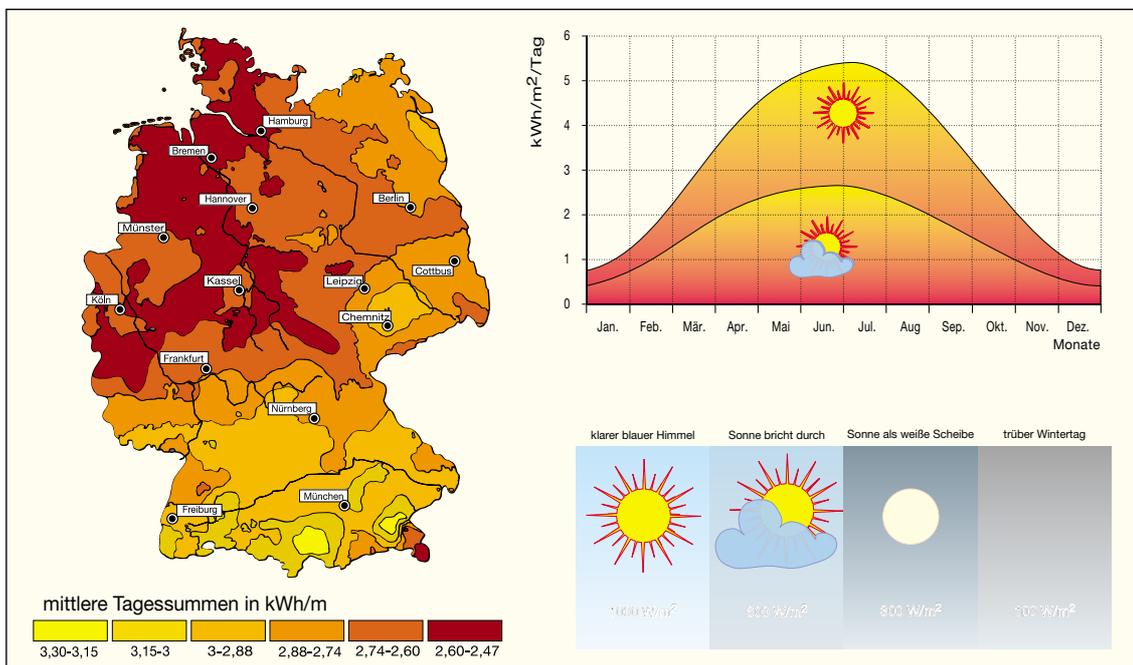
gen spielen selbst bei einer kleineren Anlage eine erhebliche Rolle, so daß der Gang zum Fachmann stets der bessere Weg ist.

Eine fachlich hochwertige und abnahmefähige Eigenmontage ist aber durchaus auch dem ambitionierten Hausbesitzer selbst möglich, die Lieferanten der Komponenten oder Komplettssets unterstützen hier mit ausführlichen Montagehinweisen. Alles, was man zum Thema Abnahmereife und Einspeisung wissen muß, sagt der Energieversorger, Abnahmen und Anschluß an das 230V-Netz erledigen Fachbetriebe.

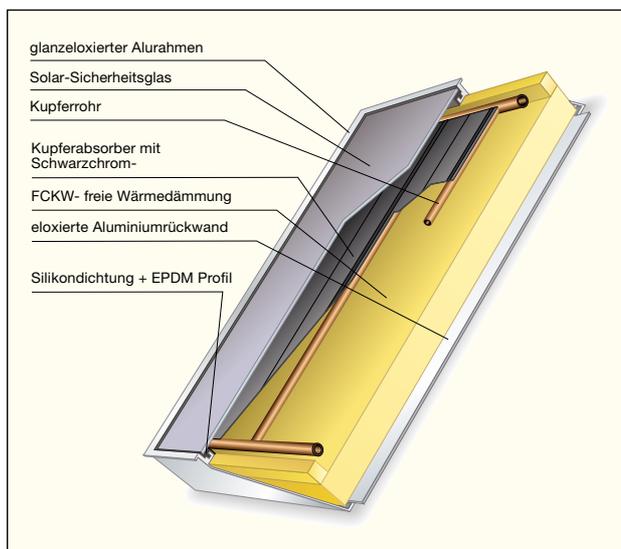
### Warmwasser von der Sonne

Ein ebenfalls hochaktuelles und immer weiter an Bedeutung gewinnendes Thema ist die Solarthermie, das heißt, die Wärmegewinnung aus dem Sonnenlicht. Obwohl wenig „elektronisch“, gehört die Solarthermie fest zum Thema Solarenergie, weshalb wir uns ihm im Rahmen dieser Artikelserie ebenfalls widmen wollen.

Hier steckt ein enormes Energieeinspar-

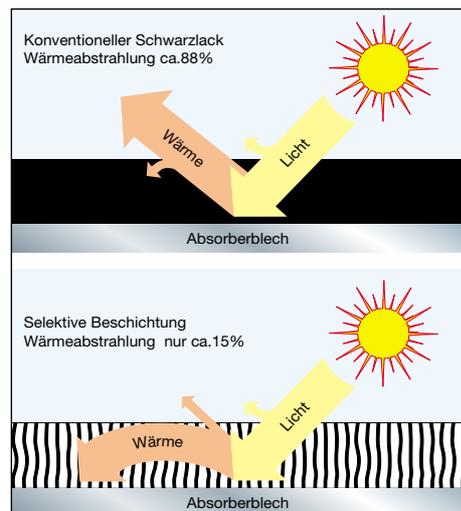


**Bild 7: Die Globalstrahlung der Sonne setzt sich aus den Anteilen direkter und diffuser Strahlung zusammen und ermöglicht beachtliche Leistungsdichten auch in Deutschland, wie die Sonneneinstrahlungskarte zeigt. Grafik: Joh. Vaillant GmbH**



**Bild 8: Kernstück der Solarthermieanlage ist der Kollektor. Grafik: Joh. Vaillant GmbH**

Wärme wieder als Wärmestrahlung abzugeben (emittieren). Selektive Beschichtungen des Absorbers verhindern Letzteres ebenso wie die spezielle Glasabdeckung des Kollektors (Abbildung 9). Als Paket dieser Eigenschaften verhindern gute Kollektoren mit bis zu 85% eine Rückstrahlung. Welchen Gesamtwirkungsgrad ein solcher Kollektor erreicht, illustriert Abbildung 10. Dieser ergibt sich aus Einstrahlungsstärke und der Differenz von Absorbertemperatur und Umgebungstemperatur. Ausdruck der Anerkennung derartiger hoher Wirkungsgrade bei der Energiege-



**Bild 9: Die Eigenschaften moderner Kollektoren verhindern eine Rückstrahlung der erzeugten Wärme weitgehend. Grafik: Joh. Vaillant**

winnung ist die Verleihung des Umweltschutzzeichens „Blauer Engel“ für einige dieser Kollektoren.

Im vierten und abschließenden Teil unserer Artikelserie widmen wir uns weiter dem Aufbau, der Finanzierung und den Förderungsmöglichkeiten der Solarthermieanlage und stellen schließlich aktuelle Gerätetechnik zur Solar-Energie-Gewinnung vor. **ELV**

potential, denn allein die Brauch-Warmwasserbereitung erfordert im Haushalt bis zu 50% des gesamten Energiebedarfs. Man denke da nur an den Energiebedarf einer Waschmaschinenheizung, den eines Geschirrspülers oder die Heizenergie fürs tägliche Duschen. Bezieht man auch die Warmwasserheizung mit ein, kommt man leicht in Bereiche von 70 und mehr Prozent.

Dabei ist eine Solarwärmanlage eine relativ einfach zu installierende Ergänzung der Heizungs- bzw. Warmwasserbereitungsanlage.

Das Wirkungsprinzip ist einfach. Zunächst wird Wasser mit einer elektrischen Pumpe in die in der Regel ebenfalls auf dem Dach angebrachten Sonnenkollektoren gepumpt. Diese Sonnenkollektoren, auf deren Technik wir noch ausführlicher eingehen werden, erwärmen das durchfließende Wasser, dieses gelangt zurück in den Wärmetauscher des Brauchwasserspeichers und heizt so das Brauchwasser auf. Das erwärmte Brauchwasser steigt im Wärmetauscher nach oben und kann dort entnommen werden. Für den Einsatz der Solarthermieanlage als Heizungsunterstützung kann der Speicher über einen weiteren Wärmetauscher verfügen, durch den das Heizungswasser fließt und entsprechend erwärmt wird.

Wie eine solche Anlage prinzipiell aussieht, zeigt Abbildung 6.

Je nach Lage bzw. Ausrichtung der Sonnenkollektoren zur Sonne und Standort (auch hier gelten prinzipiell die Regeln, die bereits bei den Solarmodulen erläutert wurden) ist eine Kollektorfläche von 1,5 bis 2 m<sup>2</sup> je Person (bei einem Bedarfsdeckungsgrad von 50%) zu berechnen.

In Abbildung 7 sind in den Grafiken die in Deutschland gültigen Sonneneinstrahlungswerte zusammengefasst. Hier sieht man deutlich, wenn man die Leistungsdaten mit denen seines eigenen Warmwasserbereiters vergleicht, welche enorme Wir-

kung eine solche Anlage auf die Energiebilanz eines Hauses haben kann.

### Hightech unter Glas - der Kollektor

Das wichtigste Teil einer Solarthermieanlage ist der Sonnenkollektor (Abbildung 8), der die Aufgabe hat, die Globalstrahlung der Sonne in Wärmeenergie umzuwandeln. Sein Kernstück ist der Absorber durch den die Wärmeträgerflüssigkeit (Wasser-Frostschutzgemisch) fließt. Zur Verhinderung von Wärmeverlusten ist der Absorber ringsum gut wärmegeämmt, nach oben wird er durch eine hochtransparente Glasplatte abgedeckt. Die einfallenden Sonnenstrahlen durchdringen die Glasplatte und werden vom Absorber in Wärme umgewandelt. Die Flüssigkeit im Absorber wird hierdurch erwärmt und transportiert die Wärme zum untenliegenden Wärmetauscher des Speichers.

Eines der wichtigsten Merkmale des Sonnenkollektors ist die Fähigkeit, möglichst viel Wärme zu sammeln, also die einfallende Sonnenstrahlung in Wärme umzuwandeln (absorbieren) und dabei möglichst wenig von der gewonnenen

**Bild 10: Typisch Sonnenkollektor - gemessen an anderen Energieerzeugungssystemen kommen sehr hohe Wirkungsgrade zustande. Grafik: Joh. Vaillant GmbH**

