



Brauchwasserbereitung mit Sonnenenergie

Wissenswertes über
thermische Solaranlagen



HESSISCHES MINISTERIUM
FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN



Institut
Wohnen und Umwelt



Energiebewußt in Hessen

Energiesparen mit der Sonne

Ausgelöst durch den Schock der ersten Ölkrise setzten Mitte der siebziger Jahre vielfältige Aktivitäten ein, brauchbare Konzeptionen für die Solarenergienutzung zu entwickeln und zu realisieren. Die anfängliche Euphorie schlug dabei oft in Ernüchterung um, da trotz hoher Kosten eher bescheidene Energieerträge erzielt wurden und viele Anlagen schlecht oder gar nicht funktionierten.

In den achtziger Jahren verschwand die Solartechnik aus dem Blickfeld der Öffentlichkeit. In wenigen Nischen fand jedoch eine Professionalisierung der einstigen „Bastler“ statt. Die Kinderkrankheiten der ersten Anlagengeneration wurden überwunden. Durch langjährige Optimierung konnte die Zuverlässigkeit und Effizienz wesentlich gesteigert werden.

Aufgrund des gestiegenen Umweltbewusstseins nimmt gegenwärtig das Interesse an der Nutzung der Solarenergie wieder zu. Der Schwerpunkt der Diskussion hat sich allerdings verlagert. Während

es früher noch um den Ersatz von Erdöl durch einen anderen Energieträger ging, setzt sich mittlerweile die Erkenntnis durch, dass zunächst unser immenser Energiebedarf reduziert werden muss - durch eine wesentlich rationellere Nutzung der Energieträger. Entsprechend muss sich die Solaranlage als eine Energiesparteknik unter anderen behaupten. Ausschlaggebend für die Bewertung der unterschiedlichen Techniken ist dabei, welche Menge an Primärenergie, Luftschadstoffen und Treibhausgasen jeweils durch die beschränkten Investitionsmittel eingespart werden können.

Auch wenn die Solarenergienutzung heute nüchtern betrachtet werden muss, behält sie doch - langfristig gesehen - ihren einzigartigen Stellenwert. Wird in Zukunft der Energieverbrauch durch intelligente Techniken auf ein Minimum reduziert, so kann der Restbedarf leichter durch erneuer-

Solarenergienutzung im Haushalt

Bereits heute wird Solarenergie in jedem Haushalt genutzt, auch wenn dies dem Bewohner im Alltag nicht bewusst ist: Das durch die Fenster fallende Tageslicht trägt zur Erwärmung des Gebäudes bei, reduziert also den Heizenergiebedarf. Es bietet zudem eine kostenlose Beleuchtung.

In der Regel wird unter dem Begriff „Solarenergienutzung“ jedoch die Verwendung aktiver Systeme verstanden. Hier müssen zwei grundsätzlich verschiedene Techniken unterschieden werden:

- **Die Stromerzeugung** mittels Solarzellen (Photovoltaik). Solarzellen kommen heute vielfach schon bei Kleingeräten (z. B. Taschenrechner, Uhren) zum Einsatz. Aber auch zur Unterstützung der Haushaltsstromversorgung werden sie vereinzelt auf dem Dach montiert.
- **Die Erzeugung von warmem Wasser** mit thermischen Solaranlagen. Bei diesen wandeln Sonnenkollektoren das Licht der Sonne in Wärme. Thermische Solaranlagen werden meist für die Brauchwasserbereitung oder die

Erwärmung von Schwimmbeckenwasser eingesetzt, selten für die Unterstützung der Heizungsanlage.

Thema der vorliegenden Energiesparinformation sind allein die thermischen Solaranlagen.

In menschlichen Zeitmaßstäben ist die Sonnenkraft unerschöpflich. Sie wird gratis und frei Haus geliefert.

Bei der Nutzung der solaren Einstrahlung verbleiben keine schädlichen Rückstände - sie ist ein Abbild natürlicher Prozesse. So wie alles Leben schaltet sie sich in den Energiestrom ein, der von der Sonne auf die Erde trifft und der von dieser letztlich wieder in den Weltraum abgestrahlt wird. Dieser Strom besitzt gigantische Ausmaße. Die jährlich eingestrahelte Energiemenge ist etwa 10.000 mal größer als der Welt-Primärenergieverbrauch. Auf der anderen Seite sind die Schwierigkeiten bei der solaren Energienutzung offensichtlich: Das räumlich und zeitlich stark variierende Angebot verhält sich entgegengesetzt zum Bedarf.

Welchen Beitrag können Solaranlagen

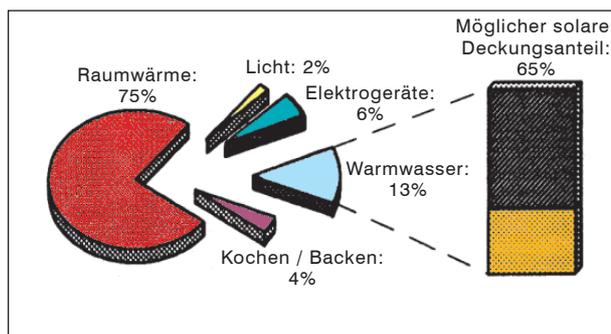
zur Energieeinsparung leisten?

Der deutsche Durchschnittshaushalt verbraucht etwa drei Viertel der ins Hausgelieferten Energie für die Raumheizung, die damit den größten Verbrauchssektor darstellt. An zweiter Stelle - jedoch mit erheblich geringerem Anteil - steht die Warmwasserbereitung.

Der Warmwasserbedarf eines Haushalts ist - je nach Gewohnheiten seiner Mitglieder - recht unterschiedlich. Er kann zwischen täglich 10 und 80 Litern pro Person schwanken. Als Durchschnittswert können 35 Liter pro Person und Tag angesetzt werden. Bei einer Brauchwassertemperatur von 60°C entsteht also ein Nutzenergiebedarf pro Person von 1,9 kWh am Tag bzw. 700 kWh im Jahr, was etwa 70 Liter Heizöl entspricht.

Je nach System ist zur Bereitstellung dieser Nutzenergie jedoch ein unterschiedlich hoher Einsatz von Primärenergieträgern (Öl, Gas, Kohle, Kernbrennstoffe etc.) erforderlich. Der Primärenergiebedarf liegt aufgrund der Umwandlungsverluste höher. Er kann z. B. bei einem Gasgerät das Eineinhalbfache, bei elektrischer Brauchwassererzeugung mehr als das Dreifache betragen.

Durch marktgängige thermische Solaranlagen können bis zu 65% des jährlichen Energiebedarfs für Brauchwasser eingespart werden.



Endenergiebedarf im durchschnittlichen Haushalt nach Anwendungen

Damit verringert sich beim Durchschnittshaushalt der gesamte Energiebedarf um ca. 8%.

Größere Einsparpotentiale von 40 bis 50% bestehen in der Regel bei der Raumheizung durch gezielte Maßnahmen zur Wärmedämmung. Zunehmende Bedeutung für die Senkung des Gesamtenergiebedarfs eines Haushalts erlangen Solaranlagen daher erst bei wesentlich verbessertem Wärmeschutz des Gebäudes.

In die energetische Betrachtung muss auch der Herstellungsaufwand für die Solaranlagen mit einbezogen werden. Dieser beträgt etwa ein Fünftel bis ein Zehntel der möglichen Energieeinsparung. Energetisch hat sich also die Solaranlage nach einer Betriebszeit von 2 bis 4 Jahren amortisiert.

Der Kollektor - eine „Falle“ für Sonnenstrahlen

Wichtigste Komponente einer Solaranlage ist der Kollektor. Er besitzt die Aufgabe, das Sonnenlicht einzufangen und die gewonnene Energie in nutzbarer Form abzugeben. Der Kollektor besteht im wesentlichen aus dem Absorber und dem Gehäuse, das diesen umschließt.

Der Kollektor wirkt wie eine „Falle“ für das auftreffende Sonnenlicht. Er ist auf der Oberseite mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung (z. B. einer Glasscheibe) versehen. Die hindurchtretenden Sonnenstrahlen fallen auf den Absorber, ein schwarzes Blech, von dem sie fast vollständig „geschluckt“ (absorbiert) werden. Die Sonnenenergie wird dabei in Wärme umgewandelt.

Da der Absorber vollständig vom wärmegeprägten Gehäuse umschlossen ist, kann nur noch wenig Wärme entweichen. Somit steigt die Temperatur des Absorbers bei Sonneneinstrahlung an.

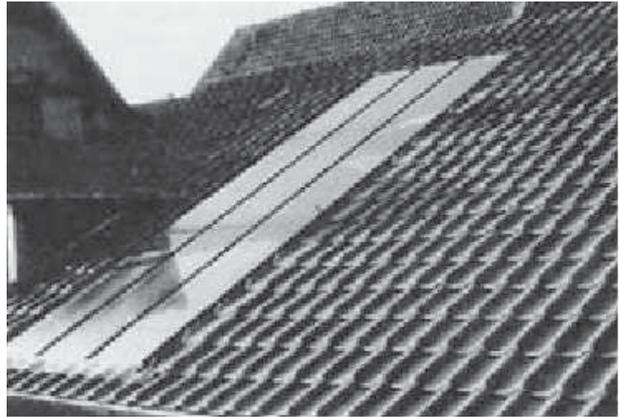
Die absorbierte Wärme wird ihm durch eine Flüssigkeit, das Wärmeträgermedium, entzogen. Zu diesem Zweck sind in das Absorberblech Rohre oder Kanäle integriert, die vom Wärmeträgermedium durchströmt werden.

Es existieren sehr unterschiedliche Bauarten von Kollektoren, das dargestellte Wirkungsprinzip ist jedoch stets dasselbe.

Die Bauarten unterscheiden sich vor allem durch die jeweils eingesetzten Techniken zur Begrenzung der Wärmeverluste. Äußerlich drückt sich dies in verschiedenartigen Gehäuseformen aus.

Der Flachkollektor

Der Flachkollektor ist die einfachste und für Brauchwasser-Solaranlagen übliche Bauart. Er besitzt einen großflächigen Absorber, der von einem kastenförmigen Gehäuse umgeben ist. Als transparente Abdeckung werden meist Glasscheiben, aber auch Kunststoffe in Folien- oder Plattenform eingesetzt. Auf der Rückseite und an den Seiten reduzieren handelsübliche temperaturbeständige Dämmmaterialien (Mineralfaser-, Polyurethan-platten o. ä.) die Wärmeverluste. Das Gehäuse besteht aus verzinktem Stahlblech oder Aluminium. Auch Bausätze für Flachkollektoren werden von den Herstellern angeboten.



In die Dachdeckung integrierter Flachkollektor

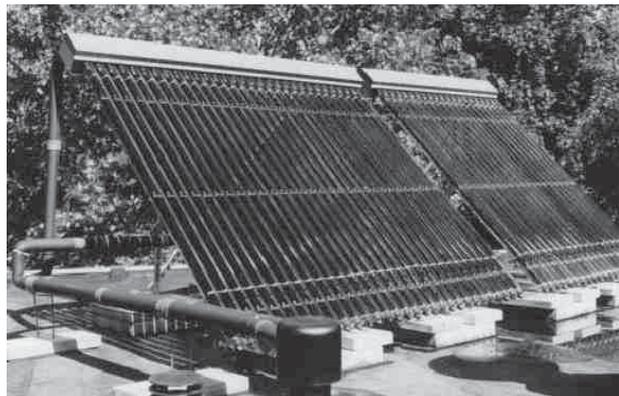
Der Vakuumflachkollektor

Eine spezielle Variante des Flachkollektors ist der sogenannte Vakuumflachkollektor. Er ist ähnlich aufgebaut wie der Flachkollektor, die Dämmwirkung wird allerdings durch einen Unterdruck im Gehäuse erreicht, der den Wärmetransport durch Luftströmung (Konvektion) verringert. Um den von außen wirkenden Luftdruck aufzunehmen, sind zwischen Glasabdeckung und Rückseite Stützen aufgebaut, die den Absorber durchstoßen.

Von Zeit zu Zeit muss der Kollektor nach-evakuiert werden, um den Druckanstieg durch konstruktionsbedingte Undichtigkeiten auszugleichen. Achten Sie beim Kauf diesbezüglich auf die Herstellerangaben.

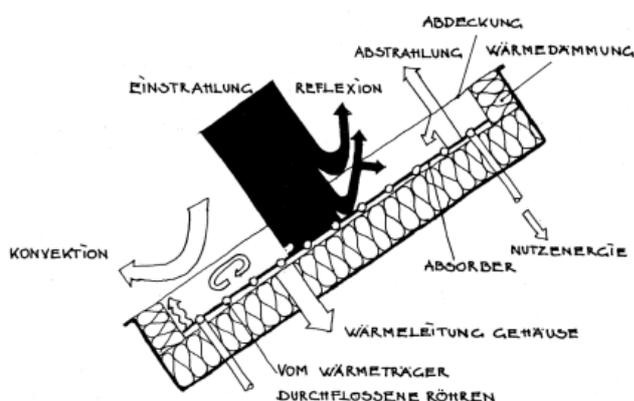
Der Vakuumröhrenkollektor

Kollektoren dieser Bauart bestehen aus einem Gestell mit mehreren nebeneinander befestigten Glasröhren, in denen sich jeweils ein Absorberstreifen befindet. Die Röhren sind evakuiert - das Vakuum ist wesentlich besser als in Vakuumflachkollektoren.



Vakuumröhrenkollektor

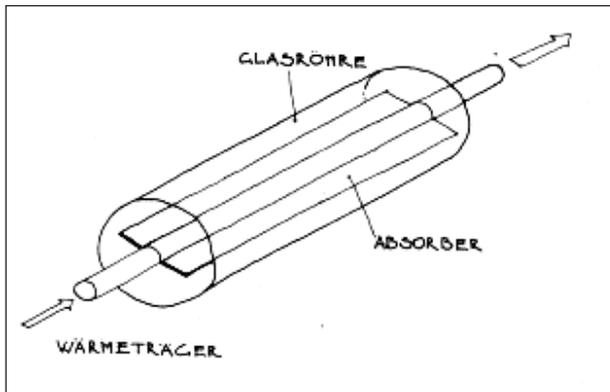
Der Energiefluss im Flachkollektors



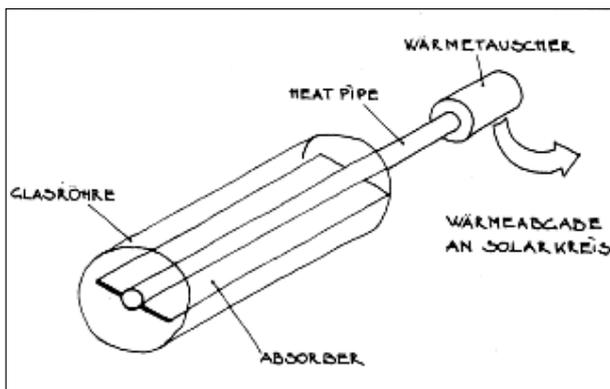
Nur ein Teil des auf den Kollektor treffenden Sonnenlichts kann durch den Wärmeträger abgeführt werden, der Rest geht verloren. Die verschiedenen Verlustmechanismen verdeutlicht das Prinzipschaubild. Kleinere Mengen des einfallenden Lichtes werden an der Glasabdeckung und am Absorber reflektiert - dies sind die „**optischen Verluste**“. Aber auch ein Teil der vom Absorber aufgenommenen und in Wärme umgewandelten Sonnenenergie strömt wieder durch die Abdeckung und die Rückseite nach außen und kann nicht genutzt werden - dies sind die „**thermischen Verluste**“. Was von der einfallenden Sonnenenergie übrig bleibt, wird dem Absorber durch das Wärmeträgermedium entzogen und der Nutzung zugeführt.

Zwei Funktionsprinzipien werden unterschieden:

- a) Das in der Mitte des Absorberstreifens verlaufende Rohr wird direkt vom Wärmeträgermedium durchströmt.



- b) Der Energietransport findet durch Zirkulation einer speziellen Flüssigkeit (Verdampfen und Kondensieren) innerhalb des Absorberrohres statt („heat pipe“-Prinzip). Oberhalb eines Wärmetauschers wird am Rohr-Ende die Wärme an den Solarkreis abgegeben. Diese Bauart besitzt den Vorteil, daß einzelne Rohre bei Defekt leichter ausgetauscht werden können.



Die Glasröhren werden werkseitig dauerhaft abgedichtet. Allerdings kann es bei besonderer mechanischer oder thermischer Belastung vorkommen, daß einzelne Rohre undicht werden (besonders bei Transport und Einbau). Den Vakuumverlust erkennt man daran, daß die defekte Glasröhre außen wesentlich wärmer wird als die Umgebungstemperatur. Prüfen Sie die einzelnen Röhren nach erfolgter Montage. Beachten Sie diesbezüglich die Garantiebedingungen des Herstellers.

Speicherkollektoren

Besonders in südlichen Regionen werden Speicherkollektoren eingesetzt. Bei diesen sind Kollektor und Warmwasserspeicher in einem Gehäuse zusammengefasst, das im Freien aufgestellt wird. Für den Einsatz in unseren Breitengraden wurden Systeme entwickelt, die eine Abdeckung aus „transluzenter“ Wärmedämmung besitzen, einem neuartigen lichtdurchlässigen Kunststoffmaterial, das sehr gute Dämmeigenschaften besitzt.

Der Vorteil von Speicherkollektoren liegt in der einfachen Montage des komplett anschlussfertig gelieferten Systems. Da hier Leitungswasser im Außenbereich eingesetzt wird, ist es wichtig, dass Frostfreiheit gewährleistet bzw. eine Frostschutzsicherung eingebaut ist. Eine oft vorgeschlagene elektrische Begleitheizung zur Frostfreiheit von Rohren und Speicher bringt einen zusätzlichen Stromverbrauch mit sich, der schnell die Vorteile dieses einfachen Systems zunichte machen kann.

Zu beachten ist, dass keinesfalls eine Zusatzheizung (Wärmetauscher oder elektrischer Heizstab) direkt in den Speicher eingebaut werden sollte, da die Verluste zur Außenluft - insbesondere im Winter, wenn hoher Zusatzwärmebedarf besteht - wesentlich höher sind, als bei separaten, im Gebäude aufgestellten Speichern.

Schwimmbadabsorber

Zur Schwimmbeckenwassererwärmung werden einfache Absorber ohne Abdeckung eingesetzt. Sie bestehen aus witterungsbeständigen Kunststoffen, die als Rohrschleifen oder als Matten mit eingearbeiteten Röhrchen verlegt werden. Sie werden vom Beckenwasser direkt durchströmt.

Schwimmbadabsorber weisen extrem niedrige Anschaffungskosten auf, können jedoch nur bei niedrigen Mediumtemperaturen (unter 30° C) und warmer Witterung sinnvoll eingesetzt werden. Sie sind daher für ganzjährig betriebene Brauchwassererwärmungsanlagen ungeeignet.

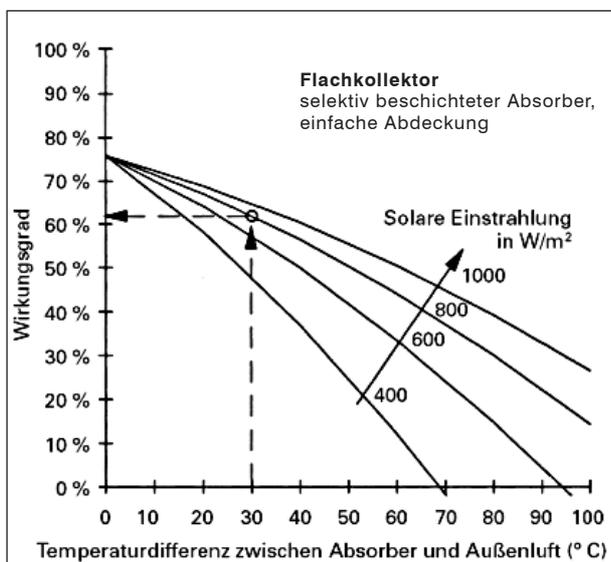
Sonstige Bauformen

Es gibt eine Reihe weiterer Typen von thermischen Sonnenkollektoren, die sich in Aufbau, Wirkungsprinzip oder Anwendungsbereich von den vorstehend genannten unterscheiden (z. B. konzentrierende Systeme für höhere Temperaturen oder Luftkollektoren). Für die Warmwasserbereitung im häuslichen Bereich werden sie in der Regel jedoch nicht eingesetzt.

Kollektorkenngrößen - dem Wirkungsgrad auf der Spur

An einen guten Kollektor werden im wesentlichen zwei Anforderungen gestellt: Er soll viel Sonnenstrahlung aufnehmen und wenig Wärme verlieren. Ausgedrückt wird dies durch zwei Kenngrößen:

- **Der optische Wirkungsgrad** gibt an, welcher Anteil der einfallenden Strahlung vom Absorber aufgenommen wird. Er ist abhängig von der Lichtdurchlässigkeit der Abdeckung und dem Absorptionsvermögen des Absorbers. Typisch sind Werte zwischen 70 und 85%.
- **Der Wärmeverlustkoeffizient („U-Wert“)** gibt den Wärmeverluststrom pro m^2 Kollektorfläche und Grad Celsius (bzw. Kelvin) Temperaturdifferenz zwischen Absorber und Außenluft an. Typische Werte liegen zwischen 2 und $5 W/(m^2 K)$. Kollektoren mit kleinerem U-Wert erzielen in der kalten Jahreszeit größere Gewinne.



Der optische Wirkungsgrad und der U-Wert sind Qualitätsmerkmale eines Kollektors und sollten vom Hersteller in jedem Fall angegeben werden. Mehr Information über die Leistungsfähigkeit bietet jedoch die Darstellung der Kollektor-Kennlinie. Aus ihr kann für jede Einstrahlung und Außentemperatur der momentane Wirkungsgrad des Kollektors und damit die mögliche Nutzleistung abgelesen werden.

Die Kollektor-Kennlinie stellt den Kollektor-Wirkungsgrad bei Variation der Klima- und Betriebsbedingungen dar. Der Wirkungsgrad ist definiert als Verhältnis der vom Kollektor abgegebenen nutzbaren Wärme zur solaren Einstrahlung. Wichtig ist, dass vom Kollektor-Hersteller angegebene Kennlinien nach einem standardisierten Test Verfahren (DIN 4757 oder ISO TC 180 SC5) aufgenommen worden sind.

Beispiel

Bei einer Einstrahlung von $800 W/m^2$, einer Außentemperatur von $20^\circ C$ (z. B. sonniger Tag im Frühsommer) und einer Absorbertemperatur von $50^\circ C$ liegt der Wirkungsgrad des dargestellten Kollektors bei 62% (Pfeil). Ein $4 m^2$ großer Kollektor hätte damit eine Leistung von $4 m^2 \cdot (620 / 800) = 1984 W$. Wenn keine Nutzwärme abgeführt wird (Wirkungsgrad = 0%), steigt die Temperatur im Kollektor weit über, $100^\circ C$ (Stillstandstemperatur).

Welcher Kollektor ist besser?

In der Abbildung auf der folgenden Seite sind die Kennlinien verschiedener Kollektorkonstruktionen dargestellt.

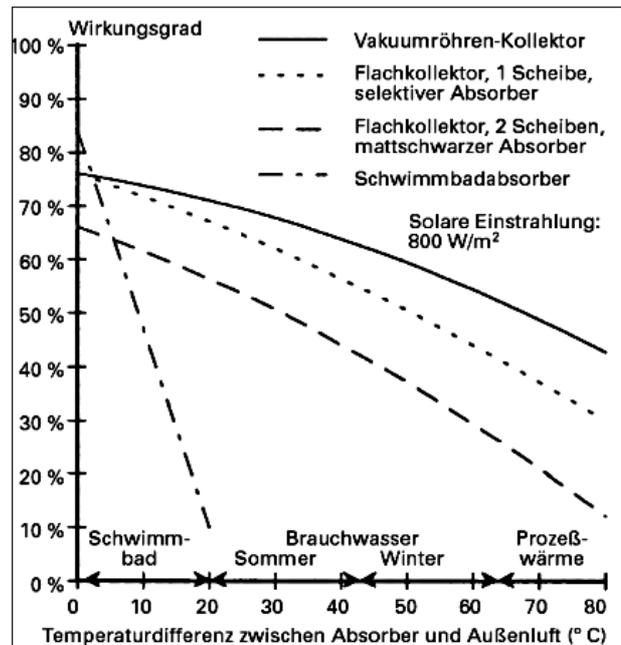
Auf der Basis der Kollektorkenngrößen allein kann jedoch kaum eine Entscheidung für einen bestimmten Kollektor getroffen werden. Ein schlechterer Kollektorwirkungsgrad kann oft

durch mehr Kollektorfläche ausgeglichen werden, wenn die zur Verfügung stehende Dachfläche groß genug ist.

Bei der Kollektorwahl sollten Sie sich daher von einem hohen Kollektorwirkungsgrad zu nächst nicht beeindrucken lassen. Nicht weniger bedeutsam ist:

- die Temperaturbeständigkeit des Kollektors im Stillstand;
- Art und Standfestigkeit der Absorberbeschichtung;
- die Reparaturfreundlichkeit (z. B. Auswechseln der transparenten Abdeckung),
- die Herstellergarantie;
- nicht zuletzt der Preis, zu dem die gewünschte Kollektorleistung angeboten wird.

Die Abbildung zeigt Kennlinien verschiedener Kolleortypen im Vergleich. Je flacher die Kurve abfällt, desto höher ist die Effizienz bei niedrigen Außentemperaturen bzw. desto höher ist das erreichbare Temperaturniveau.



Kennlinien verschiedener Kolleortypen

Das Preis-Leistungs-Verhältnis

Ein entscheidendes Kriterium bei der Kollektorstauswahl ist, zu welchen Kosten die erforderliche Wärmeleistung erzielt wird. Dieses Preis-Leistungs-Verhältnis kann - unter Zuhilfenahme der Kollektor-Kennlinie - aus dem vorliegenden Angebot eines Herstellers bestimmt werden:

- Zunächst wird für Betriebsbedingungen, bei denen der Kollektor optimal arbeiten soll (z. B. sonniger Frühlingstag) der Wirkungsgrad aus der Kennlinie ermittelt und mit der Einstrahlung multipliziert. Daraus ergibt sich die Wärmeleistung pro m² Kollektorfläche.
- Werden dann die Kosten pro m² Kollektorfläche durch diesen Wert geteilt, so ergibt sich der Preis pro Kilowatt installierte Kollektorleistung.

Das auf diese Weise ermittelte Preis-Leistungs-Verhältnis unterschiedlicher Kollektoren ist allerdings nur bei Zugrundelegung identischer Klima- und Betriebsbedingungen vergleichbar.

Folgende Tabelle zeigt ein Beispiel für eine solche Berechnung (Zugrundeliegende Betriebsbedingungen: Einstrahlung 800 W/m², Außentemperatur 10°C, Absorbtemperatur 60°C).

Beispielrechnung für die Ermittlung der Kosten pro kW Kollektorleistung	Wirkungsgrad, abgelesen aus Kennlinie bei 800 W/m ² und einer Temperaturdifferenz von 50 K	Nutzungsleistung pro m ² Kollektorfläche	Kosten pro m ² Kollektorfläche	Preis pro Killo Watt Kollektorleistung
		in W/m ²		
Kollektor 1	59 %	472	600	1271
Kollektor 2	50 %	400	250	625
Kollektor 3	36 %	288	200	695

Kollektor 1: z.B. Vakuumröhrenkollektor

Kollektor 2: z.B. Flachkollektor, 1 Scheibe, selektiver Absorber

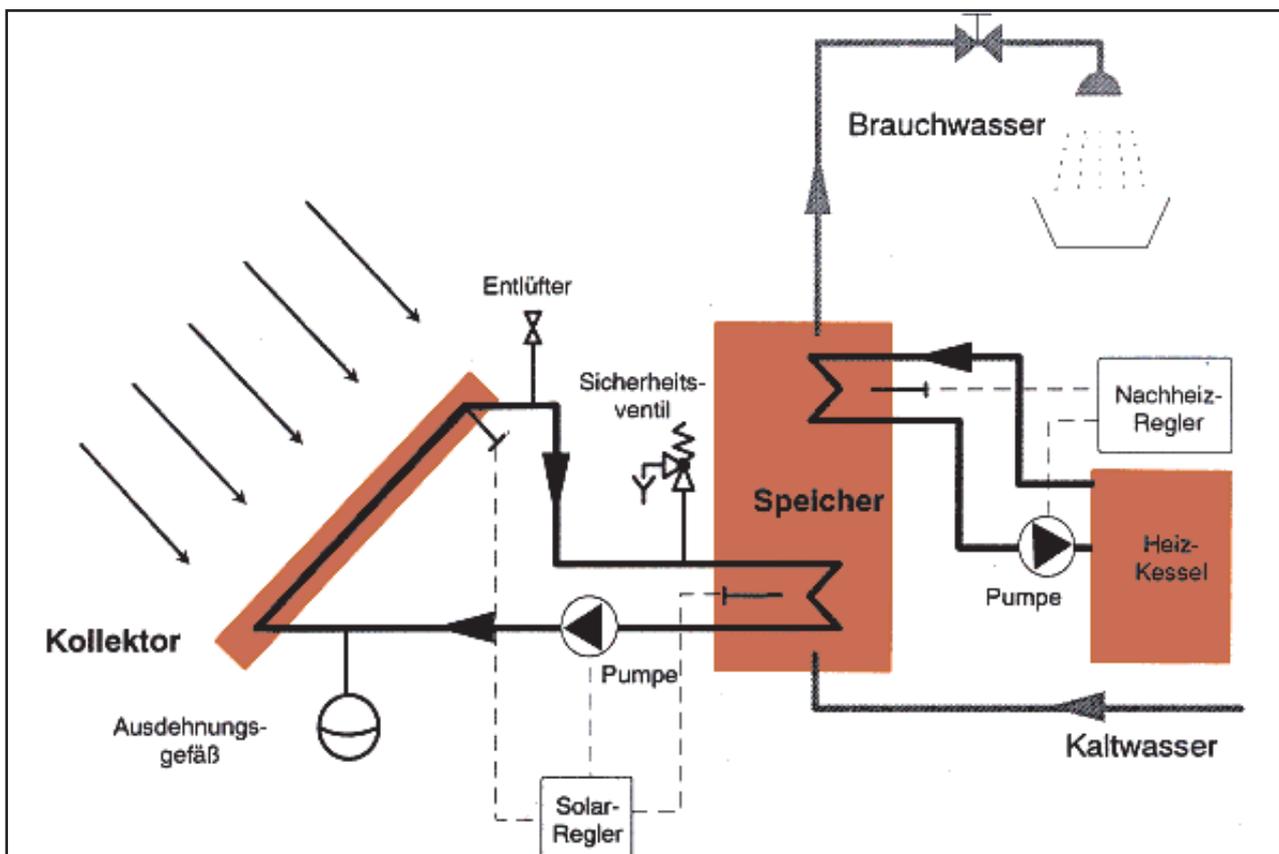
Kollektor 3: z.B. Flachkollektor, 2 Scheibe, mattschwarzer Absorber

Kollektor 2 wäre in diesem Fall die kostengünstigste Variante.

Die Solaranlage - mehr als ein Kollektor

Ebenso wichtig wie ein wirkungsvoller Kollektor sind die anderen Komponenten der Solaranlage. Der schwächste Anlagenteil begrenzt die Effizienz des Gesamtsystems. Daher ist eine sorgfältige Auswahl aller Komponenten und ihre Abstimmung aufeinander erforderlich. Für die solare Warmwasserbereitung kommt am häufigsten ein geschlossenes System mit Druckspeicher entsprechend dem abgebildeten Schema zum Einsatz. Diese Anlage enthält die folgenden Komponenten.

- **Kollektorfeld**
- **Solarkreislauf** mit Pumpe, Ausdehnungsgefäß und Sicherheitseinrichtung
- **Solar-Regler**
- **Speicher** mit zwei Wärmetauschern, Kaltwasserzulauf und Warmwasserauslauf
- **Nachheizung** mit Heizkessel, Speicherladepumpe und zugehöriger Regelung.



Kollektorfeld

Das Kollektorfeld besteht aus einem oder mehreren Kollektoren. Der ideale Aufstellungsort ist eine nach Süden ausgerichtete, geneigte Dachfläche. Möglich sind folgende Orientierungen:

- Neigung zwischen 30° und 60°
- Himmelsrichtung zwischen Südost und Südwest

Bei stärkeren Abweichungen kann eine spürbare Beeinträchtigung des jährlichen Energieertrages auftreten, die durch eine größere Kollektorfläche kompensiert werden müsste.

Kollektoren können entweder in die Dachhaut integriert (Flachkollektoren) oder darüber aufgeständert (Flach- und Vakuumröhrenkollektoren) werden. Probleme mit der Statik des Dachstuhls sind in der Regel nicht zu befürchten - bei der Dachintegration ist der Kollektor meist sogar leichter als die entfernten Dachziegel. Wichtig ist in jedem Fall die fachgerechte Abdichtung der unvermeidbaren Dachdurchdringung. Unbedingt erforderlich ist ein geeigneter Blitzschutz. Auch wenn keine geeignet orientierten Dachflächen zur Verfügung stehen, können oft Lösungsmöglichkeiten gefunden werden:

- Bei Flachdächern wird der Kollektor auf ein Gestell mit entsprechender Ausrichtung montiert. Auch an Fassaden können ähnliche Gestelle angebracht werden.
- Bei manchen Röhrenkollektoren kann durch Drehen der Röhren die Absorberausrichtung variiert werden, was z. B. die vertikale Montage an einer Außenwand erlaubt.
- Sogar eine Aufteilung des Kollektorfeldes in unterschiedlich ausgerichtete Flächen ist möglich. Wegen der Ungleichzeitigkeit der Bestrahlungsintensität im Tagesgang muss allerdings jeder Teilkollektor mit einer eigenen Regelung versehen sein.
- Auch losgelöst vom Gebäude lassen sich Standorte finden, z. B. auf einer Pergola oder einer Garage.

Ob für die Aufstellung des Kollektorfeldes eine Baugenehmigung eingeholt werden muss, regelt die jeweilige Landesbauordnung. In Hessen ist - außer bei denkmal- und ensemblesgeschützten Gebäuden - eine Genehmigung der Baubehörde nicht erforderlich.



Regelgerät, Ausdehnungsgefäß und Sicherheitsventil



Kollektoren auf einem Flachdach

Der Solarkreislauf

Der Solarkreislauf besteht aus dem mit dem Wärmeträgermedium gefüllten Rohrsystem, der Solarkreiselpumpe, der Regelung, einem Ausdehnungsgefäß und verschiedenen Sicherheitseinrichtungen.

Das Wärmeträgermedium im Solarkreislauf ist üblicherweise ein Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel, so dass der Gefrierpunkt unter -15°C liegt.

Das Rohrnetz sollte mit geeigneten Verfahren dimensioniert werden. Bei allen Rohrleitungen ist auf eine hochwertige Wärmedämmung zu achten, die auch die Armaturen und Rohrbögen einschließt und doppelt so dick sein sollte wie der Rohrdurchmesser. Die Dämmung im Außenbereich liegender Leitungen sollte mit einer regendichten und UV-Beständigen Ummantelung versehen sein. Die Leitungen sollten so kurz wie möglich gehalten werden, um die Wärmeverluste zu begrenzen.

Eine möglichst klein dimensionierte Solarkreiselpumpe (z.B. 20 W) vermeidet unnötig hohen Stromverbrauch (erforderliche Pumpenleistung berechnen!). Statt einer Wechselstrompumpe kann auch eine Gleichstrompumpe verwendet werden, die durch einen zusätzlich montierten Solargenerator (UV-Modul) mit Strom versorgt wird.

Wenn der Speicher oberhalb des Kollektorfeldes aufgestellt wird (z. B. Spitzboden), ist sogar der Verzicht auf eine Umwälzpumpe möglich (Schwerkraftanlage). Das Wärmeträgermedium wird bei Erwärmung im Kollektor leichter, so dass es ohne Hilfsenergie in den Speicher steigt.

Im Solarkreislauf befindet sich außerdem ein Ausdehnungsgefäß, das die Volumenausdehnung des Wärmeträgermediums bei Erwärmung aufnimmt, und ein Sicherheitsventil, das bei zu hohem Druck kleine Mengen des Wärmeträgermediums abbläst, die in einem Behälter aufgefangen werden. Mit einem Manometer wird der Anlagendruck kontrolliert. Ferner muss das Rohrsystem an seinem höchsten Punkt entlüftet werden können (Handventil + Schnellentlüfter).

Speicher

Um einen Ausgleich zwischen Zeiten mit hohem Strahlungsangebot (Mittagszeit) und solchen mit großem Warmwasserverbrauch (z. B. morgens und abends) zu schaffen, ist ein Warmwasserspeicher erforderlich. Je größer der Speicher ist, desto mehr Sonnenenergie kann genutzt werden, da strahlungsarme Tage überbrückt werden können. Dem werden jedoch durch mit dem Volumen steigende Anschaffungskosten Grenzen gesetzt.

Standspeicher ermöglichen die Ausbildung einer thermischen Schichtung im Speicher (oben warm, unten kalt) und sind daher unbedingt zu bevorzugen. Der Kaltwasserzulauf sollte so ausgeführt sein, daß bei Zapfung die Schichtung wenig gestört wird (Prallplatte o.ä.). Damit bleibt nachströmendes Kaltwasser zunächst im unteren Bereich, und die Wärmeabgabe des dort installierten Solarkreis-Wärmetauschers erhöht sich. Das obere Speicherdr Drittel enthält normalerweise die Nachheizung und wird auch „Bereitschaftsteil“ genannt, da es ständig auf der gewünschten Temperatur gehalten wird. Ist eine Warmwasserzirkulation vorhanden, darf der Rücklauf der Zirkulation keinesfalls an den unteren Speicherteil angeschlossen werden, da die Rückführung des nur leicht abgekühlten Leitungswassers in einen Speicherbereich mit geringerer Temperatur die thermische Schichtung zerstört.

Ein guter Speicher zeichnet sich durch eine hochwertige Wärmedämmung aus (mindestens 10 cm), die - insbesondere am Bereitschaftsteil - möglichst wenig durch Rohranschlüsse und Armaturen unterbrochen wird. Die Dämmung soll an der Speicherwand anliegen und darf keine Fugen aufweisen (auch nicht bei Rohranschlüssen, Flanschen, Thermometern etc.), da andernfalls Konvektionsströmungen mit erheblichen Wärmeverlusten entstehen können. Die Dämmung sollte den Speicher wie eine dichte Glocke umhüllen. Die vorhandene Reinigungsöffnung muss jedoch zugänglich bleiben. Der Bereitschaftswärmeverlust eines Speichers wird nach DIN 4753 Teil 8 bestimmt und in kWh pro Tag angegeben (gemessen bei 45 K Temperaturdifferenz zwischen Speicherme-



Geeigneter Aufstellungsort für den Speicher ist meist der Heizungskeller

dium und Umgebungsluft). Gute Speicher mit einem Volumen zwischen 300 und 500 l weisen Werte zwischen 1,5 und 2 W/K auf. Ein geladener Speicher besitzt damit eine Verlustleistung von etwa 70 bis 100 W.

Bei gewöhnlichen Solaranlagen werden **Druckspeicher** in unterschiedlichen Ausführungen verwendet:

- **Stahlspeicher mit Email-Beschichtung**

Kostengünstig und am weitesten verbreitet sind emailierte Stahlspeicher. Das Email bietet wirksamen Schutz gegen innere Korrosion des Stahlbehälters. Da sich bei Transport und thermischer Belastung feine Haarrisse ausbilden können, werden zusätzlich Magnesium-Schutzanoden oder Fremdstromanoden eingebaut, deren schwacher Ionenstrom Korrosion dauerhaft verhindert. Eingebaute Wärmetauscher, Temperaturfühler etc. müssen in diesem Fall gegen die Speicherwandung elektrisch isoliert sein.

- **Stahlspeicher mit Kunststoffbeschichtung**
Diese Ausführung ist bei guter Verarbeitung dauerhaft gegen Korrosion geschützt.

- **Edelstahlspeicher**

Edelstahlspeicher besitzen generell eine hohe Lebensdauer, sind allerdings relativ teuer. Auch hier ist eine gute Verarbeitung (insbesondere der Schweißnähte) wichtig. Im Vordergrund ist die Trinkwasserzusammensetzung zu beachten - bei hohem Chloridgehalt sollten Edelstahlspeicher nicht eingesetzt werden.

Drucklose Speicher sind bei kommerziellen Anlagen weniger gebräuchlich. Sie werden hingegen gerne von Selbstbauern eingesetzt, die auf kostengünstige Stahl- und Kunststoffbehälter zurückgreifen, wie sie beispielsweise für Öltanks verwendet werden. Da das Trinkwasser dann nicht mit dem Speichermedium identisch sein darf, ist in der Regel ein zusätzlicher Wärmetauscher erforderlich. Dieser funktioniert als Durchlauferhitzer und muss daher sehr leistungsfähig dimensioniert werden, so dass der Preisvorteil des Speichers vermindert wird. Ebenfalls drucklos ausgeführt werden größere Speicher mit mehreren m³ Inhalt.

Bei Verwendung von Kunststofftanks ist generell auf die Temperaturbeständigkeit des Materials zu achten.

Regelung

Damit die Anlage nur dann in Betrieb ist, wenn das Energieangebot der Sonne zur Speicherbeheizung ausreicht, muss die Solaranlage mit einer entsprechenden Regelung ausgestattet werden (außer bei Schwerkraftanlagen). Am gebräuchlichsten sind Temperatur-Differenz-Regelungen, bei denen die Temperatur am Ausgang des Kollektors und im Speicher in der Höhe des Wärmetauschers verglichen wird. Die Regelung muss so eingestellt sein, dass die Temperatur des Mediums am Kollektorausgang um mehrere Grad Celsius (z. B. 6°C) höher als die Speichertemperatur liegt.

Das korrekte Ein- und Ausschalten sollte überprüfbar sein (Temperatur- und Funktionsanzeige). Eine schlecht eingestellte Regelung beeinträchtigt erheblich die Effizienz der Gesamtanlage. Im Extremfall kann es vorkommen, dass die tagsüber gewonnene Solarwärme nachts wieder aus dem Speicher in den Kollektor transportiert und nach außen abgegeben wird.

Da bei einer längeren Schönwetterperiode ein Anstieg der Speichertemperatur auf über 90°C leicht möglich ist (auch bei Schwerkraftanlagen), ist aus Sicherheitsgründen und zur Reduzie-

rung der Kalkbildung eine Temperaturbegrenzung erforderlich (je nach System und Wasserhärte zwischen 50 und 70°C).

Wenn während eines Sommerurlaubs kein Warmwasser verbraucht wird, können darüber hinaus über längere Zeiten hohe Stillstandstemperaturen im Kollektor auftreten. Die damit verbundene thermische Beanspruchung kann - je nach Bauart - die Lebensdauer des Kollektors erheblich verkürzen. Abhilfe schafft z. B. zeitweise Entfernen der Rohrdämmung (Erhöhung der Netzverluste), Abdecken des Kollektors oder Betrieb der Speicherladepumpe zur Abgabe der Wärme an Kessel und Schornstein.

Nachheizung

Da die Solaranlage in den Wintermonaten nur wenig Ertrag liefert, ist eine Nachheizung erforderlich. Empfehlenswert ist der Anschluss an die Heizungsanlage, da hier die Wärme energetisch effizient bereitgestellt wird. Die meisten Kesselregelungen können die Steuerung der Speicherladepumpe mit übernehmen: Wenn die Temperatur im oberen Bereich des Speichers (Bereitschaftsteil) unter eine festgelegte Grenze fällt, wird die Pumpe eingeschaltet, die Wärme aus dem Kessel über einen zusätzlichen Wärmetauscher in den Speicher transportiert.

Im Sommer sollte der Kessel wegen des geringen Zusatzwärmebedarfs nicht ständig in Bereitschaft gehalten werden, sondern erst bei Unterschreiten eines bestimmten Speicherladezustands anlaufen. Möglich ist ebenso eine nachgeschaltete Erwärmung des im Speicher vorerwärmten Wassers. Dafür können in ihrer Leistung elektronisch geregelte Gas-Durchlauferhitzer eingesetzt werden.

Eine Nachheizung mit Strom ist soweit wie möglich zu vermeiden. Wegen des geringen Aufwands für den Einbau eines elektrischen Heizstabs ist sie heute leider immer noch verbreitet. Verglichen mit einer herkömmlichen zentralen Warmwasserbereitung mit Heizkessel (ohne Solaranlage) liegen hier nicht nur die Betriebskosten höher, auch für die Umwelt ergibt sich keine Entlastung (vgl. Abschnitt zur Umweltwirkung).

Auf die Dimensionierung kommt es an

Voraussetzung für die wirtschaftliche Arbeitsweise der Solarenergie ist eine vernünftige Dimensionierung von Kollektor und Speicher. Dabei kommt es eher auf die Größenordnung an, als auf eine exakte Bemessung von Kollektorfläche und Speicherinhalt. In der Regel reichen daher Erfahrungswerte völlig aus. Einfache Computerprogramme (z. B. das verbreitete f-chart) können grobe Anhaltswerte über monatliche Deckungs-raten liefern. Eine wirkliche Optimierung der einzelnen Komponenten ist nur mit genaueren Simulationsprogrammen möglich, in der Regel wegen des hohen Aufwands jedoch zu teuer.

Damit Ihre Solaranlage richtig dimensioniert werden kann, sollten Sie - soweit möglich - Ihren Warmwasserverbrauch feststellen (z. B. durch Einbau eines einfachen Wasserzählers in den Zulauf des Speichers). Je nach Gewohnheiten und Ausstattung mit Geräten kann der Verbrauch sehr stark variieren, so dass die Verwendung von Standard- oder Durchschnittswerten keine gute Dimensionierungsgrundlage ist. Empfehlenswert ist der Anschluß von Waschmaschine und Geschirrspüler, da auf diese Weise die Effizienz der Solaranlage gesteigert und der Haushaltsstromverbrauch beträchtlich reduziert werden kann.

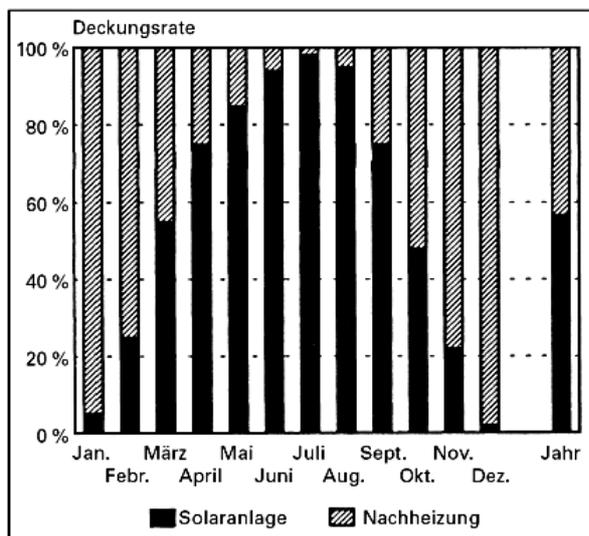
Der Speicher sollte etwa das Eineinhalb- bis Zweieinhalbfache des täglichen Warmwasserbedarfs beinhalten. Wenn der Warmwasserverbrauch nicht ermittelt werden kann, können für jede Person etwa 60 bis 100 l Speichervolumen angesetzt werden. Bei Einsatz von Flachkollektoren werden pro Person etwa 1,5 m² Kollektorfläche, bei Vakuumröhrenkollektoren etwa 1 m² Kollektorfläche benötigt (z. B. 4-Personen-

Jährliches Strahlungsangebot auf eine nach Süden orientierte, 45° geneigte Fläche in kWh/(m ² *a)	
Kassel	1069
Gießen	1096
Mannheim	1147

Je nach Standort treten innerhalb Deutschlands Unterschiede von maximal 20 %, innerhalb Hessens von maximal 10 % auf. Von der eingestrahnten Energiemenge wird die Solaranlage im Jahresdurchschnitt etwa ein Viertel bis ein Drittel in nutzbare Wärme um.

Haushalt, täglicher Warmwasserverbrauch 160l : ca. 6 m² Flachkollektor und 300 Liter Speichervolumen). Bei Mehrfamilienhäusern ist - aufgrund der höheren Anlageneffizienz - pro Hausbewohner eine kleinere Dimensionierung möglich.

Anzahl Personen (wenn Warmwasserbedarf nicht bekannt)			
4	5	6	7
Warmwasserbedarf		in Liter pro Tag	
150	200	250	300
Speicher		Volumen in Liter	
300	400	500	600
Flachkollektor			
5	6	7	8
9	10	11	12
Vakuumröhrenkollektor			
4	5	6	7



Lassen Sie vom Solar-Fachbetrieb im Planungsstadium den jährlichen Energieertrag der Anlage bestimmen. Er sollte etwa bei 50 bis 65% des jährlichen Brauchwasserbedarfs liegen. In den Sommermonaten sind solare Deckungs-raten über 90%, in den Wintermonaten meist kaum mehr als 10% erreichbar.

Monatliche Deckungs-raten einer üblich dimensionierten Solaranlage

W weitere Einsatzgebiete von Solaranlagen

Raumheizung

Solar erzeugte Wärme kann im Prinzip auch an den Heizkreis abgegeben werden. Die Möglichkeiten zur Energieeinsparung sind allerdings sehr begrenzt, da ja der größte Heizenergiebedarf in die Zeit geringsten Strahlungsangebots fällt.

Um einen nennenswerten Beitrag zur Raumheizung leisten zu können, müssen sehr große Kollektorflächen und Speichervolumina (mehrere m³ pro Haushalt) installiert werden. Dies führt zu hohen Investitionskosten, die in keinem Verhält-

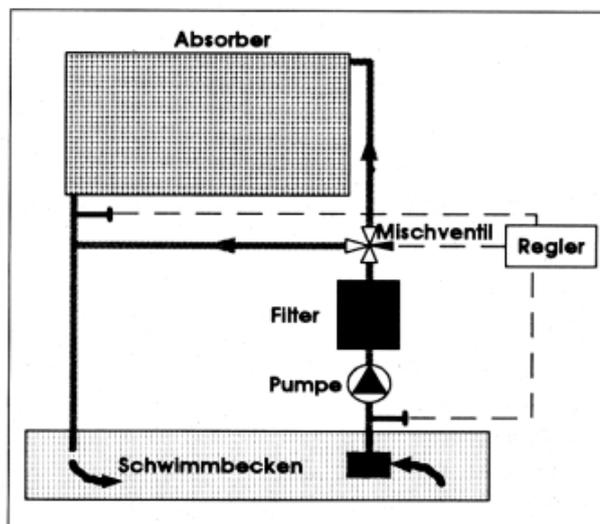
nis zu den eingesparten Energiekosten stehen. Speicher, die solare Wärme aus dem Sommer bis in die Heizzeit konservieren (saisonale Speicherung), werden erst bei Versorgung von ganzen Siedlungsgebieten energetisch interessant, da nur bei entsprechenden Volumina (mehrere hundert bis tausend Kubikmeter) die thermischen Verluste in Grenzen gehalten werden können.

Erwärmung von

Schwimmbeckenwasser

Besonders empfehlenswert ist die solare Beheizung von Freibädern, da die Nutzungszeit der Zeit des größten Strahlungsangebots entspricht. Es werden dazu im Vergleich zu Flachkollektoren sehr preiswerte Absorber verwendet (siehe Abschnitt Kollektorbauarten). Die Größe der Absorberfläche sollte etwa 50 bis 70% der Wasseroberfläche betragen.

Auf eine konventionelle Nachheizung sollte wenn möglich ganz verzichtet werden. Um die Verluste zu begrenzen, ist - wie auch bei konventionellen Anlagen - der Einsatz einer dämmenden Beckenabdeckung für die Nacht sinnvoll.

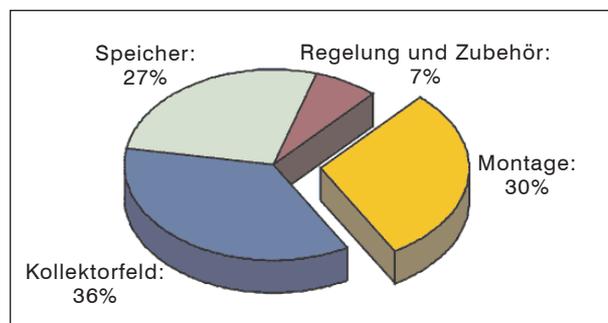


Schema einer Solaranlage zur Erwärmung von Schwimmbeckenwasser

D ie Anschaffungskosten

Etwa zwei Drittel der Investitionskosten für eine Solaranlage entfallen auf die einzelnen Komponenten, ein Drittel ist für die Montage anzusetzen. Bei den Komponenten verursachen Kollektorfeld und Speicher den Hauptteil der Kosten. Der Rest verteilt sich auf die Regelung, das Rohrmaterial und sonstiges Zubehör.

Typische Kosten für Flachkollektoren (kleinere Anlagen) liegen bei 350 Euro, für Vakuum-Röhrenkollektoren bei 900 Euro pro m² Kollektorbruttofläche. Je nach System und Anbieter sind hiervon jedoch starke Abweichungen möglich (bis zu mehreren hundert Euro pro m²). Ein Preisvergleich lohnt sich in jedem Fall!



Aufteilung der Gesamtkosten einer Solaranlage

Als Beispiel sind in folgender Tabelle die Investitionskosten für eine Solaranlage dargestellt, die einen Vier-Personen-Haushalt versorgen und etwa 60% des Brauchwassers bereitstellen soll.

Kosten einer Solaranlage für einen 4-Personen-Haushalt		Investitionskosten in Euro	
		typisch	Preisspanne
Komponenten	Flachkollektor	1800	800 - 2000
	Vakuurröhrenkollektor	3300	2300 - 4000
	Speicher*	1300	1000 - 2000
Gesamt (ohne Montage)		3500	2000 - 5000
Gesamt (mit Montage)		5000	3000 - 9000

Daten nach: Ökoinstitut '97

*) Ist ohnehin die Anschaffung eines neuen Speichers geplant, sind nur die Mehrkosten für einen Solarspeicher zu berücksichtigen, die etwa bei 50% des angegebenen Wertes liegen können. In diesem Fall verbessert sich auch die Wirtschaftlichkeit.

Solaranlagen werden im Rahmen des Bundesprogramms zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien mit einem Zuschuss gefördert. Zuständig ist das Bundesamt für Wirtschaft, Postfach 5171, 65726 Eschborn (Information: Tel. 06196 / 404625).

Eine Förderung durch die Öko-Zulage erfolgt für Neubauten nur noch, wenn der Bauantrag für das Gebäude vor dem 1. Februar 2002 gestellt wurde und für Altbauten, wenn die Installation der Solaranlage vor dem 31.12.2002 abgeschlossen ist.

Darüber hinaus fördert die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) im Auftrag der Bundesregierung den Bau von Solaranlagen durch zinsgünstige Darlehen im Rahmen des Programms zur CO₂-Minderung. Weiter Informationen sind erhältlich bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau, Postfach 11 11 41, 60046 Frankfurt, Internet: www.kfw.de, sowie bei Sparkassen und Banken.

Sind Solaranlagen wirtschaftlich?

Um Aussagen über die Wirtschaftlichkeit treffen zu können, wird der Preis für die gelieferte solare Wärme ermittelt (solare Wärmeherstellungskosten). Zu diesem Zweck werden die für die Solaranlage aufgewendeten Investitionsmittel einschließlich Kapitalverzinsung durch die während ihrer Lebensdauer erzeugte Energiemenge geteilt. Das Ergebnis sagt aus, wieviel Cent pro kWh solarer Wärme bezahlt werden müssen.

Solare Wärmeherstellungskosten* (ohne Fördermittel) in Cent/kWh	Systeme mit Flachkollektor		Systeme mit Vakuurröhrenkollektor	
	typisch	Spanne	typisch	Spanne
ohne Montage	10	7 - 18	18	12 - 20
incl. Montage	15	12 - 20	23	15 - 25

(Zur Umrechnung: 10 kWh = 1 Liter Heizöl = 1 m³ Erdgas)

*) 4-Personen-Haushalt, solarer Deckungsgrad 60%; Zinsfuß: 8% p.a.; Betrachtungszeitraum: 20 Jahre

Die erzeugte kWh Wärme kostet bei fertig montierten Anlagen mit Flachkollektoren etwa 25 Cent und bei Verwendung von Vakuurröhrenkollektoren etwa 40 Cent. Vakuurröhrenkollektoren sind damit für die solare Brauchwasserbereitung ökonomisch weniger interessant.

Diesen Kosten müssen die Ausgaben für die bestehende, konventionelle Warmwasserbereitung gegenübergestellt werden. Im Gegensatz zur solarerzeugten Wärme unterliegen die Kosten der konventionellen Brauchwasserbereitung den Schwankungen der Weltmarktpreise für fossile Energieträger. Aufgrund in Zukunft knapper werdender Ressourcen und zunehmender Bestrebungen, auch externe Kosten in den Energiepreis mit einzubeziehen (Energiesteuer, CO₂-Abgabe), ist langfristig mit deutlichen Kostensteigerungen zu rechnen.

Die Tabelle belegt, dass eine Konkurrenzfähigkeit von Solaranlagen mit den Energieträgern Heizöl oder Erdgas aus rein betriebswirtschaftlicher Sicht heute nicht gegeben ist.

Allenfalls im Vergleich mit der elektrischen Brauchwasserbereitung stellt sich die betriebswirtschaftliche Situation günstiger dar. In diesem speziellen Fall ist allerdings zu beachten,

- dass bei Vorliegen einer dezentralen elektrischen Brauchwasserbereitung zusätzliche Investitionskosten durch die (für die Solarenergienutzung notwendige) Umstellung auf die zentrale Versorgung entstehen, die in der oben dargestellten Kostenrechnung noch nicht berücksichtigt sind;
- dass bei vorhandenem Heizkessel (für Raumheizung) der Anschluss der Brauchwasserbereitung an den Kessel wesentlich kostengünstiger ist als die Installation einer Solaranlage und für die Umwelt sogar eine vergleichbare Entlastung bringen kann (s. u.).

Vergleich der Kosten für eine kWh Wärme in Cent/kWh	Wärmegestehungskosten heute	mittlere Wärmegestehungskosten über die Nutzungszeit der Solaranlage	
		jährliche Energiepreissteigerung über Inflationsrate	
Warmwasserbereitung		3% p.a.	8% p.a.
Heizöl / Erdgas	4	5	8
Strom	13	20	30
Solaranlage ohne Förderung	15	15	15

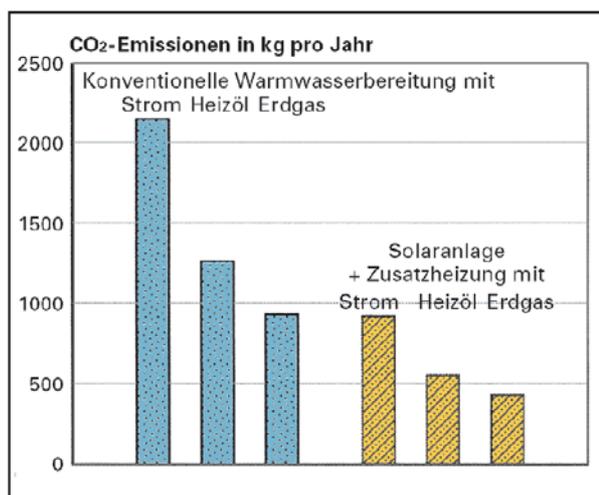
Aus volkswirtschaftlicher Sicht müssen Solaranlagen sicher positiver beurteilt werden, da ihr Einsatz eine Entlastung der Umwelt und eine Verringerung der Abhängigkeit von Energieimporten bedeutet.

Die Entlastung der Umwelt

Gut geplante und funktionstüchtige Solaranlagen leisten einen deutlichen Beitrag zur Reduktion von Schadstoffemissionen, insbesondere von Schwefeldioxid (SO₂), Stickoxiden (NO_x), und Kohlenwasserstoffen, und damit zur Entlastung unserer Umwelt. Besondere Bedeutung erlangt darüber hinaus das bei der Verbrennung fossiler Energieträger anfallende Kohlendioxid (CO₂), das den „Treibhauseffekt“ verstärkt und damit das Weltklima verändert. Die Umweltwirkung von Solaranlagen wird anhand der Reduktion der Emission dieses „Klimagases“ deutlich.

Die CO₂-Emissionen für die Warmwasserbereitung in einem 4-Personen-Haushalt sind schon bei konventionellen Systemen sehr unterschiedlich (siehe Grafik). Aus ökologischer Sicht stellen elektrische Systeme die schlechteste Versorgungsvariante dar.

Bei einem solaren Deckungsgrad von 60% werden die Emissionen der jeweils eingespannten Energieträger etwa um den entsprechenden Anteil reduziert. Zusätzlich müssen die Emissionen der Solaranlage berücksichtigt werden, die bei der Produktion der Anlage und beim Betrieb der Umwälzpumpen entstehen.



CO₂-Emissionen verschiedener Systeme zur Warmwasserbereitung für einen 4-Personen-Haushalt

Die CO₂-Emissionen für die Brauchwasserbereitung können durch den Einsatz einer Solaranlage etwa um 50% reduziert werden - pro Haushalt wird jährlich mehr als eine halbe Tonne CO₂ vermieden. Die CO₂-Bilanz einer Solaranlage mit elektrischer Zusatzheizung ist jedoch nicht günstiger als die der konventionellen Warmwasserbereitung mit Erdgas.

Vorfeld

- Bei bisheriger Verwendung elektrischer Geräte zunächst die Möglichkeit des Anschlusses der Warmwasserbereitung an den Heizkessel prüfen.
- Bei einer eventuell anstehenden Erneuerung der Heizungsanlage schon jetzt an die Voraussetzungen für eine spätere Solarenergienutzung denken: zentrale Warmwasserbereitung, größerer (Solar-)Speicher, Mitverlegen von Solarkreisleitungen, etc.
- Beim Kauf von Waschmaschine und Geschirrspüler auf einen Warmwasseranschluss achten,
- Nach Zuschüssen und Förderbedingungen beim Bund, der Gemeinde und dem Versorgungsunternehmen fragen.

Auswahl des Fachbetriebs

- Wichtiger als ein besonders günstiges Angebot ist die Erfahrung und Zuverlässigkeit des Fachbetriebs. Daher nach Referenzanlagen fragen.
- Möglichst eine lokal ansässige Firma wählen, da diese bei Störungen schneller zur Stelle ist und naturgemäß größeres Eigeninteresse an dauerhaft problemlos arbeitenden Anlagen besitzt.

Dimensionierung

- Als Planungsgrundlage den eigenen Warmwasserbedarf ermitteln
- Soweit möglich Waschmaschine und Geschirrspüler mit einbeziehen
- Lassen Sie sich die Energieeinsparung vom Planer vorrechnen. Sie sollte etwa zwischen 50 und 70% liegen.

Planung

- Das Anlagenkonzept sollte möglichst einfach sein (geringe Störanfälligkeit). Lassen Sie sich alle Komponenten und ihre Funktionsweise genau erklären.
- Bei der Wahl des Kollektors auf robuste Ausführung und geringe Störanfälligkeit achten.
- Bei der Platzierung des Speichers beachten:
 - möglichst kurze Rohrleitungen zum Kollektor, zum Kessel und zu den Zapfstellen,
 - Aufstellungsort möglichst im beheizten Bereich,
 - ausreichende Statik der Standfläche.
- Keine elektrische Zusatzheizung einbauen!

Ausführung

- Auf sorgfältige Dämmung aller Anlagenteile achten insbesondere Rohrbögen und Speicheranschlüsse.
- Kontrollanzeigen einbauen lassen, Temperatur oben und unten im Speicher, Vorlauf- und Rücklauftemperatur im Kollektorkreis, Betriebszustand der Regelung und eventuell solare Einstrahlung.

Betrieb

- In regelmäßigen Abständen Sichtkontrollen durchführen:
 - Einhaltung des Betriebsdrucks,
 - Plausibilität der Betriebszustände der Regelung,
 - Verschmutzung der Kollektorabdeckung,
 - Kondenswasser im Kollektorgehäuse,
 - Beschädigung oder Durchfeuchtung der Dämmung außen liegender Leitungen.
- Betriebszustände der Anlage protokollieren, um bei zu geringen solaren Erträgen dem Fachbetrieb Hinweise auf mögliche Ursachen geben zu können.
- In den vom Hersteller festgelegten Abständen überprüfen lassen:
 - Magnesium-Anode (soweit vorhanden),
 - Kalkansatz der Wärmetauscher,
 - Frostschutzsicherheit des Wärmeträgermediums
- Den Energieverbrauch vor und nach der Installation der Solaranlage vergleichen.

Weitere Informationen des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten

- Solarporträts
- Solare Warmwasseranlagen in denkmalgeschützten Gebäuden

Impressum:

Herausgeber: Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten
Referat Öffentlichkeitsarbeit
Postfach 3109, 65021 Wiesbaden
wiss. Betreuung: IWU, Institut Wohnen und Umwelt,,
Annastraße 15, 64285 Darmstadt
Text: Tobias Loga, Carl Wetter
Fotos: Ökologische Energie- und Bautechnik (Pfungstadt);
Solarplan (Darmstadt); Solvis (Braunschweig)
Gestaltung: Harms & v. Ketelhodt, Oberursel/Taunus
Ausgabe: 10/01; Überarbeitung: 05/2002
Unveränderter Nachdruck und Vervielfältigung sind gestattet
ISBN: 3-89274-116-6