



# Thermische Solaranlagen

Bereits mehr als eine Million Kollektoranlagen auf deutschen Dächern sammeln solare Wärme, damit Hausbewohner duschen, waschen und heizen können. Europäische Union und Bundesregierung möchten bis 2020 den Beitrag der erneuerbaren Energien zur Wärmeversorgung mehr als verdoppeln. Solaranlagen werden hierzu einen großen Beitrag leisten.

## EINLEITUNG

Das Leben auf der Erde wäre ohne die Energie der Sonne undenkbar. Alle Lebensprozesse sind direkt oder indirekt von der Aktivität der Sonne abhängig. Selbst die fossilen Brennstoffe – Kohle, Öl und Erdgas – sind nichts anderes als in Jahrmillionen gespeicherte Sonnenenergie. Schon die Sonnenenergie, die in weniger als einer halben Stunde die Erde erreicht, genügt theoretisch, um den jährlichen Weltenergiebedarf zu decken. Selbst in Deutschland, einem Land mit relativ hohem Energiebedarf und weniger günstigen klimatischen Verhältnissen, fällt pro Jahr 80-mal soviel Sonnenenergie ein, wie das komplette Land an Energie verbraucht. Dieses Potenzial an Solarenergie lässt sich zur Stromerzeugung (Photovoltaik) oder zur Wärmeerzeugung nutzen (Solarthermie). Für die thermische Nutzung stehen zwei Systeme zur Verfügung: Aktive Solarsysteme wandeln das Licht der Sonne in Kollektoren und Absorbieren in Wärme um und leiten diese über einen Kreislauf in einen Speicher. Nicht verbrauchte solare Wärme wird hier bis zur späteren Nutzung gespeichert. Passiv nutzt man Fenster und Glasflächen, durch die solare Wärme eingefangen wird und ins Innere des Hauses gelangt. Dabei bedeutet „passiv“, dass auf aktive Komponenten, wie etwa Pumpen, verzichtet wird.

Solaranlagen sorgen für warmes Wasser beim Spülen, Duschen und Waschen. In der kälteren Jahreszeit unterstützen sie die Raumheizung. Auch in Schwimmbädern, bei Klimaanlage oder Kraftwer-



**Abb. 1** Sonnenkollektoren für die Wärmeerzeugung (Solarthermie) (Quelle: BSW-Solar)

ken kommt die solare Wärme zum Einsatz. Mehr als ein Drittel der Solaranlagen in Deutschland werden mittlerweile als sogenannte Kombi-Anlagen betrieben – mit steigender Tendenz. Diese Systeme tragen sowohl ganzjährig zur Warmwassererzeugung als auch während der Übergangsperiode und im Winter zur Heizungsunterstützung bei. Sie können etwa 20 bis 30% des jährlichen Gesamtwärmebedarfs decken, in energetisch optimierten Wohngebäuden auch mehr. Solaranlagen, die der reinen Warmwasserversorgung (solare Trinkwassererwärmung) dienen, können bis zu 70% des jährlichen Energiebedarfs für das Brauchwasser beitragen.

In Zeiten des Klimawandels, abnehmender fossiler Brennstoffvorräte sowie steigender Energiepreise ist die Solarenergie ein wichtiger Baustein einer nachhaltigen Energieversorgung.

Um die Verbreitung von thermischen Solaranlagen zu erhöhen, gibt es zahlreiche Förderprogramme des Bundes, der Bundesländer sowie von Kommunen und Energieversorgern.

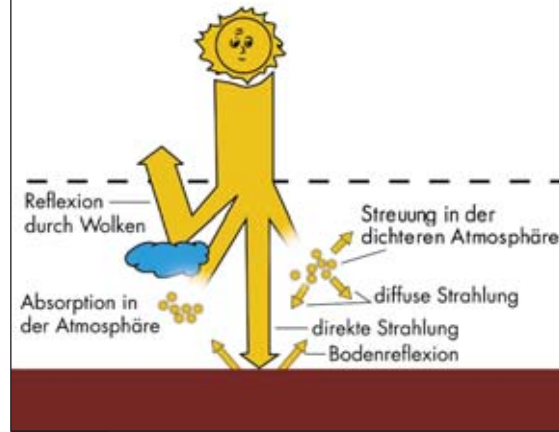
### ZENTRALE BEGRIFFE

- > Sonnenenergie
- > Solare Wärme
- > Solaranlagen

# SONNENENERGIE

Die Strahlung der Sonne trifft mit einer Intensität von etwa  $1.340 \text{ W/m}^2$  auf die Atmosphäre der Erde. Auf dem Weg durch die atmosphärische Hülle unseres Planeten verliert die Sonnenstrahlung durch Reflexion und Absorption an Intensität. Das Strahlungsangebot der Sonne hängt aber auch vom Einstrahlwinkel der Sonne ab. Bedingt durch die Schrägstellung der Erdachse zur Umlaufbahn der Erde, treten abhängig von der Jahreszeit unterschiedliche Sonnenhöchststände auf. An Wintertagen erreicht weniger Sonnenenergie die nördliche Halbkugel als im Sommer, da die Tage kürzer sind und die Sonne niedriger am Himmel steht. Globalstrahlung nennt man die solare Strahlung, die letztlich auf der Erdoberfläche messbar ist. Sie setzt sich zusammen aus der

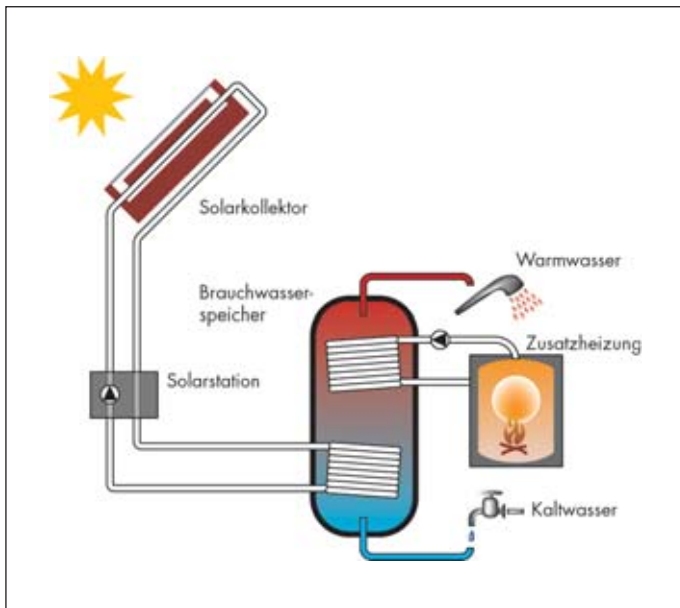
an Wolken oder Dunst gestreuten diffusen Strahlung und der direkten Solarstrahlung, die ohne Ablenkung die Atmosphäre passiert. Direkte Strahlung lässt sich mit Spiegeln und Linsen bündeln und so für Prozesse mit hohen Temperaturen wie in Dampfturbinen zur Stromgewinnung einsetzen. Diffuse Strahlung hingegen kommt aus dem gesamten Himmelsbereich und lässt sich daher nicht optisch fokussieren. Um ein Maximum an direkter Strahlung nutzbar zu machen, sind Systeme nötig, die dem Verlauf der Sonne nachgeführt werden. Da der Anteil der diffusen Strahlung in unseren Breiten im Jahresmittel etwa 50% der Globalstrahlung ausmacht und nachführende Systeme aufwendig und teuer sind, finden bei uns nur Anlagen Anwendung, die Globalstrahlung nutzen.



**Abb. 2** Globalstrahlung besteht in Mitteleuropa je nach Jahreszeit zu 50–70% aus diffuser Strahlung.

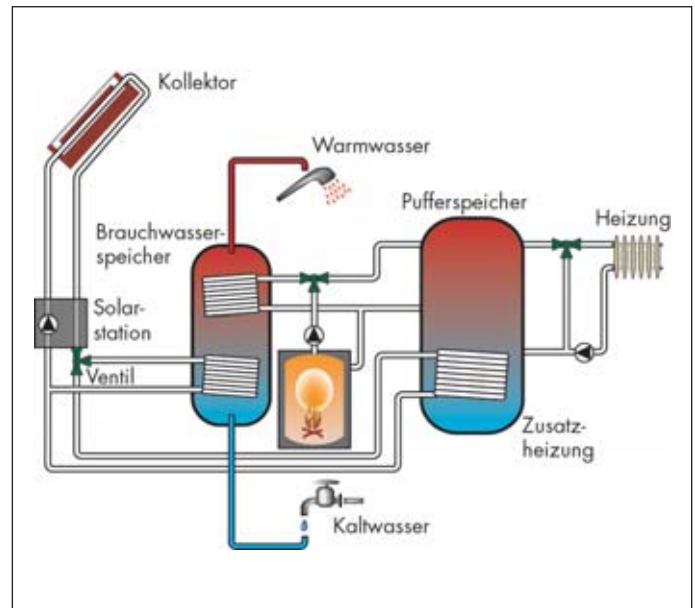
- ZENTRALE BEGRIFFE**
- > Globalstrahlung
  - > Direkte und diffuse Strahlung

# FUNKTIONSWEISE VON SOLARANLAGEN



**Abb. 3** Zweikreisssystem zur Warmwasserbereitung

Solar Kollektoren sammeln Sonnenlicht und wandeln es in Absorbern in Wärme um. Die Absorberstreifen sind mit Rohren verbunden, die ein frostsicherer Wärmeträger, in der Regel ein Wasser/Glykol-Gemisch, durchströmt. Der Wärmeträger nimmt die Wärme auf und transportiert diese in einen Solarwärmespeicher. Da die Zeit der Sonneneinstrahlung und der Verbrauch von Wärme zeitlich oft auseinander liegen, ist ein Speicher für die Wärme wesentlicher Bestandteil eines Solarsystems. Der Speicher soll die Wärme solange vorhalten, bis der Verbraucher sie nachfragt. Typische Anlagen zur reinen Brauchwassererwärmung bestehen aus einem Zweikreisystem, in dem der Solarkreis vom Brauchwasserkreis getrennt ist. Angetrieben durch eine Pumpe transportiert der Solarkreis die Wärme zum Wärmetauscher, der diese an den Brauchwasserspeicher abgibt. Die Regelung ist so angelegt, dass die Pumpe in Gang gesetzt wird, sobald die Temperatur im Kollektor einige Grade über der Temperatur im Speicherteil der Anlage liegt. Im Sommer reicht die gewonnene Sonnenwärme meist für den gesamten Warmwasserbedarf. In den Wintermonaten, wenn das Strahlungsangebot der Sonne

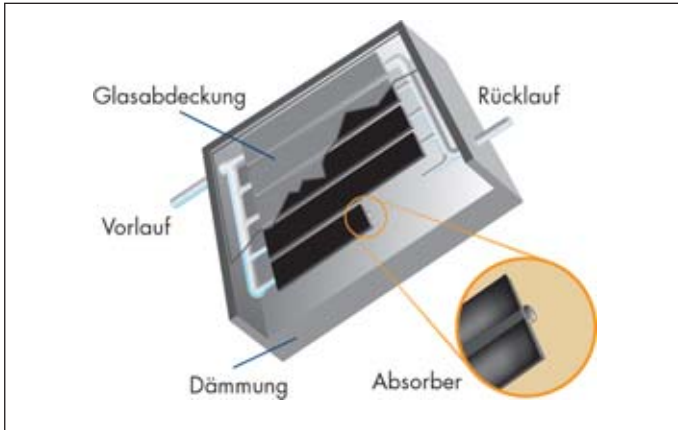


**Abb. 4** Kombinierte solare Raum- und Warmwasserheizung mit Zweispeichersystem

geringer ist, muss das solar vorgewärmte Wasser zusätzlich mit einer konventionellen Öl-, Gas- oder Holzheizung bzw. Wärmepumpe erwärmt werden. Soll die Solarwärme auch die Raumheizung unterstützen, verwendet man meist ein Zweispeichersystem. Neben einem Brauchwasserspeicher benötigt man hier einen zweiten, größeren Speicher als Wärmepuffer für die Heizung. Brauchwasser- und Pufferspeicher werden mit Solarwärme beladen, vorrangig jedoch der Brauchwasserspeicher. Der Pufferspeicher soll die Wärme sonnenreicher Stunden für die Zeit gesteigerter Nachfrage bereithalten. Steht im Winter nicht genügend Sonnenstrahlung zur Verfügung, wird die konventionelle Heizung zugeschaltet, sobald die Temperatur im oberen Teil des Speichers zu gering ist.

- ZENTRALE BEGRIFFE**
- > Absorber
  - > Kollektor
  - > Speicher





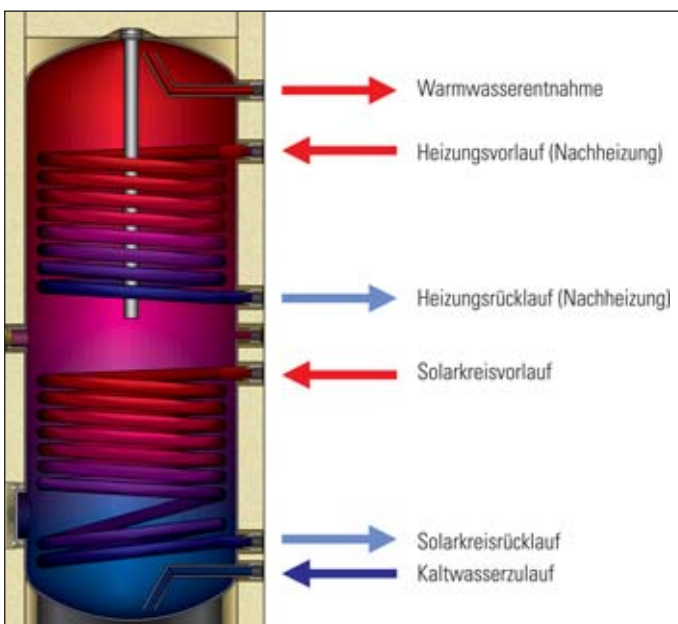
**Abb. 5** Prinzipieller Aufbau eines Flachkollektors



**Abb. 6** Vakuumröhrenkollektoren (Quelle: Solvis)

## Kollektoren

Bei Solaranlagen für die Warmwasserbereitung und Raumheizung werden überwiegend verglaste Flachkollektoren (Abb. 5) oder Vakuumröhrenkollektoren (Abb. 6) verwendet. Erstere besitzen ein gut wärmeisoliertes Gehäuse mit transparenter Abdeckung des Absorbers, welches Wärmeverluste durch Konvektion und Wärmeleitung reduziert. Mit diesem Kollektortyp können bei Temperaturen bis 50 °C Wirkungsgrade von etwa 60% erreicht werden. Das heißt 60% der auftretenden Strahlungsenergie wird in nutzbare Wärme umgewandelt. Noch bessere Wirkungsgrade und höhere Temperaturen lassen sich mit Vakuumröhrenkollektoren erzielen. Bei ihnen befinden sich die einzelnen Absorberstreifen in nahezu gasfreien (evakuierten) Glasröhren. Dieses Vakuum ist eine ideale thermische Isolation, die Wärmeverluste durch Konvektion der Luft verhindert. Insbesondere bei der Heizungsunterstützung, aber auch zur Prozesswärmeerzeugung werden Vakuumröhrenkollektoren eingesetzt. Die aufwendigere Technik schlägt sich in höheren Investitionskosten für diese Kollektoren nieder. Als Absorbermaterialien benutzt man Metalle wie Kupfer oder Aluminium. Eine so genannte selektive Beschichtung der Absorber sorgt dafür, dass die Aufnahme von Strahlungsenergie erhöht wird und die Abstrahlung von Wärme minimiert. Eine weitere Steigerung der Energieausbeute erreicht man durch die Verwendung von Antireflexglas als Abdeckung. Haben bislang bei normalem Glas bestenfalls 90% des Lichts das Kollektorinnere erreicht, so sind es bei Antireflexglas über 95%.



**Abb. 7** Solarspeicher benötigen neben dem Wärmetauscher für die Heizung einen weiteren zur Einbindung des Kollektorkreises. (Quelle: Solarpraxis)

Für die Erwärmung von Schwimmbeckenwasser in Freibädern eignen sich einfache, kostengünstige Absorbersysteme. Durch auf Dächern oder anderen Freiflächen ausgelegte schwarze Schläuche wird das Beckenwasser durch den Absorber gepumpt, dort aufgewärmt und läuft anschließend wieder in den Wasserkreislauf zurück.

## Wärmespeicher

Da Wärme oft gerade dann benötigt wird, wenn die Sonne nicht scheint, muss ein Solarsystem mit einem gut gedämmten Speicher ausgerüstet sein. Wenn dieser Trinkwasser vorhalten soll, muss er darüber hinaus aus Edelstahl hergestellt oder geeignet beschichtet sein. Durch geschickte Be- und Entladung von schlanken, hohen Wärmespeichern kommt es zu einer Temperaturschichtung des Wassers. Aufgrund seiner geringeren Dichte steigt das warme Wasser in den oberen Teil des Speichers, während das kalte Wasser im unteren Bereich bleibt.

Die thermische Beladung des Speichers erfolgt über einen Wärmetauscher in das niedrigere Temperaturniveau. Da hier die Differenz zur Kollektortemperatur am größten ist, wird die Kollektorbetriebstemperatur besser abgesenkt. Dies wirkt sich günstig auf den Wirkungsgrad der Anlage aus, da kaltes Wasser mehr Wärme aufnehmen kann als warmes Wasser. Die Wärmeentnahme als Brauchwasserwärme oder Heizwärme erfolgt aus dem oberen, wärmeren Speicherbereich. Reicht die solar gewonnene Energie nicht aus, um diesen Entnahmebereich auf Solltemperatur zu bringen, so wird mit einer konventionellen Zusatzheizung nachgeheizt. Da im Bedarfsfall nur der Entnahmebereich im oberen Speicherteil und nicht das ganze Speichervolumen nachgeheizt werden muss, können so Energiekosten minimiert werden. Die Temperaturschichtung sollte daher beim Beladen und bei der Entnahme der Wärmefracht möglichst nicht zerstört werden. Die Verwirbelungen der Schichtung an der Kaltwasserzufuhr verhindert beispielsweise eine Prallplatte. Schichtladesysteme helfen bei der Optimierung der Temperaturschichtung. So leitet beim Beladen ein Wärmeleitrohr das solar erwärmte Wasser in passende Temperaturschichten. Auch ein sehr niedriger Durchfluss im Solarkreis (Low-Flow) kann der Verwirbelung der Schichtung entgegenwirken.

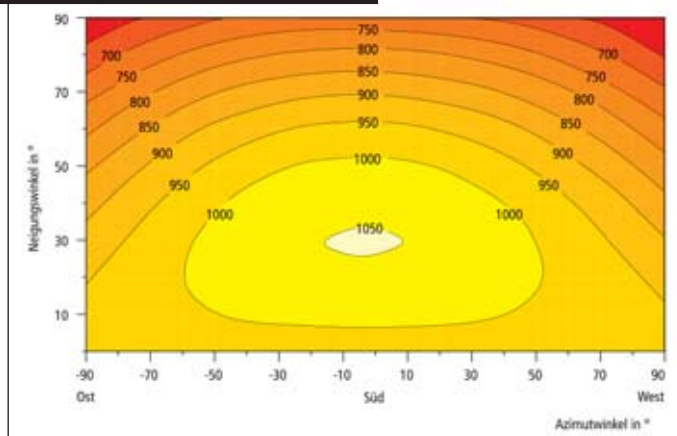
## ZENTRALE BEGRIFFE

- > Flachkollektor
- > Vakuumröhrenkollektor
- > Temperaturschichtung

## SOLARWÄRME IN DER PRAXIS

Kollektoren werden möglichst nach Süden ausgerichtet und gegen die Sonne geneigt. Im Jahresmittel liegt die optimale Neigung in Deutschland zwischen 30 bis 40°, wobei geringe Abweichungen von der Südorientierung oder des Neigungswinkels den Ertrag nur wenig reduzieren. Um eine Solaranlage wirtschaftlich günstig planen zu können, ist es erforderlich, die Verbrauchsdaten und Gewohnheiten der Bewohner genau zu erfassen. Insbesondere für große, komplexe Anlagen gibt es eine Reihe von Simulationsprogrammen für die Auslegung.

Um die Leistungsfähigkeit einer Anlage beurteilen zu können, gibt es verschiedene Kennwerte. Der **solare Deckungsanteil** gibt an, wie viel Prozent des Energiebedarfs für die Erwärmung des Nutzwassers bzw. für die Raumheizung mit der solaren Nutzwärme gedeckt wurde. Der **Solarertrag** zeigt, wie viel kWh Wärme die Anlage pro Jahr und Quadratmeter Kollektorfläche sammelt. Am **Systemnutzungsgrad** erkennt man, wie viel Prozent der auf die Kollektoren eingestrahlten Solarenergie in Nutzwärme umgewandelt wurde. Er wird hauptsächlich bestimmt durch die Energieverluste der Kollektoren, Rohrleitungen und Speicher.



**Abb. 8** Der Solarertrag ist abhängig von Ausrichtung und Neigung der Kollektorfläche. (Quelle: Solarpraxis)

### ZENTRALE BEGRIFFE

-> Planung

-> Kennwerte

## ANLAGEN ZUR BRAUCHWASSERERWÄRMUNG

Wenn in den kälteren Monaten das Gebäude beheizt wird, erwärmt die Heizungsanlage das benötigte Brauchwasser üblicherweise mit. Im Sommer dient die Heizung alleine zur Warmwasserbereitstellung und hat dadurch einen niedrigeren Wirkungsgrad. Um dann den Bedarf decken zu können, ist folglich eine wesentlich größere Brennstoffmenge zur Wassererwärmung erforderlich wie im Winter. Eine vierköpfige Familie in Deutschland kann je nach Klimaregion mehr als die Hälfte ihres Wärmebedarfs für Brauchwasser mit 4 bis 6 m<sup>2</sup> Kollektorfläche solar decken.

Der wichtigste Schritt der Anlagenplanung besteht in der möglichst genauen Abschätzung des Warmwasserverbrauchs. Dies ist die entscheidende Größe zur Dimensionierung der zu installierenden Kollektorfläche. Je genauer das System auf den Verbrauch abgestimmt ist, um so effizienter arbeitet es. Solaranlagen müssen in die bestehende

Heizungs- und Warmwasseranlage eines Gebäudes integriert werden. Sie unterscheiden sich vor allem durch den Aufbau ihrer Speicher und den zur Anwendung kommenden Wärmetauscher.

Das Speichervolumen muss auf die Kollektorfläche abgestimmt sein. Ein kleines Volumen heizt sich sehr schnell auf. Dadurch gerät der Kollektor in den Bereich hoher Temperaturen und verminderten Wirkungsgrades. Ein zu großes Speichervolumen braucht lange, um das notwendige Temperaturniveau zu erreichen. Dadurch wird ein regelmäßiges Nachheizen erforderlich. Als guter Kompromiss hat sich ein Speichervolumen des ca. 1,5-fachen Tagesbedarfs an Brauchwasser oder 50–60 l pro Quadratmeter Kollektorfläche bewährt.

### ZENTRALE BEGRIFFE

-> Auslegung

-> Speichervolumen

## KOMBIANLAGEN

Systeme, die sowohl zur Warmwasserbereitung als auch zur Heizungsunterstützung eingesetzt werden, bezeichnet man als Kombianlagen. Diese arbeiten im Prinzip so wie Anlagen zur reinen Brauchwassererwärmung, die Erzeugung von Heizwärme erfolgt meist zusätzlich. Kollektorfläche und Speicher sind hierzu etwas größer ausgelegt und der Speicher wird zusätzlich an das Heizungssystem angeschlossen.

Grundsätzlich unterscheidet man zwei Systeme zur Heizungsunterstützung:

Entweder wird das kalte Wasser, das von den Heizkörpern zurückkommt, solar vorgewärmt und dann vom Heizkessel auf Solltemperatur gebracht oder die Solarenergie wird in einen großen Speicher

geladen, der im oberen Bereich auf Solltemperatur gehalten wird. Der Kreislauf für die Heizung wird aus dem oberen Bereich des Speichers durch die Heizkörper wieder zurück in den Speicher geführt. In Kombianlagen mit bei Ein- und Zweifamilienhäusern typischen Kurzzeitspeichern kann die Wärme einige Tage vorgehalten werden, bei Systemen mit saisonalen Langzeitspeichern bis zu einem Jahr.

Für ein Einfamilienhaus mit vier Personen muss man mindestens 9 m<sup>2</sup> Kollektorfläche für eine Kombianlage zur teilsolaren Raumheizung und Warmwasserbereitung einplanen. Eine Kombianlage eignet sich vor allem für gut gedämmte Gebäude mit niedrigem Heizenergiebedarf. Vor Installation ist eine energetische Sanierung oder Optimierung des Gebäudes sinnvoll.

### ZENTRALE BEGRIFFE

-> Heizung

-> Speicher

## SOLARE KLIMATISIERUNG

Mit Hilfe von Solarenergie wird bei der solaren Klimatisierung die Luft gekühlt und die Luftfeuchte reguliert. Derartige Anlagen findet man meist in Nicht-Wohngebäuden, in denen sich viele Menschen versammeln (z. B. Bürogebäude, Theater, Sport-

hallen). Bei diesem Verfahren wird die Antriebsenergiequelle einer Kältemaschine oder eines Klimatisierungsverfahrens durch solare Wärme, statt elektrischer Energie aus dem Stromnetz, betrieben. Die CO<sub>2</sub>-Emission ist vergleichsweise gering. Ein weiterer Vorteil bei der

Kühlung mit solarer Wärme: Die Sonneneinstrahlung ist in den meisten Fällen am stärksten, wenn auch der höchste Klimatisierungsbedarf besteht.

Man unterscheidet offene und geschlossene Verfahren. Bei ersteren handelt es sich immer um Lüftungsanlagen. Dabei regelt die Zuluft Temperatur und Raumfeuchte. Bei geschlossenen Verfahren erzeugen

Wärmepumpen Kaltwasser. Dieses sorgt in Gebäuden, etwa über Fußbodenkühlung oder Kühldecken, für Klimatisierung.

### ZENTRALE BEGRIFFE

--> Klimatisierungsbedarf

--> Offene und geschlossene Systeme

## SOLARES NAHWÄRMESYSTEM

**E**in Nahwärmenetz versorgt von einer möglichst zentral gelegenen Heizzentrale aus mehrere angeschlossene Gebäude mit Wärme. Die großen Kollektorfelder eines solaren Nahwärmesystems sind auf einzelnen Häusern oder zentralen Gebäuden installiert. Dabei wird ein Teil der benötigten Wärme aus Solarenergie gewonnen. Sollen deutlich mehr als 30% des jährlichen Wärmebedarfs solarthermisch gedeckt werden, ist der Einsatz von großen, saisonalen Wärmespeichern (Langzeit-Wärmespeicher) unumgänglich. Systeme mit diesen Speichern sind auf solare Deckungsanteile bis zu 60% ausgelegt. Mit ihnen kann ein Teil der im Sommerhalbjahr solar erzeugten Wärme bis in das Winterhalbjahr gespeichert werden.

Solare Nahwärmesysteme sind immer Kombianlagen. Es gibt sie sowohl für neu gebaute als auch für sanierte Siedlungen. Sie gelten als ein Schlüsselsystem, um zukünftig erneuerbare Energien verstärkt zur Wärmeversorgung einsetzen zu können. Langfristig könnten größere Siedlungsbereiche nur über Nahwärmesysteme CO<sub>2</sub>-neutral versorgt werden.



Abb. 9

Bau des saisonalen Langzeitwärmespeichers für das Nahwärmesystem Am Ackermannbogen in München. Nach Fertigstellung wurde er mit einem Rodelhügel überbaut. (Quelle: Stadt München)

### ZENTRALE BEGRIFFE

--> Nahwärmenetz

--> Saisonaler Wärmespeicher

## SOLARE PROZESSWÄRME IN DER INDUSTRIE

**D**er Prozesswärmebedarf im produzierenden Gewerbe macht einen erheblichen Anteil des Gesamtenergieverbrauchs der industrialisierten Länder aus, allein in Deutschland über 20% des gesamten Endenergieverbrauchs. Da Wärme nicht verlustarm über weite Strecken transportiert werden kann, sind für die Nutzung solarer Prozesswärme nur Standorte geeignet, bei denen sowohl günstige Einstrahlbedingungen als auch genügend Fläche zur Aufstellung der Kollektoren vorhanden sind. In Zeiten geringer solarer Einstrahlung muss eine hundertprozentige Energiereserve aus konventionellen Anlagen verfügbar sein. Einsparungen in der Anlagentechnik sind

folglich kaum möglich. Die Solaranlage kann sich rein über die Einsparung fossiler Brennstoffe amortisieren. Dies ist vor allem bei Kühlung oder Klimatisierung sowie bei Unternehmen mit reinem Tagesbetrieb interessant. Auch Prozessschritte, für die eine vergleichsweise geringe Temperatur erforderlich ist, bieten gute Voraussetzungen für die Integration thermischer Solaranlagen.

### ZENTRALE BEGRIFFE

--> Standort

--> Einsparung

## SOLARTHERMISCHE KRAFTWERKE

**S**olarthermische Kraftwerke nutzen solare Hochtemperaturwärme, um CO<sub>2</sub>-frei Strom zu erzeugen. Dabei wird die direkte Sonneneinstrahlung mit Spiegelsystemen stark konzentriert. Je nach Art des verwendeten Spiegelsystems unterscheidet man folgende Kraftwerkstypen: Parabolrinnen- und Turmkraftwerke sowie Fresnelsysteme sind größere, netzintegrierte Kraftwerke. Dish-Stirlingsysteme werden meist für kleine, dezentrale Anwendungen eingesetzt.

Damit ein Solarkraftwerk wirtschaftlich sinnvoll arbeiten kann, ist ein hoher Anteil direkter Sonneneinstrahlung nötig. Nur diese lässt sich so auf Punkte oder Linien bündeln, dass hohe Temperaturen entstehen. Geeignete klimatische Voraussetzungen findet man zwischen dem nördlichen und südlichen 35. Breitengrad in Afrika, im Süden Spaniens, Portugals, Italiens, Griechenlands sowie auf Malta und Zypern. Das 2008 in Spanien in Betrieb gegangene Kraftwerk Andasol I kann etwa 200.000 Menschen mit Solarstrom versorgen.



Abb. 10

Solarthermische Kraftwerke, hier eine Parabolrinne, brauchen einen hohen Anteil direkter Sonneneinstrahlung (Quelle: Solar Millenium AG)

### ZENTRALE BEGRIFFE

--> Spiegelsysteme

--> Direkte Sonneneinstrahlung



Deutsche Firmen sind europaweit Markt- und Technologieführer auf dem Gebiet solarthermischer Anlagen. Mit rund 10 Millionen Quadratmeter Kollektorfläche findet man in Deutschland etwa 40% der in Europa installierten Solarthermieleistung. Allein 2007 wurden 94.000 neue Solarwärmanlagen angebracht. Auch dank der intensiven öffentlichen Forschung und Entwicklung in der Solartechnik ist die Nutzung von solarer Wärme heute in vielen Bereichen Alltag. Vor allem in der solaren Warmwasseraufbereitung und Heizungsunterstützung in Privathaushalten ist die Technologie weitestgehend ausgereift. Als effiziente Systemauslegung hat sich eine Auslastung von 60 bis 70 l Warmwasserverbrauch pro Tag und pro Quadratmeter Kollektorfläche herausgestellt.



**Abb. 11** Die Solarthermie bietet noch viel Potenzial für die Zukunft. (Quelle: BSW-Solar/Langrock)

In Privathaushalten geht der Trend immer mehr von der Solaranlage zur reinen Warmwasserbereitung hin zur Kombi-Anlage. Bei Einfamilienhäusern gehört heute fast die Hälfte der neu installierten Anlagen zu diesem Typ. Die Preise für eine Anlage mit Flachkollektoren für einen Vier-Personen-Haushalt liegen laut dem Bundesverband Solarwirtschaft zwischen 4.000 und 6.000 Euro inklusive Montage, bei zusätzlicher Heizungsunterstützung zwischen 8.000 und 10.000 Euro. Wenn man alle erforderlichen Komponenten inklusive Montage und Mehrwertsteuer einrechnet, sind Vakuumröhrenkollektoren etwa 30% teurer als Flachkollektoren.

Wie hoch die Kostenersparnis durch eine Solaranlage ausfällt, hängt von vielen Faktoren ab: vom Umfang der Sanierung, von den gewählten Maßnahmen und Techniken und nicht zuletzt von der künftigen Entwicklung der Energiepreise. Sicher ist, dass eine Solaranlage weitgehende Unabhängigkeit von der zukünftigen Energiepreisentwicklung schafft sowie einen Beitrag zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes leistet. Im Bereich der sogenannten Großanlagen (Kraftwerke, Nahwärmesysteme, Prozesswärme, große Brauchwasser- und Kombianlagen) gibt es vor allem in der Systemtechnik noch Entwicklungsmöglichkeiten. So liegen beispielsweise in Anlagen mit Langzeitwärmespeicherung die solaren Nutzwärmekosten noch vergleichsweise hoch. Die aktuelle Energieforschung zielt unter anderem darauf ab, die Wirtschaftlichkeit in diesen Bereichen zu verbessern sowie die Markteinführung zu beschleunigen.

## ZENTRALE BEGRIFFE

- > Etablierte Systeme
- > Energieforschung

▼ **Herausgeber**  
**FIZ Karlsruhe GmbH**  
 76344 Eggenstein-Leopoldshafen

▼ **Autorin**  
 Birgit Schneider

▼ **ISSN**  
 1438-3802

▼ **Nachdruck**  
 Nachdruck des Textes zulässig bei vollständiger Quellenangabe und gegen Zusendung eines Belegexemplares – Nachdruck der Abbildungen nur mit Zustimmung der jeweils Berechtigten.

▼ **Stand**  
 August 2008

## BINE Informationsdienst Kompetenz in Energie

BINE informiert zu Energieeffizienztechnologien und erneuerbaren Energien:

In kostenfreien Broschüren, unter [www.bine.info](http://www.bine.info) und per Newsletter zeigt BINE, wie sich gute Forschungsideen in der Praxis bewähren.

BINE ist ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderter Informationsdienst der Fachinformationszentrum (FIZ) Karlsruhe GmbH.

### Kontakt

Fragen zu diesem **basisEnergieinfo?**  
 Wir helfen Ihnen weiter:

**Tel.: 0228 92379-44**



FIZ Karlsruhe GmbH, Büro Bonn  
 Kaiserstraße 185 – 197  
 53113 Bonn

Tel.: 0228 92379-0  
 Fax: 0228 92379-29

E-Mail: [bine@fiz-karlsruhe.de](mailto:bine@fiz-karlsruhe.de)  
 Internet: [www.bine.info](http://www.bine.info)

# ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

1. Oberzig, K.: Solare Wärme. Vom Kollektor zur Hausanlage. Dr. Sonne Team; FIZ Karlsruhe. BINE Informationsdienst, Bonn (Hrsg.). Berlin : Solarpraxis, 2008. 160 S., 2., vollst. überarb. Aufl., ISBN 978-3-934595-73-6, 24,80 Euro. BINE-Informationspaket
2. Das Bundesumweltministerium bietet über das Portal [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de) aktuelle Informationen. Auf dieser Seite sind auch u. a. Unterrichtsmaterialien über erneuerbare Energien (Stichwort: Bildungsmaterialien) eingestellt. Das BMU fördert zum Thema Energie weiterhin auch für Kinder die Portale [www.unendliche-energie.de](http://www.unendliche-energie.de) und [www.powerado.de](http://www.powerado.de).
3. Unter [www.energiefoerderung.info](http://www.energiefoerderung.info) finden Interessenten Förderprogramme für Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Nutzung Erneuerbarer Energien.
4. Zu den behandelten Themen ist jeweils eine kostenlose Mappe mit vertiefenden Informationen bei BINE erhältlich. Unter [www.bine.info](http://www.bine.info) finden Interessenten weitere Dokumente zum Thema.