



Hinweise zum Energiesparen



Merkblatt

47

Aktive Sonnenenergienutzung

- 01_ Vorschriften und technische Regeln
- 02_ Begriffe im Bau- und Heizungsbereich
- 03_ Baugenehmigung für energiesparende Maßnahmen
- 04_ Der private Bauherr
- 05_ Heizkostenabrechnung
- 06_ Modernisierung mit Mietern
- 07_ Baumängel – Bauschäden – Mängelansprüche
- 08_ Feuchte Wände und Schimmelbildung
- 09_ Mauerfeuchtigkeit
- 10_ Raumklima und Behaglichkeit
- 11_ Vom Mindestwärmeschutz zum Niedrigstenergiegebäude
- 12_ Wärmeschutz an Fenstern
- 13_ Fensterabdeckungen – Schutz vor Wärme und Kälte
- 14_ Wärmeschutz an der Außenwand
- 15_ Wärmeschutz am Dach
- 16_ Wärmeschutz im Kellergeschoss
- 17_ Wärmedämmung – Wärmespeicherung
- 18_ Wärmebrücken
- 19_ Luftdichtheit der Gebäudehülle
- 20_ Wärmeschutz – Schallschutz
- 21_ Dämmstoffe
- 22_ Baustoffe für tragende Bauteile
- 23_ Putze und Anstriche
- 24_ Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS)
- 25_ Vorgehängte hinterlüftbare Fassaden (VHF)
- 26_ Baubiologie und Wärmeschutz
- 27_ Passive Sonnenenergienutzung
- 28_ Unbeheizte Wintergärten
- 29_ Natürliche Klimatisierung
- 30_ Bauwerksbegrünung
- 31_ EnEV – Altbausanierung
- 32_ Heizen und Lüften
- 33_ Stromsparen im Haushalt
- 34_ Abstimmung von Gebäude und Heizung
- 35_ Bestandteile einer Heizungsanlage
- 36_ Brennertypen
- 37_ Moderne Heizungsregelung
- 38_ Kamine und andere Abgasanlagen
- 39_ Heizwärmeverteilung im Gebäude
- 40_ Thermostatventile
- 41_ Brennstoffe
- 42_ Verbesserungsvorschläge für bestehende Heizungen
- 43_ Warmwasserbereitung
- 44_ Heizkessel
- 45_ Holzfeuerungen
- 46_ Wärmepumpen
- 47_ Aktive Sonnenenergienutzung**
- 48_ Kosten und Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen

Innerhalb Deutschlands ist Bayern mit 1.700 bis 1.900 Sonnenstunden pro Jahr eines der sonnigsten Länder. Auf eine horizontale Fläche von einem Quadratmeter trifft jährlich eine Energiemenge von etwa 1.000 kWh auf. Dies entspricht dem Energieinhalt von etwa 100 Litern Heizöl. Dieses Energieangebot lässt sich mit solarthermischen Anlagen zur Wärmeerzeugung und mit Photovoltaikanlagen zur elektrischen Stromerzeugung nutzen.

Solarthermische Anlagen werden zur Unterstützung der Gebäudebeheizung, Trinkwarmwasserbereitung, Schwimmbadbeheizung, Erzeugung industrieller Prozesswärme und sogar zur Gebäudekühlung eingesetzt. Da solarthermische Anlagen eine sehr umweltfreundliche Art der Energiegewinnung darstellen, die Wirtschaftlichkeit der Anlagen jedoch vom Preis der Energieträger abhängig ist, welche sie ersetzen, werden sie vom Bund, vom Freistaat Bayern und von zahlreichen Kommunen finanziell gefördert.

Detaillierte Hinweise zur aktiven Sonnenenergienutzung im ortsplannerischen Kontext finden sich in: „Energie und Ortsplanung“, Arbeitsblätter für die Bauleitplanung Nr. 17, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr (www.stmi.bayern.de/bau).

Technik solarthermischer Anlagen

Die wesentlichen Bauteile jeder solarthermischen Anlagen sind der Sonnenkollektor, welcher die solare Strahlungsenergie in Wärme umwandelt, ein Behälter, welcher die Wärme für sonnenarme Zeiten zwischenspeichert, Rohrleitungen, eine Pumpe, eine Sicherheitsgruppe sowie die Regelung der Anlage.

Solarkollektoren werden in vielen verschiedenen Ausführungen angeboten. Man kann die Bauformen in Absorbermatten, Flachkollektor, Vakuum-Flachkollektor, Vakuum-Röhrenkollektor, Kollektorsysteme mit integriertem Speicher und Luftkollektoren unterscheiden. Allen solarthermischen Anlagen gemein ist folgendes Funktionsprinzip:

Von der Sonne gelangt Energie in Form von Strahlung auf die Erdoberfläche. Diese Strahlungsenergie ist über ein weites Spektrum von Wellenlängen verteilt, weist jedoch ein Intensitätsmaximum im sichtbaren Bereich auf. Schwarze Materialien absorbieren Strahlungsenergie besonders gut und wandeln diese in Wärme um. Dabei senden sie langwellige Wärmestrahlung aus, die bei Solarkollektoren von einer Glasabdeckung weitestgehend zurückgehalten wird. Es entsteht der so genannte Treibhauseffekt (siehe dazu [Merkblatt 27](#) „Passive Sonnenenergienutzung“). Daneben reduziert die Abdeckung auch die Konvektionswärmeverluste ([Abbildung 1](#)).

Die auf den Kollektor auftreffende Strahlungsenergie kann aber nicht vollständig genutzt werden. Wie bei jeder Energieumwandlung treten Verluste auf. Bei Sonnenkollektoren sind Verluste weitgehend durch Umweltbedingungen (Umgebungstemperatur) und Benutzeranforderungen (gewünschtes Temperaturniveau) bestimmt. Der Wirkungsgrad eines Sonnenkollektors ist somit kein konstanter Wert, sondern von den jeweiligen Einsatzbedingungen abhängig.

Bauart- und materialbedingte Kenngrößen sind bei Sonnenkollektoren vor allem der optische Wirkungsgrad η_0 (Konversionsfaktor) als Maß für die optischen Verluste (Absorptionskoeffizient, Emissionskoeffizient, Transmissionskoeffizient etc.) und der U-Wert (Wärmeverlustfaktor) als Maß für die energetischen Verluste des Kollektors an die Umgebung. Beide Werte ergeben somit insgesamt den eigentlichen Wirkungsgrad η als Verhältnis von

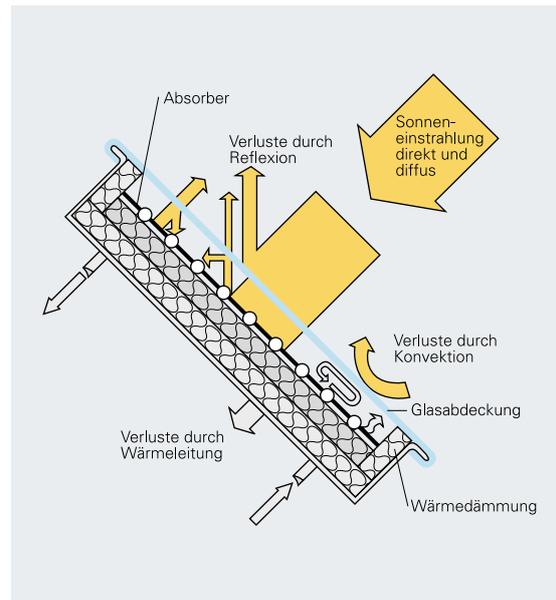


Abbildung 1

Funktionsprinzip Sonnenkollektor

nutzbarer Wärme zum Sonnenenergieangebot in Abhängigkeit von Nutzung und Witterungsbedingungen.

Vorschriften über Sicherheit, Prüfung und Test von Solarkollektoren finden sich in der DIN 4757 T1-T3 und in der ISO/CD 9459 T5. In den Normen EN 12975, EN 12976 und EN V 12977 sind Anforderungen und Prüfverfahren bezüglich Qualität und Leistungsfähigkeit für solarthermische Anlagen und ihre Bauteile festgeschrieben.

Die Kollektoren werden meist auf Dächern installiert, dabei ist zwischen der Aufdach-Montage (der Kollektor ist auf der bestehenden Dachhaut angebracht) und der Indach-Montage (der Kollektor wird in die Dachhaut integriert) zu unterscheiden. Bei der Aufdach-Montage ist eine Trennung der Gewerke (Dachdecker/Anlagentechnik) vorteilhaft, damit eine eindeutige Abgrenzung der Gewährleistungen gegeben ist.

Flachdächer sind zur optimalen Ausrichtung des Kollektors in Richtung der Sonneneinstrahlung durch Aufständigung gut geeignet. Auch die Montage an Fassaden und die Freiaufstellung (Großanlagen) sind möglich.

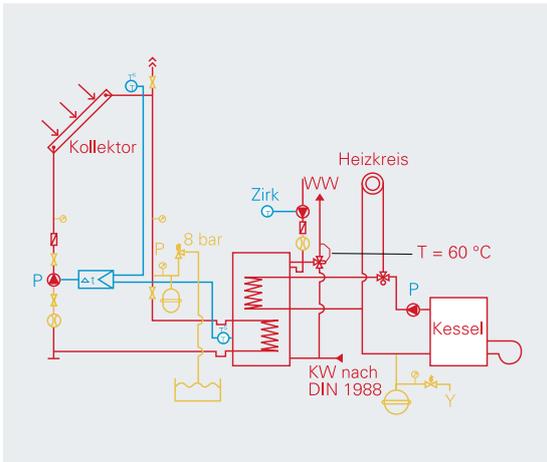


Abbildung 2

Schema einer Solaranlage zur Brauchwassererwärmung

Solare Trinkwarmwasserbereitung

Voraussetzung für die Nutzung von Sonnenenergie zur Trinkwassererwärmung ist eine zentrale Brauchwassererwärmung mit geeigneten Systemkomponenten (siehe dazu [Merkblatt 43](#) „Warmwasserbereitung“). Die wichtigsten Bestandteile einer solarthermischen Anlage zur Brauchwassererwärmung sind aus [Abbildung 2](#) ersichtlich. Dabei ist zu beachten, dass die Effizienz einer solarthermischen Anlage nicht nur vom Wirkungsgrad des Sonnenkollektors, sondern vielmehr vom Zusammenspiel aller Systemkomponenten abhängt.

Die optimale Auslegung von solarthermischen Anlagen zur Warmwasserbereitung ermöglicht solare Jahres-Deckungsraten von rd. 40–70 % (in Einzelfällen auch mehr), wobei in den Sommermonaten eine Volldeckung des Brauchwasserbedarfs anzustreben ist, um einen unwirtschaftlichen Teillastbetrieb des konventionellen Wärmeerzeugers in dieser Zeit zu vermeiden.

Unverschattete Süddächer mit einer Neigung von ca. 30–45° bieten die günstigsten Voraussetzungen für solare Brauchwassererwärmungsanlagen und ermöglichen hohe Energieausbeuten von jährlich etwa 400 bis 500 kWh/m². Auf Flachdächern ist die optimale Ausrichtung durch Aufständigung der Kollektoren möglich. Bei Südabweichung (südwest- oder südöstlich orientierte Dächer) kann die Energieausbeute durch Vergrößerung der Kollektorfleichen erhöht werden.

Kollektoren für solarthermische Anlagen zur Brauchwassererwärmung sind üblicherweise Flachkollektoren mit selektiver Beschichtung und einer Abdeckung mit eisenarmem Sicherheitsglas oder auch Vakuum-Röhren-Kollektoren.

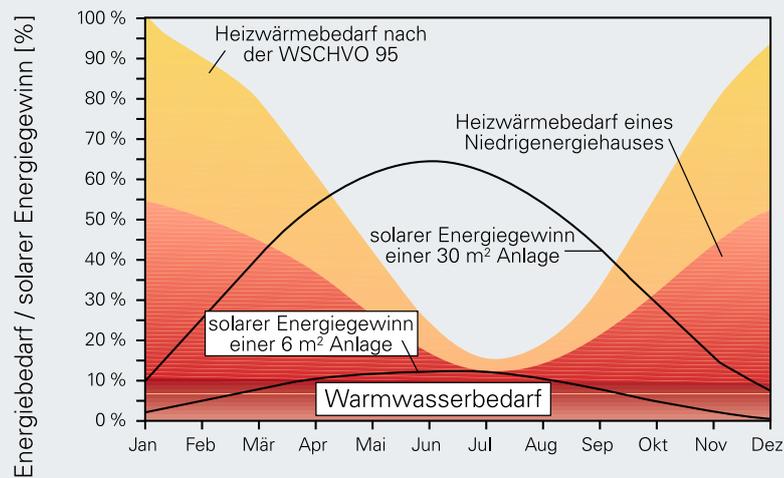
In unseren Breitengraden werden fast ausschließlich Systeme mit Zwangsumlauf und als Wärmeträger ein Wasser-Glykol-Gemisch eingesetzt. Dadurch können diese Anlagen ganzjährig und mit Systemnutzungsgraden von 30–40 % betrieben werden. In ganzjährig frostfreien Regionen kann auf Frostschutzmittel im Kollektorkreislauf verzichtet werden. Auch sind dann so genannte Thermosiphonanlagen mit oben liegendem Warmwasserspeicher möglich. Geringfügig höhere Wirkungsgrade sind noch erzielbar, wenn durch konstruktive Maßnahmen an der Anlage auf das Frostschutzmittel verzichtet werden kann. Sogenannte „drain back“ Systeme entleeren die Anlagen selbstständig bei Frostgefahr und Überhitzung in den Sommermonaten.

Der Warmwasserspeicher sollte schlank und hoch gebaut sein, um die thermische Schichtung zu begünstigen. Eine durchgehende, effektive Wärmedämmung mit möglichst wenigen Durchdringungsstellen von Anschlüssen im warmen Bereich ist vorteilhaft. Des Weiteren ist eine ausreichende Dimensionierung, angepasst an den Warmwasserbedarf (Ermittlung nach DIN 4708) und den Solarertrag, erforderlich. Verschiedene Speicherausführungen sind möglich. Bei kleineren Speichern (Volumen unter 400 Liter) sind diese mit zwei innenliegenden Wärmetauschern (idealerweise Edelstahl-Glattröhrwärmetauscher) ausgestattet. Systeme mit kostengünstigen Stahl- und Kunststoffspeichern als Puffer mit getrennter Warmwasserbereitung über einen separaten Platten-, Rohrbündel- oder Glattröhrwärmetauscher werden vor allem für große Brauchwasseranlagen eingesetzt.

Die Anforderungen des DVGW Arbeitsblattes W 551 „Legionellenschutz“ sind unbedingt zu beachten. Bei Speichern mit mehr als 400 Litern ist eine thermische Desinfektion durch tägliche Erhitzung des gesamten Speicherinhalts auf über 60°C vorzunehmen. Hierdurch weist der Solarspeicher durchschnittlich einen höheren Beladungsgrad auf und kann nur dann mit Solarenergie gespeist werden, wenn zuvor Warmwasser entnommen wurde – der solare Deckungsgrad sinkt tendenziell. Eine thermische Desinfektion sollte grundsätzlich unmittelbar im Anschluss an den solaren Wärmeeintrag in den Speicher vorgenommen werden, da so der

Abbildung 3

Jahreszeitlicher Verlauf Heizenergiebedarf und Sonnenenergieangebot



zusätzliche Energiebedarf minimal und der solare Ertrag maximal ist.

Faustregeln zur Berechnung solarer Trinkwarmwasserbereitung:

Die Kollektorfläche sollte pro Person etwa 1–1,5 m² bei Flachkollektoren bzw. 0,8–1 m² bei Vakuum-Röhrenkollektoren betragen. Als Brauchwasserspeichervolumen sollten 60–80 Liter je m² Kollektorfläche vorgesehen werden, was dem 1,5 bis 2-fachen Tagesbedarf an Warmwasser entspricht.

Solare Gebäudebeheizung

Solarthermische Anlagen sind technisch ausgereift und ermöglichen es, auch mit der Sonne zu heizen. Eine Solaranlage liefert typischerweise etwa 20–30 % des Heizenergiebedarfs (solare Teildeckung) und erledigt den Großteil der Warmwasserbereitung, der Rest wird mittels eines zweiten Wärmeerzeugers abgedeckt.

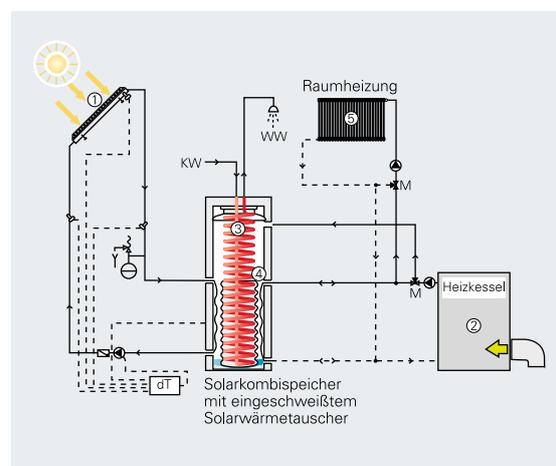
Faustregeln zur Berechnung solarer Gebäudebeheizung:

Die Kollektorfläche sollte etwa 1 m² bei Flachkollektoren bzw. 0,5–0,6 m² bei Vakuum-Röhrenkollektor pro m² Wohnfläche betragen. Als Pufferspeichervolumen sollten ca. 50 Liter pro m² Kollektorfläche vorgesehen werden. Je nach Anlagenkonfiguration und Heizenergiebedarf bzw. gewünschter solarer Deckungsrate sind auch stark abweichende Flächen- und Speichergrößen möglich.

Das grundlegende Problem der solaren Gebäudebeheizung besteht darin, dass gerade dann, wenn

der Heizenergiebedarf am größten ist (Dezember bis Februar), die solare Einstrahlung und damit der erzielbare Solarbeitrag zur Beheizung am geringsten ist (**Abbildung 3**). Eine Lösung stellen großvolumige Pufferspeicher dar, welche die Solarwärme für einige Tage (für Heizungsunterstützung in der Übergangszeit völlig ausreichend) bis zu mehreren Monaten (Saisonalspeicher) zwischenspeichern und diese bei Bedarf an das Heizsystem abgeben (**Abbildung 4**).

Speziell bei Mehrfamilienhäusern oder auch ganzen Siedlungen kann die solare Unterstützung des Wärmeversorgungssystems sinnvoll sein. Abwesenheit und Urlaubszeiten gleichen sich aus, die Nutzung der bereitgestellten Sonnenenergie ist speziell in den Sommermonaten höher als bei Einfamilienhäusern.


Abbildung 4

Solaranlage mit Unterstützung der Raumheizung in der Übergangszeit

Abbildung 5

Wohnhaus mit dachintegrierter Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Stromerzeugung



Abbildung 6

Solare Nahwärme in Attenkirchen



Abbildung 7

Solare Nahwärme am Ackermannbogen



Abbildung 8

Photovoltaikanlage in München Mehrfamilienhaus



Empfehlung

Grundsätzlich sollte beim Neubau eines Hauses eine solarthermische Anlage mit eingeplant werden, da sich der Mehraufwand in der Bauphase im Wesentlichen auf die Sonnenkollektoren beschränkt (vgl. Abb. 5).

Luftkollektorsysteme

Eine kostengünstige Lösung für Spezialanwendungen (Hallenheizung, Ferienhäuser, Berghütten, etc.) stellen Luftkollektorsysteme dar, in denen Raumluft bei Sonnenschein direkt durch Luftkollektoren geleitet das Gebäude heizt (vgl. Abb. 6). Angetrieben durch einen ebenfalls mit Solarenergie betriebenen Ventilator ergeben sich einfache und zuverlässige Lüftungs- und Beheizungsmöglichkeiten für temporär genutzte Gebäude (Berghütten, Wochenendhäuser).

Photovoltaik

Ausgelöst durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) sind in den letzten Jahren erhebliche Flächen an Photovoltaikanlagen in Bayern realisiert worden (vgl. Abb. 7 und 8). Durch die Vergütung von Strom aus Photovoltaikanlagen kann die Installation von Solarmodulen eine lohnende Investition darstellen. Photovoltaikanlagen sind relativ wartungsarm, zuverlässig und zeichnen sich durch eine lange Lebensdauer von über 20 Jahren aus. Durch das europäische Stromnetz kann regenerativ erzeugter Strom ggf. auch zu fernen Verbrauchern transportiert werden, so dass eine Energiespeicherung vor Ort nicht zwingend nötig ist.

Sinkende Vergütung, steigende Strompreise und gesunkene Investitionskosten haben Anlagen zur Deckung des Eigenverbrauchs gegenüber Anlagen zur Netzeinspeisung wirtschaftlich in den Vordergrund gestellt.

Impressum



Herausgeber: Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft und Medien, Energie
und Technologie

Oberste Baubehörde im
Bayerischen Staatsministerium
des Innern, für Bau und Verkehr

Postanschrift: 80525 München
Hausadresse: Prinzregentenstr. 28 | 80538 München
Telefon: 089 2162-2303 | 089 2162-0
Fax: 089 2162-3326 | 089 2162-2760
E-Mail: info@stmwi.bayern.de
poststelle@stmwi.bayern.de
Internet: www.stmwi.bayern.de
www.energie.bayern.de

Titelbilder: SWM, Alexander Walter |
©PantherMedia/Harald Richter | Corel |
toenje „Feuer im Ofen“ www.piqs.de

Text: Dipl.-Ing. (FH) Richard Krahmer,
München

Bilder: Ingenieurbüro ITEM, München/
FP-Werbung F. Flade GmbH, München
(Abb. 1)
Ingenieurbüro ITEM, München
(Abb. 2, 4, 5, 7, 8)
ZAE Bayern Bayerisches Zentrum für
Angewandte Energieforschung,
Würzburg (Abb. 3, 6)

Gestaltung: Technisches Büro im StMWi

Stand: September 2014

Hinweis

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden.

Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben von parteipolitischen Informationen oder Werbemitteln. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Die Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts kann dessen ungeachtet nicht übernommen werden.