

Lust auf Sonne

Ihr Ratgeber für die solare Warmwasserbereitung
und Heizungsunterstützung



Behörde für
Stadtentwicklung
und Umwelt



Liebe Leserinnen und Leser,

bekanntlich liegen die größten Energieeinsparpotenziale bei Wohngebäuden im Bereich der Wärmedämmung und Wärmeerzeugung. Dennoch gehören die wohltemperierte Wohnung und die heiße Dusche am Morgen zur Wohnqualität, auf die wir auch in Zeiten hoher Energiepreise und vermehrter Klimaschutzbestrebungen nicht verzichten möchten.

Hier ist die Solarwärmenutzung eine wichtige Energiealternative für eine auf nachhaltiges Wachstum ausgerichtete, grüne Metropole wie Hamburg: Solarenergie wird zuverlässig und frei Haus geliefert – ohne Risiken, ohne Preissteigerungen und mit zeitlich unbegrenzter Liefergarantie. Die Energie aus der Sonne zu nutzen bedeutet, weniger fossile Brennstoffe wie Öl, Kohle oder Gas zu verbrauchen und weniger Kohlendioxid freizusetzen. Die Nutzung von Sonnenenergie ist somit ein wichtiger Baustein im Klimaschutz.

Das gerade auch in Norddeutschland – leider – immer noch verbreitete Misstrauen in die Sonnenenergie ist nicht gerechtfertigt. Auch wenn wir es infolge des sprichwörtlichen „Hamburger Schmuddelwetters“ anders empfinden mögen: Die Sonnenscheindauer und die Energieleistung reichen vollkommen aus, um auch in Hamburg auf Sonnenenergie zu setzen!

Diese Broschüre zeigt Ihnen die vielfachen Vorteile der solaren Wärmeerzeugung, ganz anschaulich und an Hand von Beispielen, die den energetischen und wirtschaftlichen Nutzen in der Praxis aufzeigen. Zudem möchten wir Ihnen einen ersten Einblick in die Montagemöglichkeiten für Solaranlagen, in die dafür notwendigen Investitionen sowie die Optionen für eine staatliche Förderung geben.

Lernen Sie die Sonne von einer ganz anderen Seite kennen und prüfen sie, ob sich Solarenergie nicht auch für Ihre Immobilie bezahlt macht. Hierbei sind Ihnen unsere Energie-Experten gerne behilflich – denn jeder Beitrag zum Klimaschutz zählt!

Anja Hajduk
Senatorin für Stadtentwicklung und Umwelt
Freie und Hansestadt Hamburg

Die Träger der Initiative

AHW Arbeitsgemeinschaft Hamburgischer Wohnungsunternehmen
Architekten und Ingenieurverein
Architektur Centrum der Gesellschaft für Architektur und Baukultur e.V.
Ausbildungszentrum Bau in Hamburg
Bau-Innung Hamburg
B.A.U.M. Consult AG Hamburg
B.A.U.M. e.V.
Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Hamburg
BUND
Bund Deutscher Architekten e.V.
Bund Deutscher Baumeister, Architekten und Ingenieure e.V.
Dachdecker-Innung Hamburg
Deutscher Gewerkschafts-Bund
Hochschule f. Angew. Wissenschaften Hamburg
Grundeigentümerversand Hamburg
GWG Gesellschaft für Wohnen und Bauen
Hamburg Messe und Congress GmbH
E.ON Hanse AG
Hamburger Ingenieurkammer Bau
Hamburger Klimaschutz-Fonds
Hamburgische Architektenkammer
Hamburgische Wohnungsbaukreditanstalt
Handelskammer Hamburg
Handwerkskammer Hamburg
HafenCity Universität
Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt
Industrieverband Heizungs-, Klima- und Sanitärtechnik Nord e.V.
Innung Sanitär Heizung Klempner
Innung und Fachverband Holz und Kunststoff
Institut Energie und Bau

Johann-Daniel-Lawaetz-Stiftung
Landesinnung der Elektrohandwerke
Landesinnung des Glaserhandwerks
Landesverband Freier Wohnungsunternehmen Hamburg
Maler- und Lackierer-Innung Hamburg
Mieter helfen Mietern
Mieterverein zu Hamburg
Norddeutscher Baugewerbeverband e.V.
Ring Deutscher Makler Landesverband
SAGA Siedlungs-Aktiengesellschaft
Schornsteinfeger-Innung
Solarzentrum Hamburg
Staatliche Gewerbeschule Bautechnik
Staatliche Gewerbeschule Holztechnik, Farbtechnik und Raumgestaltung
Staatliche Gewerbeschule Installationstechnik
STATTBAU Hamburg
STEG Stadterneuerungs- und Stadtentwicklungsgesellschaft Hamburg
TU Hamburg-Harburg, Arbeitsgebiet Bauphysik und Werkstoffe im Bauwesen
TU Hamburg-Harburg, Arbeitsgebiet Heizungs- und Klimatechnik
TU Hamburg-Harburg, Arbeitsgebiet Angewandte Bautechnik
Vattenfall Europe
VDI Gesellschaft Bautechnik
VDI Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung
VDI Gesellschaft Umweltschutztechnik
Verband Beratender Ingenieure
Verband Norddeutscher Wohnungsunternehmen e.V.
Verbraucherzentrale Hamburg
Vereinigung der Prüfingenieure für Baustatik
ZEBAU Zentrum für Energie, Bauen, Architektur und Umwelt GmbH
ZEWU Zentrum für Energie-, Wasser- und Umwelttechnik

Impressum
Herausgeber: Initiative für „Arbeit und Klimaschutz“, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt
Text: Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, SolarZentrum Hamburg
Gestaltung: Karina Petersen, Hamburg
Grafiken: DGS, aus dem Leitfaden „Solarthermische Anlagen“

© 2008 Initiative „Arbeit und Klimaschutz“, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt
Gedruckt auf 100% Recycling Papier
Umweltelefon: 040 / 34 35 36
www.hamburg.de/arbeitsundklimaschutz

Inhalt

Lust auf Sonne?	4
Gute Argumente	5
Reicht die Sonne in Hamburg	6
Sonnenwärme für das Eigenheim	8
Was muss vorhanden sein?	10
Die Sonne ist flach und 40 kg schwer	11
Kollektormontage	15
Ein Speicher für die kalten Tage	18
Planung und Auslegung	20
Solarthermie im Wohnungsbau	23
Dimensionierung	25
Mietrechtliche Fragen	26
Gute Planung zahlt sich aus	27
Energiebilanz	28
Was kostet die Anlage?	29
Anlagenbeispiele	32
Weitere Anwendungsbeispiele	34
Finanzielle Förderung und Finanzierung	36
Wir helfen Ihnen weiter	38
Die Träger der Initiative	39

Lust auf Sonne?

5 Milliarden Jahre Garantie

Die notwendige Energie für alles Leben auf der Erde liefert die Sonne. Und deren Energieangebot ist riesig – in Deutschland auf der Erde ankommende Solarstrahlung übersteigt den Energiebedarf um das etwa 80-fache. Die Sonne scheint bereits ca. 5 Milliarden Jahre. Und vermutlich steht Sie uns noch weitere 5 Milliarden Jahre als zuverlässiger Energielieferant zur Verfügung - ohne Risiken, ohne Schadstoffe und dazu auch noch kostenlos.

Die fossilen Energievorräte Kohle, Öl und Erdgas sowie Uran werden in zunehmendem Maß verbraucht, um den weltweit wachsenden Energiebedarf abzudecken.

Die Folgen sind Schadstoffe in der Luft und die Veränderung des Klimas durch Kohlendioxid. Auch werden die Energiepreise in Zukunft weiter deutlich ansteigen, da die zur Verfügung stehenden fossilen Ressourcen begrenzt sind und weltweit der Energieverbrauch steigt.

Eine Solaranlage bedeutet also auch ein Stück Unabhängigkeit von der Energiepreisentwicklung, denn die Sonne schickt keine Rechnung.



SolarPromotion GmbH, Pforsheim

Energiepreisentwicklung der letzten Jahre für Öl, Gas und Pellets

Quelle: Pelletspreise = Deutscher Energie-Pellet-Verband e.V./Solar Promotion GmbH
Heizöl- und Erdgaspreise = Brennstoffspiegel
Basis: Verbraucherpreise für die Abnahme von 3.000 l Heizöl, 33.540 kWh Gas bzw. 6 t Pellets (inkl. MwSt. und sonstigen Kosten)

Gute Argumente

- ✘ Der Kollektor auf dem Dach ist ein weithin sichtbares Zeichen für Verantwortungs- und Umweltbewusstsein sowie –engagement. Warten Sie nicht länger auf die Anderen - handeln Sie selbst und gehen Sie mit gutem Beispiel voran!
- ✘ Mit der Solaranlage holen Sie sich natürliche Energie direkt ins Haus. Es macht Spaß, beim Baden oder Duschen von der Sonne erwärmtes Wasser zu nutzen - besonders im Sommer, wenn der Heizkessel ausgeschaltet bleiben kann.
- ✘ Die Solaranlage macht ein Stück weit unabhängig von den Steigerungen der Energiepreise. Eine Standard-Solaranlage reicht in unseren Breiten aus, um den Energiebedarf für die Warmwasserbereitung von Mai bis September vollständig zu decken – mit kostenloser Energielieferung .
- ✘ Thermische Solaranlagen sind technisch ausgereift, sehr wartungsarm und besitzen eine Lebensdauer von circa 20 Jahren. Sie steigern sowohl den Wert von Immobilien wie auch deren Image. „Solarhäuser“ lassen sich besser verkaufen bzw. schneller vermieten.



Solarenergie ist Lebensqualität

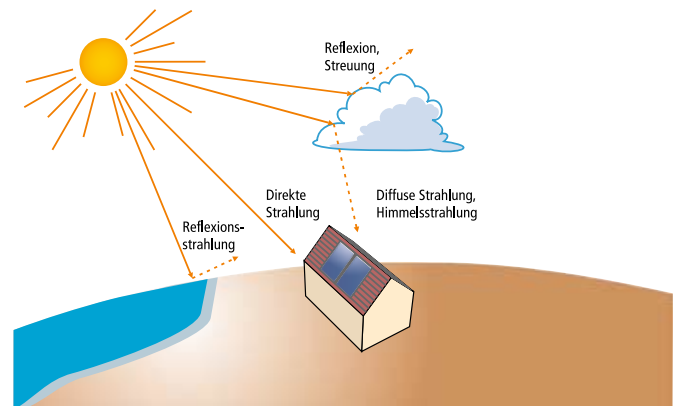
Reicht die Sonne in Hamburg?



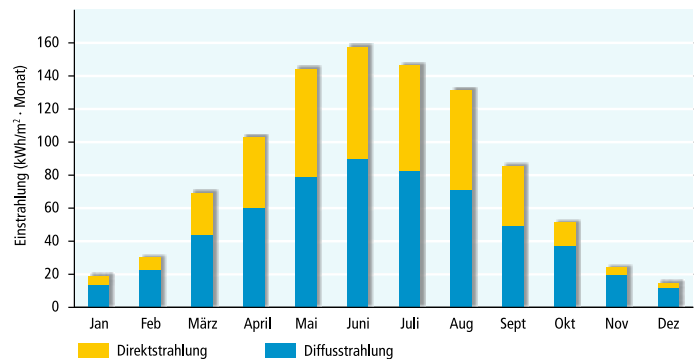
Misstrauen in die Sonne ist in Hamburg weit verbreitet. Wind und Wasser sind hier zunächst einmal vertrautere Elemente. Das sprichwörtliche „Hamburger Schmuddelwetter“ ist nasskalt und neblig, mit horizontalen Regenschauern.

Aber auch hier scheint die Sonne statistisch etwa 1.800 Stunden im Jahr – das ist nicht viel weniger als im Süden Deutschlands und reicht für die effiziente Nutzung etwa zur Warmwasserbereitung allemal aus.

Jahr für Jahr werden auf jeden Quadratmeter Dachfläche in Hamburg etwa 1.000 kWh kostenlose Sonnenenergie eingestrahlt, $\frac{3}{4}$ davon werden während des Sommerhalbjahres April bis September geliefert. Rund die Hälfte dieser sogenannten Globalstrahlung ist diffuse Strahlung, die ebenso wie die direkte Strahlung von der Solaranlage genutzt werden kann. Auch bei bedecktem Himmel wird also Energie geerntet. Die Jahressumme der Globalstrahlung in Hamburg von 1.000 kWh/m² entspricht einer Brennstoffmenge von rund 100 Litern Heizöl oder 100m³ Erdgas.



Die Globalstrahlung und ihre Komponenten



Die Monatssummen der Globalstrahlung / diffus und direkt

Sonnenwärme für das Eigenheim

So funktioniert ihr privates Sonnensystem

Der Kollektor auf dem Dach wandelt die einfallende Solarstrahlung in nutzbare Wärme um. Er ist damit das Bindeglied zwischen der Sonne und dem Warmwassernutzer.

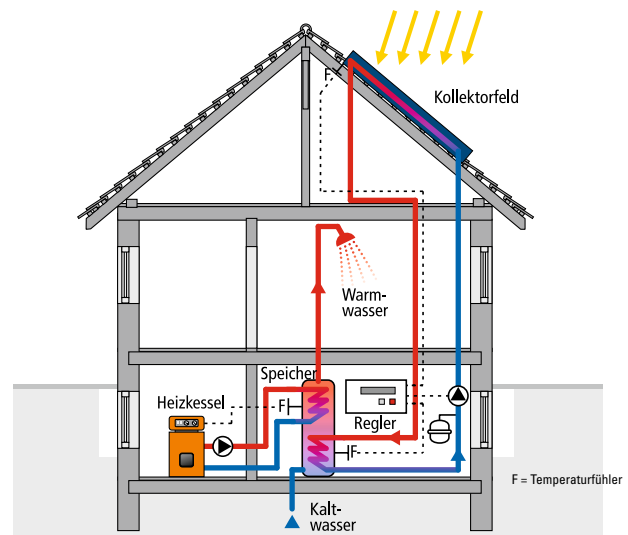
Die Wärme entsteht durch die Absorption der Sonnenstrahlung an einer dunkel beschichteten Metallplatte, dem Absorber. Er ist das wesentliche Bauteil des Kollektors. Vom Absorber wird die Wärme durch ein geschlossenes Rohrsystem, dem Solarkreis, zum Speicher transportiert. Im Solarkreis zirkuliert ein frostsicheres Wasser-Propylen-glykol-Gemisch.

Der Wärmetransport vom Kollektor zum Speicher wird über eine Temperatur-Differenz-Regelung gesteuert. Die Regelung setzt die Umwälzpumpe des Solarkreises immer dann in Betrieb, wenn die Temperatur im Kollektor einige Grade über der Temperatur im unteren Speicherbereich liegt. Dadurch gelangt die von der Sonne erwärmte Solarflüssigkeit vom Kollektor in den unteren Wärmetauscher, wo die Wärme über den Solarkreiswärmetauscher an das Trinkwasser im Speicher übertragen wird.

Die abgekühlte Solarflüssigkeit fließt in der Rücklaufleitung zum Kollektor zurück.

Im Speicher steigt das erwärmte Trinkwasser nach oben. Entsprechend seiner Dichte bzw. Temperatur

entsteht im Speicher eine Schichtung: das wärmste Wasser befindet sich oben, (dort, wo gezapft wird) das kälteste unten (dort, wo kaltes Wasser eingespeist wird).



Die Standard-Solaranlage zur Warmwasserbereitung

Damit der Wärmetransport nicht durch Luft im Solarkreis behindert wird, ist am höchsten Punkt der Solaranlage ein automatischer Entlüfter mit Absperrhahn oder ein Handentlüfter angebracht. Eine Rückschlagklappe im Solarkreis verhindert, dass sich der Speicher nachts aufgrund von Schwerkraftzirkulation über den Kollektor auskühlt.

Für den sicheren Betrieb der Solaranlage sind ein Sicherheitsventil und ein Ausdehnungsgefäß installiert: Das Sicherheitsventil öffnet bei Überschreiten des Ansprechdrucks und lässt Solarflüssigkeit in einen Auffangbehälter ab. Das Ausdehnungsgefäß hat die Aufgabe, den Anlagendruck konstant zu halten. Zusätzlich sollte die Größe des Ausdehnungsgefäßes ausreichend für den Flüssigkeitsinhalt des Kollektorfeldes sein. Wenn bei anhaltender Einstrahlung in den Solarkollektoren die Wärme nicht weiter durch die Solarflüssigkeit abgeführt wird (z.B. während der Urlaubszeit), geht ein Teil der Flüssigkeit in die Dampfphase. Trotzdem kocht die Anlage nicht über: das zusätzliche Volumen des Kollektorinhalts wird in das Ausdehnungsgefäß verdrängt, so dass der maximal zulässige Betriebsdruck nicht erreicht wird und das Sicherheitsventil nicht anspricht. Alle Sicherheitsbauteile und die Pumpe sind in einer Baugruppe, der Solarstation, zusammengefasst, die vormontiert und mit passender Wärmedämmung geliefert wird.

Bei heute üblicher Dimensionierung im Ein- und Zweifamilienhausbereich (pro Person etwa 1,0 bis 1,5 m² Kollektorfläche und ca. 80 – 100 l Speichervolumen) wird das Trinkwasser im Sommer weitgehend über die Solaranlage erwärmt. Dadurch ergibt sich ein solarer Deckungsanteil (Anteil der Sonnenenergie am Gesamtenergiebedarf für die Trinkwassererwärmung) für das Jahr von etwa 60%.

Die restlichen 40% müssen über eine Zusatzheizung gedeckt werden. Dies geschieht in der Regel über den Heizkessel und den oberen Nachheizwärmetauscher des Speichers. Mitentscheidend für die Höhe des Zusatzenergiebedarfs ist die am Kesselregler eingestellte Trinkwassersolltemperatur. Je niedriger diese eingestellt wird, z. B. auf 45°C, desto höher ist der Deckungsanteil der Solarenergie und entsprechend niedriger der Anteil der Zusatzenergie und umgekehrt.

Durch den Anschluss von Waschmaschinen und Geschirrspüler an die Solaranlage bietet sich die Möglichkeit, teuren elektrischen Strom durch Sonnenenergie zu ersetzen und gleichzeitig den Nutzungsgrad der Anlage zu erhöhen. Geschirrspüler, die für den Anschluss an die Warmwasserleitung geeignet sind, können direkt an die Solaranlage angeschlossen werden.

Da die meisten Waschmaschinen keinen Warmwasseranschluss besitzen, muss die Regelung der Kalt- bzw. Warmwasserzufuhr mit Hilfe eines Vorschaltgerätes erfolgen.

Die Einbindung eines vorhandenen Trinkwasserspeichers ist nicht zu empfehlen: es erhöht sich der Regelaufwand, die Wärmeverluste sind höher im Vergleich zu einem einzigen Solarspeicher und der Nutzungsgrad der Anlage sinkt.

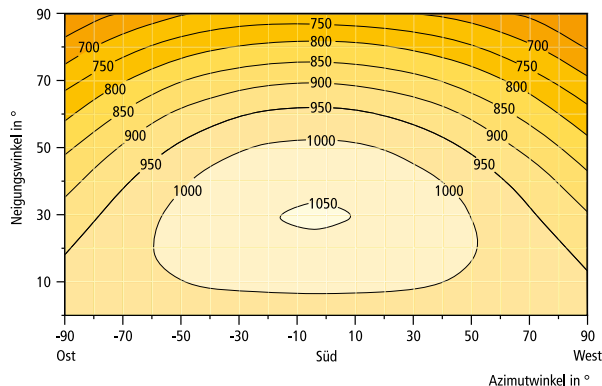
Was muss vorhanden sein?

Um die Solarenergie sinnvoll nutzen zu können, sind drei wesentliche bauliche Faktoren notwendig:

1. ein geeigneter Montageort für den Kollektor
2. ein geeigneter Aufstellort für den Solarspeicher
3. eine zentrale Warmwasserbereitung des Gebäudes

Als Montageort für die Kollektoren wird in der Regel das Dach herangezogen. Dies muss nicht das Hausdach sein, auch das Flachdach eines Car-Ports oder ein Nebengebäude können geeignet sein.

Wie viel Sonnenenergie im Laufe eines Jahres auf ein geneigtes Dach fällt, ist von Ausrichtung, Neigung und Verschattungssituation abhängig.



Die Jahressumme der Globalstrahlung auf verschiedenen orientierte Empfangsflächen (kWh/m²/Jahr)

Es ergibt sich ein Optimum der Einstrahlung bei Süd-ausrichtung ($\alpha = 0^\circ$) und einer Neigung von $\beta = 30^\circ$. Der maximale Ertrag einer thermischen Solaranlage zur Warmwasserbereitung lässt sich bei einer Südausrichtung ($\alpha = 0^\circ$) und einer Neigung von $\beta = 45^\circ$ erzielen (s. Seite 28). Abweichungen von der optimalen Ausrichtung können in weiten Bereichen toleriert werden, da damit keine nennenswerten Strahlungs- bzw. Ertragseinbußen verbunden sind. Selbst eine Ost- bzw. Westdachlage kann genutzt werden, wenn der Richtungs-nachteil durch eine entsprechend vergrößerte Kollektorfläche (ca. 20%) ausgeglichen wird.

Jedes Dach mit einer Ausrichtung zwischen Südosten und Südwesten und einer Neigung von 20 bis 50° ist solartechnisch gut nutzbar.

Bei einer vorliegenden Verschattung z.B. durch nahe-stehende, hohe Bäume ist der Einfluss auf den solaren Ertrag im Einzelfall zu prüfen.

Der Solarspeicher sollte in der Nähe des Heizkessels aufgestellt werden. Es ist darauf zu achten, dass der Transport zum Aufstellort möglich und eine ausreichende Raumhöhe vorhanden ist.

Neben geeigneten Aufstellorten für Kollektor und Speicher ist eine zentrale Warmwasserbereitung im Gebäude sehr sinnvoll.

Eine Baugenehmigung ist in Hamburg außer bei denkmalgeschützten Gebäuden nicht notwendig.

Die Sonne ist flach und 40 kg schwer

Welchen Kollektor auswählen und wie einbauen?
Es gibt unterschiedlichste Arten und Bauformen von Kollektoren für verschiedene Einsatzgebiete mit spezifischen Kosten und Leistungen:

- unverglaste Kollektoren (Absorber)
- Flachkollektoren
- Vakuumröhrenkollektoren

Absorber

Der unverglaste Kollektor kommt in erster Linie als Kunststoffabsorber (meist aus EPDM) zur Erwärmung von Schwimmbadwasser zum Einsatz. Das Beckenwasser fließt direkt durch die Absorberrohre und wird dabei erwärmt. Besonders für Freibäder sind diese Anlagen geeignet, denn im Sommer fallen Sonneneinstrahlung

und Heizbedarf für das Beckenwasser zeitlich in idealer Weise zusammen. Die Anlagen sind einfach aufgebaut, kostengünstig und zuverlässig – und wirtschaftlich günstiger als die Beheizung mit Öl oder Gas.

Eine umweltfreundliche Alternative auch für das private Schwimmbad!

solare Schwimmbadwassererwärmung im Freibad und privaten Pool



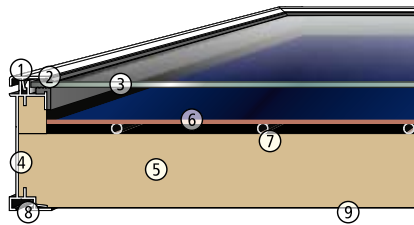
Sonne zu nutzen ist nicht schwer: dieser Flachkollektor wiegt nur 40 kg.



Flachkollektoren

Marktgängige Flachkollektoren bestehen aus einem Metallabsorber, der in einem flachen, rechteckigen Gehäuse untergebracht ist. Es ist zur Rückseite und zu den schmalen Seiten wärmegeklämt und an der Oberseite mit einer transparenten Abdeckung, dem Solar-Sicherheitsglas versehen. Zwei Rohranschlüsse für den Zu- und Abfluss des Wärmeträgermediums führen meist seitlich aus dem Kollektor.

1. Rahmen
2. Dichtung
3. transparente Abdeckung
4. Rahmen Seitenwandprofil
5. Wärmedämmung
6. Vollflächenabsorber
7. Flüssigkeitskanal
8. Befestigungsnut
9. Rückwand



Schnitt durch einen Flachkollektor

Flachkollektoren wiegen etwa 15 bis 20 kg/m². Sie werden in verschiedenen Größen hergestellt: von 1,5 m² bis 12,5 m², in bestimmten Fällen auch größer. Die gängige Größe beträgt ca. 2 m², d. h. diese Kollektoren wiegen ca. 40 kg je Modul.

Das Kernstück eines Flachkollektors ist der Absorber. Er besteht aus einem gut wärmeleitenden Metallblech (z. B. aus Kupfer oder Aluminium, voll-

flächig oder in Streifen) mit einer dunklen Beschichtung und aus mit ihm leitend verbundenen Wärmeträgerrohren, die in der Regel aus Kupfer bestehen.

Trifft Solarstrahlung auf den Absorber, wird sie überwiegend absorbiert und teilweise reflektiert. Durch die Absorption entsteht Wärme, die im Blech an die Wärmeträgerrohre oder -kanäle geleitet wird. Durch diese strömt die Wärmeträgerflüssigkeit, welche die Wärme aufnimmt und zum Speicher transportiert.

Aufgabe eines Sonnenkollektors ist es, eine möglichst hohe Wärmeausbeute zu erzielen.

Deshalb wird u. a. angestrebt, dem Absorber ein hohes Absorptionsvermögen für Licht und ein niedriges Emissionsvermögen für Wärme zu geben. Dies erreicht man durch die Selektivbeschichtung. Sie hat gegenüber schwarzen Lacken eine optimierte Schichtstruktur zur Umwandlung kurzwelliger Solarstrahlung in Wärme und Verminderung von Wärmeabstrahlung an die Umgebung.

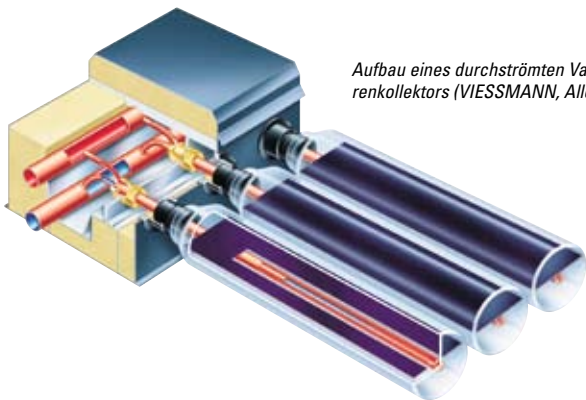
Vorteile des Flachkollektors

- preisgünstiger als ein Vakuumröhrenkollektor
- vielseitige Montagemöglichkeiten (Aufdachmontage, dachintegrierte Montage, Fassadenmontage und Freiaufstellung)
- gutes Preis-Leistungsverhältnis

Vakuumpipelinekollektoren

Zur Verringerung der thermischen Verluste in einem Kollektor werden Glaszylinder (mit innenliegendem Absorber) ähnlich wie Thermoskannen evakuiert. Um die Wärmeverluste durch Konvektion vollständig zu unterdrücken, muss der in der Glasröhre eingeschlossene Raum auf unter 10^{-2} bar evakuiert werden. Eine weitere Evakuierung verhindert die Verluste durch Wärmeleitung.

Die Strahlungsverluste sind, wie auch beim Flachkollektor, durch selektive Schichten niedrig gehalten. Die Wärmeverluste an die Umgebungsluft sind damit sehr stark reduziert. Auch bei einer Absorbtemperatur von 120°C und mehr bleibt das Glasrohr außen kalt. Die meisten Vakuumpipeline werden bis auf 10^{-5} bar evakuiert.



Aufbau eines durchströmten Vakuumpipelinekollektors (VIESSMANN, Allendorf)

Beim Vakuumpipelinekollektor ist der Absorber entweder als flacher oder gewölbter Blechstreifen, oder als eine auf einem innenliegenden Glaskolben aufgebraute Beschichtung in eine evakuierte Glasröhre eingebaut. Die durch den Unterdruck in der Röhre gegenüber dem Luftdruck entstehenden Kräfte werden durch die hohe Druckfestigkeit der Röhrenform sehr gut aufgenommen.

Ein Vakuumpipelinekollektor besteht aus einer Anzahl miteinander verschalteter Röhren, die am Kopf durch einen Verteiler- bzw. Sammlerkasten verbunden sind. Darin laufen die gedämmten Vor- bzw. Rücklaufleitungen. Am Fuß werden die Röhren auf einer Schiene mit Röhrenhalterungen befestigt.

Es gibt zwei Arten von Vakuumpipelinekollektoren: die direkt durchströmten und die Heatpipe-Vakuumpipelinekollektoren. Bei der durchströmten Bauart wird der Wärmeträger entweder über ein Rohr-im-Rohr-System (Koaxialrohr) bis zum Boden des Glaskolbens geführt, wo er im Gegenstrom zurückfließt und dabei die Wärme vom hochselektiven Absorber aufnimmt, oder er durchströmt ein U-förmiges Rohr.

Bei dem Heatpipe Kollektortyp steckt in der evakuierten Glasröhre ein Absorberstreifen, der mit einem Wärmerohr (Heatpipe) metallisch wärmeleitend verbunden ist. Das Wärmerohr ist mit Alkohol oder Wasser mit Unterdruck gefüllt, der/das schon bei geringen Temperaturen (ca. 25°C) ver-

dampft. Der so entstandene Dampf steigt nach oben. Am oberen Ende des Wärmerohrs wird die durch Kondensation freiwerdende Wärme über einen Wärmetauscher (Kondensator) an die vorbeiströmende Wärmeträgerflüssigkeit übertragen. Das Kondensat fließt in dem Wärmerohr zur erneuten Wärmeaufnahme nach unten zurück. Damit dieser Vorgang funktioniert, müssen die Röhren mit einer Mindestneigung von 25° montiert werden.

Vorteile des Vakuumröhrenkollektors

- hoher Wirkungsgrad auch bei niedrigen Einstrahlungen (z. B. im Winter)
- geringerer Flächenbedarf (ca. 1/3 weniger) im Vergleich zu Flachkollektoren
- Montage auf Flachdächern ohne Aufständerung möglich (durchströmte VRK)
- bei Ost-/West-Dachflächen kann der Richtungs-nachteil teilweise ausgeglichen werden

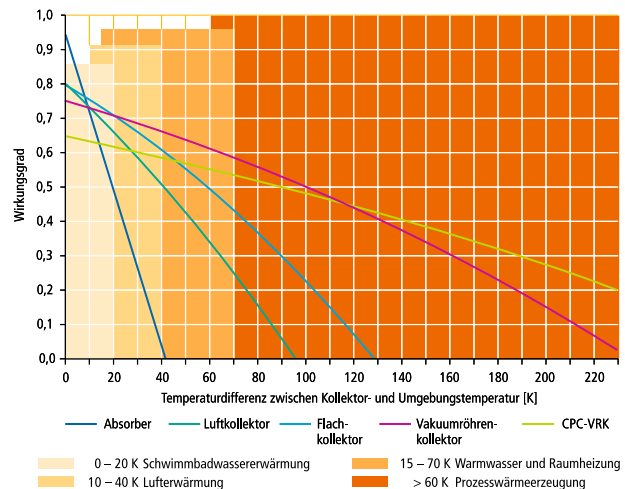
Bei den sogenannten CPC¹-Vakuumröhrenkollektoren werden zur Vergrößerung der Aperturfläche verspiegelte Reflektoren eingesetzt.

¹ CPC=compound parabolic concentrator

Kollektorkennlinien und Einsatzgebiete

Die Abbildung zeigt typische Wirkungsgradkennlinien der Kollektorarten Schwimmbadabsorber, Flachkollektor, Luftkollektor² und Vakuumröhrenkollektoren (ohne und mit CPC).

Bei $\Delta\Theta = 0$ hat die jeweilige Kollektorart ihren höchsten Wirkungsgrad (η_0). Bei ihrer Maximaltemperatur, d. h. wenn sie ihre Stillstandstemperatur erreicht hat, ist der Wirkungsgrad gleich Null. Der Einsatzbereich für die solare Trinkwassererwärmung und Raumheizung liegt zwischen 15 und 70 K.



Wirkungsgradkennlinien der verschiedenen Kollektorarten

² Luftkollektoren werden nicht von einer Flüssigkeit, sondern von Luft durchströmt, die dann zur Raumlüftung genutzt werden kann.

Kollektormontage

Grundsätzlich lassen sich Kollektoren

- auf ein geneigtes Dach montieren
- in ein geneigtes Dach integrieren
- auf ein Flachdach bzw. eine Freifläche aufständern und
- an eine Fassade montieren

Jede dieser Lösungen hat ihre Vor- und Nachteile. Welche von ihnen ausgewählt wird, hängt von den örtlichen Gegebenheiten, der Kollektorart und den eigenen Wünschen ab. Während bei Schrägdächern und Fassaden Neigung und Ausrichtung mehr oder weniger vorgegeben sind, ermöglicht die Flachdachmontage oder die Freiaufstellung meist die exakte Südorientierung und den günstigsten Neigungswinkel.



Aufdachmontage

Bei der Aufdachmontage werden die Kollektoren etwa 5–10 cm über der Dachhaut montiert. Die Haltepunkte werden durch sogenannte Dachhaken oder Sparrenanker gebildet, die auf die Sparren, auf eine Welle geschraubt oder auf einen Stehfalz geklemmt werden. Erstere sind so geformt, dass sie zwischen zwei Reihen von Dachziegeln oder Schindeln hindurchgeführt werden können.

Vorteile der Aufdachmontage:

- Schnelle und einfache Montage, sie ist dadurch preiswerter
- Die Dachhaut bleibt geschlossen

Nachteile der Aufdachmontage:

- Zusätzliche Dachlast (ca. 20–25 kg/m² Kollektorfläche für Flachkollektoren und 15–20 kg/m² für Vakuumröhrenkollektoren)
- optisch nicht so ansprechend wie die Indachmontage
- Rohrführung z. T. über Dach (Witterungseinflüsse, Vogelfraß)



Indachmontage

Bei der Indachmontage werden die Dachziegel an der entsprechenden Stelle entfernt und die Kollektoren direkt auf die Dachlatten montiert. Die Abdichtung an den Übergängen zur Dachhaut wird durch eine überlappende Konstruktion erreicht. Dabei wird der Kollektor überwiegend mittels spezieller Eindeckrahmensysteme aus Aluminium oder Zink und Blei in die Dachabdeckung eingebunden (ähnlich wie Dachfenster). Die Einbindung in ein Schrägdach ist meist die architektonisch elegantere Lösung.

Indachmontage von Flachkollektoren



Vorteile der Indachmontage:

- Es werden keine zusätzlichen Dachlasten aufgebracht
- Sie ist optisch ansprechender (Dacheindeckrahmen können bei einigen Herstellern in verschiedenen Farben bezogen werden), Kollektorgöße teilweise im Rastermaß der Dachflächenfenster erhältlich
- Rohrführung unterhalb der Dacheindeckung
- Einsparung von Dachpfannen (Neubau), Reservepfannen (Altbau)

Nachteile der Indachmontage:

- Teurer, da material- und montageaufwendiger
- Die Dachhaut wird „unterbrochen“, mögliche Schwachstelle
- Eventuell Abtransport von überschüssigen Dachpfannen (Kosten)



Dachparallel montierte Vakuumröhrenkollektoren

Flachdachmontage

Grundsätzlich müssen Kollektoren auf Flachdächern schräg angestellt werden (20–50°). Ausnahme: direkt durchströmte Vakuumröhrenkollektoren können auch horizontal auf einem Flachdach montiert werden. Für Flachkollektoren gibt es Flachdachständer aus verzinktem Stahl oder Aluminium in entsprechenden Anstellwinkeln. Aufgrund der entstehenden Windangriffsflächen müssen die Kollektoren gegen Abheben und Herabstürzen bzw. Gleiten gesichert werden.



Auf Flachdach aufgeständerte Flachkollektoren

Die Fassadenmontage

Grundsätzlich lassen sich Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren auch an Fassaden montieren. Die Fassadenmontage spielt aber derzeit noch eine untergeordnete Rolle. Vor dem Hintergrund möglichst hoher Deckungsanteile im Winter und insbesondere als architektonisches Gestaltungselement findet sie jedoch zunehmend Anwendung.



An der Fassade montierte Kollektoren



Ein Speicher für die kalten Tage

Das Energieangebot der Sonne ist nicht beeinflussbar und stimmt selten mit den Zeiten des Wärmebedarfs überein. Zum Ausgleich der kurzfristigen Witterungsschwankungen muss die solar erzeugte Wärme gespeichert werden. Standard-Solarspeicher bestehen entweder aus emailliertem Stahl oder Edelstahl und besitzen eine Reihe von Konstruktionsmerkmalen, die sie von konventionellen Trinkwasserspeichern unterscheidet und ihre Eignung hinsichtlich der Nutzung der Sonnenenergie entscheidend beeinflusst:

1. Schlankheit des Warmwasserspeichers

Solarspeicher sind schlanke, hohe Standspeicher. Nur so kann sich im Speicher eine Temperaturschichtung bilden: oben heißes, in der Mitte warmes und unten kaltes Wasser. Diese Schichtung ist eine Grundvoraussetzung für das optimale Funktionieren einer Solaranlage.

2. Prallplatte am Kaltwassereingang

Sie verhindert, dass sich das bei einer Zapfung einfließende Kaltwasser durch Verwirbelung mit wärmerem Wasser in den höheren Schichten vermischt und dadurch die Schichtung teilweise zerstört wird.

3. Warmwasserentnahme

Damit keine unnötigen Wärmeverluste entstehen, erfolgt in einem Solarspeicher die Warmwasserentnahme aus dem Bereitschaftsbereich bzw. -volumen entweder syphonartig seitlich aus dem Speicher

heraus, innerhalb des Speichers von oben nach unten durch einen Bodenflansch oder außerhalb des Speichers in der Wärmedämmung nach unten.

4. Wärmetauscher, -anschlüsse

Die Lage des Nachheizwärmetauschers im oberen Speicherbereich garantiert eine rasche Erwärmung des Bereitschaftsvolumens (Tagesbedarf), ohne dem Solarkreis die Möglichkeit zu nehmen, auch geringe Sonnenenergiemengen wirksam in den kälteren Bereich des Speichers einlagern zu können. Der Solarkreiswärmetauscher sollte im Speicher möglichst weit nach unten reichen, damit der Speicherinhalt bis zum Speicherboden erwärmt werden kann.

5. Dämmung des Speichers

Zu einem leistungsfähigen Solarspeicher gehört auch eine gute Wärmedämmung. Sie sollte seitlich 10 und oben 15 cm dick sein und auch den Speicherboden mit einbeziehen, überall gut anliegen und aus FCKW- und PVC-freien Materialien bestehen.

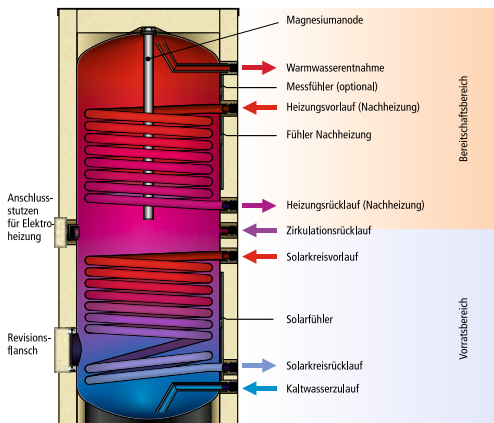
6. Speichertemperaturfühler Solarkreis

Dieser Fühler sollte immer im unteren Drittel des Speichers auf der mittleren Höhe des Solarkreiswärmetauschers angebracht werden. Wenn keine Tauchhülse in der entsprechenden Höhe am Speicher zur Verfügung steht, kann auch ein Anlegefühler verwendet werden.

7. Speichertemperaturfühler Nachheizung

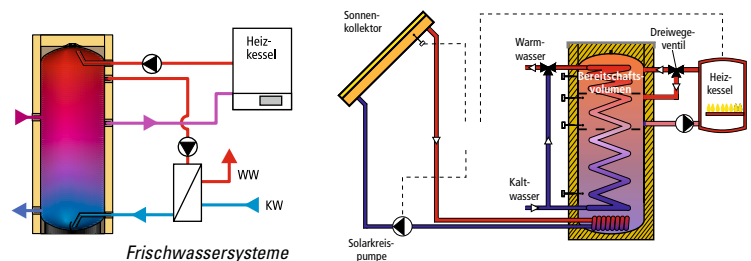
Dieser Fühler liefert die Information für die Regelung der Nachheizung und signalisiert entsprechend der an der Kesselregelung eingestellten Warmwassertemperatur Beginn und Ende der Nachheizung. Angebracht werden sollte er in Höhe des Nachheizwärmetauschers oder höher, jedoch niemals unterhalb.

Die Speichertemperatur sollte bei trinkwasserbefüllten Speichern möglichst 60°C nicht überschreiten, da ab dieser Temperatur verstärkt der Kalk im Trinkwasser ausfällt. Um auf jeden Fall eine Verbrühungsgefahr durch zu heißes Speicherwasser auszuschließen, befindet sich am Warmwasserausgang des Speichers ein Brauchwassermischer, der ggf. Kaltwasser zumischt.



Der Standardsolarspeicher

Insbesondere aus hygienischen Gründen werden zunehmend sogenannte Frischwassersysteme eingesetzt, bei denen der Solarspeicher als Pufferspeicher ausgeführt ist und die Trinkwassererwärmung im Durchlaufprinzip entweder über einen internen Rippenrohrwärmetauscher oder externen Plattenwärmetauscher erfolgt. Weiterer Vorteil gegenüber trinkwasserbefüllten Speichern: die Speichermaximaltemperatur liegt bei 90°C, so dass der Speicher mehr Solarwärme aufnehmen und bevorraten kann.



Speicher für die solare Heizungsunterstützung

Für die Nutzung der Sonnenenergie zur Unterstützung der Raumheizung in der Übergangszeit werden sogenannte Kombispeicher eingesetzt. Hierbei erfolgt die Trinkwassererwärmung entweder im Durchlaufprinzip mittels innen- oder aussenliegender Wärmetauscher (s. Seite 21) oder als Tank-in-Tank Speicher (s. Seite 22). Sowohl die Nachheizung wie auch die Heizungsanbindung an den Speicher erfolgen direkt.

Planung und Auslegung

Solaranlagen zur Warmwasserbereitung

In der Regel verfolgt die Auslegung einer thermischen Solaranlage zur Warmwasserbereitung im Ein- und Zweifamilienhausbereich das Ziel, den Energiebedarf der Trinkwassererwärmung während der Sommermonate Mai bis September zu 100% über die Solaranlage abzudecken. In den übrigen Monaten, in denen der Heizkessel ohnehin läuft, muss die Nachheizung entsprechend der Einstrahlung die fehlende Wärme liefern.

Der Warmwasserverbrauch der Bewohner eines Hauses ist eine Schlüsselgröße bei der Anlagenplanung und sollte, sofern keine Verbrauchsmessungen vorliegen, so gut wie möglich abgeschätzt werden. Im Zuge der Bedarfsermittlung sollte geprüft werden, ob die Möglichkeiten, Trinkwasser zu sparen, bereits konsequent genutzt werden (z.B. durch wasser- und energiesparende Armaturen). Geringerer Wasserverbrauch bedeutet kleinere Solaranlagen und damit niedrigere Investitionen!

Der durchschnittliche Warmwasserverbrauch liegt bei ca. 40 Litern (45°C) pro Person und Tag.

Aufgrund jahrzehntelanger Erfahrung mit thermischen Solaranlagen lässt sich für die komplette Abdeckung des Warmwasserbedarfs in den Sommermonaten als erste Abschätzung für die wesentlichen Anlagekomponenten angeben:

Kollektorfläche

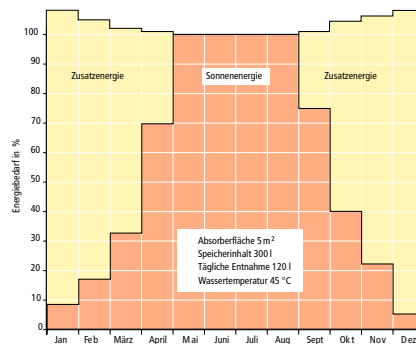
1,5 m² Flachkollektorfläche pro Person

1 m² Vakuumröhrenkollektorfläche pro Person

Speichervolumen

80 - 100 Liter pro Person

In der nachfolgenden Abbildung sind die monatlichen solaren Deckungsanteile einer solarthermischen Anlage dargestellt. Man erkennt, dass sich bei einer 100% solaren Deckung des Bedarfs in den strahlungsreichen Monaten Mai bis August ein Jahresdeckungsanteil von 60% ergibt.



Der solare Deckungsanteil in den einzelnen Monaten

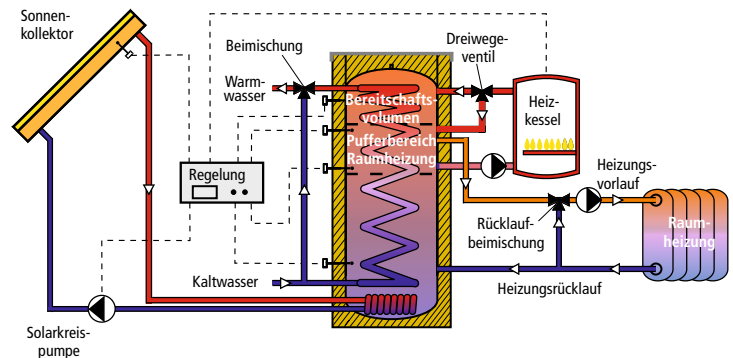
Eine Vergrößerung der Kollektorfläche zur Erhöhung des Deckungsanteils hätte nicht nutzbare Überschüsse in den Sommermonaten zur Folge und ist nicht zu empfehlen. Dies führt nicht nur zu häufigen sehr hohen thermischen Belastungen der Kollektoren (Stillstand), sondern auch zu einer geringeren Wirtschaftlichkeit (Mehrkosten sind höher als Mehrertrag).

Solaranlagen zur Heizungsunterstützung (Kombianlagen)

Neben der Standardsolaranlage zur Trinkwassererwärmung begünstigt der zunehmend sinkende Wärmebedarf durch gestiegene Anforderungen im Neubau und Bestand sowie die steigenden Energiekosten den Trend, Solarsysteme mit Heizungsunterstützung zu installieren, sogenannte Kombianlagen. Hier ist eine Abdeckung des Gesamtwärmebedarfs durch die Solaranlage, je nach Wärmeschutz des Gebäudes, von 10-20% im Bestand bis zu 20-50% in einem Niedrigenergiehaus zu erwarten.

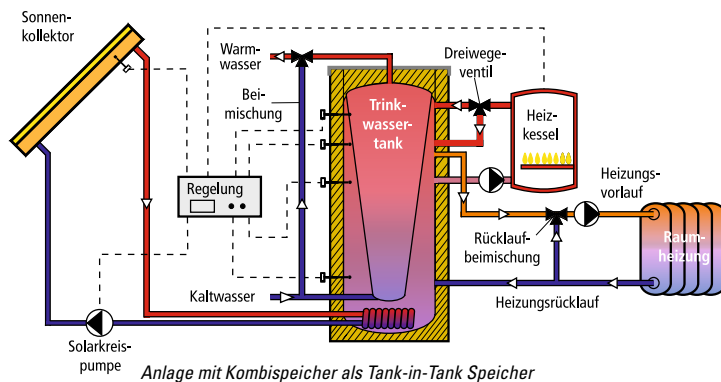
Die Heizungsunterstützung ist technisch so realisiert, dass entweder der Kessel auf den Speicher (Pufferspeicher) und dieser auf den Heizkreis arbeitet oder der Heizungsrücklauf über das Solarsystem in der Temperatur angehoben wird. Der Heizkessel muss dann weniger bis keine Wärme nachliefern.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen zwei mögliche Systemvarianten einer solarthermischen Anlage mit Heizungsunterstützung im Hinblick auf die Warmwasserbereitung.



Anlage mit Kombispeicher und Pufferbereich für den Heizkessel

Bei diesem Konzept arbeitet der Heizkessel ausschließlich auf den Pufferspeicher. Dies hat den Vorteil, dass ein häufiges Aus- und Einschalten (Takten) des Heizkessels und die daraus resultierenden höheren Emissionen vermieden werden. Es wirkt sich insbesondere dann positiv aus, wenn nur eine geringe Leistung für die Gebäudeheizung benötigt wird. Beim Einsatz von Holzheizkesseln ist ein Puffervolumen zwingend notwendig. Der Heizkreis entzieht dem Speicher im oberen Bereich Heizungswasser und speist den abgekühlten Heizungsrücklauf unten in den Pufferspeicher ein.



In den Pufferspeicher ist ein kleinerer Trinkwasserspeicher fest eingebaut. Der Solarkreis wird über einen internen Wärmetauscher geführt, die Nachheizung lädt direkt in den oberen Bereich. Auch hier entzieht der Heizkreis dem Speicher im oberen Bereich Heizungswasser und speist den abgekühlten Heizungsrücklauf unten in den Pufferspeicher ein.

Für die Auslegung von Kollektorfläche und Speichervolumen lassen sich folgende Richtwerte angeben:

Kollektorfläche

3 m² Flachkollektorfläche pro Person

2 m² Vakuumröhrenkollektorfläche pro Person

Speichervolumen

ca. 50 Liter pro Quadratmeter Flachkollektorfläche

ca. 80 Liter pro Quadratmeter Vakuumröhrenkollektorfläche

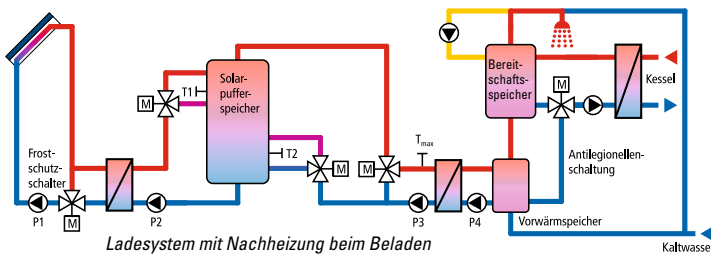
Nutzungspflicht für Erneuerbare Energien bei neuen Wohngebäuden (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG)

Bei Wohngebäuden mit höchstens 2 Wohnungen ist bei Verwendung von Solarkollektoren die Nutzungspflicht erfüllt, wenn mindestens 0,04 m² Aperturfläche/m² Nutzfläche installiert werden. Die Solarkollektoren müssen hierbei mit dem europäischen Prüfzeichen „Solar Keymark“ zertifiziert sein.



Große solarthermische Anlage auf Altenpflegeheim (Quelle: solifer)

Speicherladesystem



Bei diesem Konzept entnimmt der Ladekreis Wasser aus dem unteren Teil des Bereitschaftsspeichers, fährt über den Wärmetauscher und lädt das erwärmte Wasser oben in den Bereitschaftsspeicher. Damit diese Systeme gut arbeiten, muss der Bereitschaftsspeicher im unteren Teil ein zusätzliches Volumen – die sogenannte Kaltwasservorlage – enthalten. Zur Abpufferung von Schwankungen im Zapfprofil kann dem Bereitschaftsspeicher ein Vorwärm-speicher vorgeschaltet werden.

Besonderes Augenmerk ist bei diesen Systemen auf die Einbindung der Zirkulationsleitungen in den Trinkwasserspeicher zu legen, um hier die Beladung aus dem solar beheizten Pufferspeicher möglichst nicht zu behindern.

Eine direkte Nachheizung des Pufferspeichers bringt aus Gründen der möglichen Verschleppung von konventioneller Energie in den kalten Solarteil des Pufferspeichers geringere Solarerträge.

Dimensionierung

Da im Wohnungsbau die Wirtschaftlichkeit der Solaranlage in der Regel im Vordergrund steht, müssen hier möglichst hohe Systemnutzungsgrade und damit hohe Erträge erzielt werden. Erreicht wird dies mit sogenannten Vorwärmanlagen, die mit kleineren Kollektorflächen pro Person und damit geringeren Deckungsgraden als im Ein- und Zweifamilienhausbereich ausgelegt werden. Da dieser Anlagentyp auch im Sommer meist nur eine Vorwärmung des Trinkwassers erzielt, bleibt die konventionelle Heizung ganzjährig in Betrieb. Grundvoraussetzung für eine Auslegung ist die Kenntnis des tatsächlichen Warmwasserverbrauchs. Dies kann bei bestehenden Gebäuden über die Warmwasserverbrauchsmessungen erfolgen, im Neubau müssen Vergleichswerte herangezogen werden.

Ausgehend vom Warmwasserverbrauch können für eine mittlere solare Deckung von 35-45% folgende Faustformeln genannt werden:

Kollektorfläche:

1 m² pro 50 Liter (60°C) Warmwasserverbrauch pro Tag bei Flachkollektoren
0,7 m² pro 50 Liter (60°C) Warmwasserverbrauch pro Tag bei Vakuumröhrenkollektoren

Geht man von einem mittleren Warmwasserverbrauch von 70 Litern (60°C) pro Wohneinheit aus, ergibt dies

1,5 m² pro Wohneinheit bei Flachkollektoren
1m² pro Wohneinheit bei Vakuumröhrenkollektoren

Speichergöße Pufferspeicher:

50 Liter pro m² Kollektorfläche (unabhängig vom Kollektortyp)

Speichergöße Bereitschaftsspeicher

Tagesverbrauch × 0,25

Für den Fall der solaren Heizungsunterstützung ist eine Verdopplung der spezifischen Kollektorfläche und entsprechende Anpassung des Speichervolumens empfehlenswert. Diese Richtwerte geben eine erste Abschätzung, ersetzen jedoch nicht die objektspezifische Fachplanung.

Eine objektspezifische Planung mit Hilfe eines Simulationsprogrammes ist in jedem Falle zu empfehlen. Das SolarZentrum Hamburg bietet hierzu die entsprechende Unterstützung an (www.solarzentrum-hamburg.de).

Nutzungspflicht für Erneuerbare Energien bei neuen Wohngebäuden (EEWärmeG)

Bei Wohngebäuden mit mehr als 2 Wohnungen ist bei Verwendung von Solarkollektoren die Nutzungspflicht erfüllt, wenn mindestens 0,03 m² Aperturfläche/m² Nutzfläche installiert werden. Die Solarkollektoren müssen hierbei mit dem europäischen Prüfzeichen „Solar Keymark“ zertifiziert sein.

Mietrechtliche Fragen

Die Installation einer Solaranlage ist neben einer Wertsteigerung des Gebäudes mit der Einsparung nicht erneuerbarer Energie, also mit der Einsparung von Brennstoffkosten verbunden. Wird das Gebäude durch die Eigentümer selbst genutzt, kommt diese Kosteneinsparung dem Investor direkt zugute, beispielsweise bei Wohneigentumsgeossenschaften. Im Fall des klassischen Vermieter-Mieter-Verhältnisses trägt im Regelfall der Vermieter die Investition, während die Kosteneinsparungen auf der Nutzerseite liegen. Hier bietet das Mietrecht Möglichkeiten, die Nutzer in angemessener Weise an den Investitionskosten zu beteiligen.

Wenn der Vermieter bauliche Maßnahmen durchgeführt hat, die den Gebrauchswert der Mietsache nachhaltig erhöhen, die allgemeinen Wohnverhältnisse auf Dauer verbessern oder insbesondere nachhaltig Einsparungen von Energie oder Wasser bewirken, kann die Miete nach § 559 Bürgerliches Gesetzbuch (BGB) erhöht werden. Wird also durch den Einbau einer Solaranlage z. B. der Heizöl- oder

Gasverbrauch erkennbar dauerhaft reduziert, so können die Kosten für die Solaranlage in begrenztem Umfang auf die Mieter umgelegt werden.

Derzeit ist eine Mieterhöhung um 11% der für die Wohnung aufgewendeten Investitionskosten möglich. Dabei dürfen die Kosten für ohnehin erforderliche Instandhaltungsarbeiten nicht mit einbezogen werden.

Alternativ zur Mieterhöhung nach § 559 BGB kann auch die „normale“ Mieterhöhung nach § 558 BGB erfolgen. Diese Mieterhöhung ist unabhängig von erfolgten Maßnahmen und bezieht sich auf die ortsübliche Vergleichsmiete.

Die Mietervereine beraten ihre Mitglieder u. a. auch bei konkreten Fragen zu Mieterhöhungen.

Im öffentlich geförderten Wohnungsbau gelten besondere Bedingungen.

Gute Planung zahlt sich aus

Mangelnde Abstimmung der Gewerke kann zu erheblichen Kostensteigerungen führen. Daher kommt der Kommunikation und Koordination zwischen Architekt, Bauleiter und ausführenden Firmen besondere Bedeutung zu. Einige Beispiele dazu:

Kollektorfelder auf Flachdächern werden bisweilen mit sehr aufwendigen und kostenintensiven Aufständern versehen. Bei solchen Anlagen lohnt es sich in jedem Fall, einen Statiker hinzuzuziehen, der auf diesem Gebiet Erfahrung hat und ohne „Angstzuschläge“ rechnet. Bisweilen kann es auch sinnvoll sein, eine Aufständerung mit kleinerem Neigungswinkel zu wählen. Das bedeutet zwar geringere spezifische Erträge, aber gleichzeitig auch geringere Kosten durch die verminderten Windlasten.

Beim Schrägdach entstehen oft Probleme durch mangelnde Koordination zwischen Dachdecker und Solarbetrieb. Gerüstzeiten werden nicht abgestimmt und zusätzliche Kraneinsätze werden nötig. Oft deckt der Dachdecker das Dach komplett ein, die Solarfirma öffnet es wieder und anschließend verschließt es der Dachdecker aus Gewährleistungsgründen erneut.

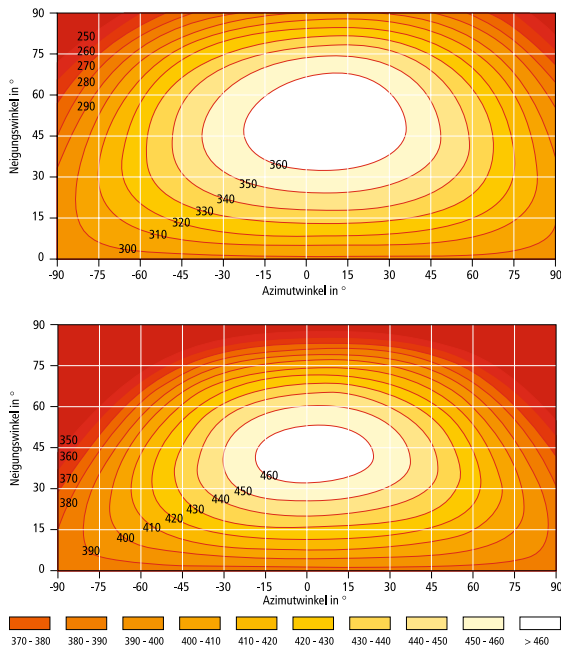
Werden die Installation von Solaranlage und Heizungsanlage von verschiedenen Firmen ausgeführt, müssen die jeweiligen Systemgrenzen genau beschrieben werden. Oft wird die Koordination im Technikraum den beteiligten Firmen überlassen. Mangelnde Absprachen und Informationen führen dabei oft zu gegenseitigen Behinderungen und aufwendigen Rohrleitungsführungen, also zu Mehrkosten.



Energiebilanz

Energetischer Nutzen und Ökobilanz

Eine typische Flachkollektor-Solaranlage im Einfamilienhaus zur Warmwasserbereitung kann ca. ein Drittel der eingestrahelten Sonnenenergie in Wärmeenergie umwandeln. Etwa 350-450 kWh/Jahr Netto-Nutzenergie pro m² Kollektorfläche, je nach Kollektorbauart, können mit einer solchen Solaranlage gewonnen werden.



Spezifische Erträge pro Kollektorfläche und Jahr für eine Flach- und eine Vakuumröhrenkollektoranlage (6m² Flachkollektoren, 4m² Vakuumröhrenkollektoren, 300 Liter Speicher)

Der tatsächliche Energiegewinn hängt stark von den technischen Daten der Anlage, der Ausrichtung des Daches und insbesondere dem Warmwasserverbrauch ab. Größere Anlagen mit spezifisch höherer Warmwasserlast und damit niedrigeren Arbeitstemperaturen können höhere Energieerträge von 500-600 kWh/m²a erreichen. Die so ermittelten Energieerträge sind jedoch nicht identisch mit der eingesparten konventionellen Energie. Hier ist der Wirkungsgrad bei der konventionellen Energieerzeugung zu berücksichtigen. Geht man davon aus, dass ein Heizkessel während des Sommerhalbjahrs in erster Linie für die Trinkwassererwärmung in Betrieb ist, so liegen die Kesselnutzungsgrade bei konventionellen Geräten bei ca. 60%. Brennwert- und Niedertemperaturkessel können im Warmwasserbetrieb nur 80% an Brennstoff in Nutzwärme umsetzen.

Nimmt man einen mittleren Nutzungsgrad von 70% an, dann entsprechen 400 kWh/m² Netto-Nutzenergie einer Primärenergie-Einsparung von etwa 570 kWh. Dies entspricht einer Energiemenge von ca. 57 Litern Heizöl bzw. 57 m³ Erdgas. Bei einer angenommenen Lebensdauer von 20 Jahren für die Kollektoranlage ergibt sich also eine Einsparung an Primärenergie von 20 x 570 kWh = 11.400 kWh je m² Kollektor. Damit ist gleichzeitig eine Einsparung von über 3.000 kg CO₂ pro m² gegenüber einer Beheizung mit Heizöl EL verbunden. Wird die elektrische Warmwasserbereitung durch den Anschluss von Waschmaschine und Geschirrspüler teilweise solar kompensiert, erhöht sich die Einsparung und damit die Umweltentlastung.

Ein weiterer Faktor ist die Energie-Rücklaufzeit einer Solaranlage. Hierunter versteht man den Zeitraum, den die Solaranlage in Betrieb sein muss, um die für die Herstellung der Anlage aufgewendete Energie wieder solar zu erzeugen. Umfangreiche Studien haben gezeigt, dass die hier beschriebenen Solarsysteme eine Energierücklaufzeit von 1-2 Jahren besitzen. Konventionelle Heizanlagen dagegen verbrauchen fossile Energieträger nicht nur zur Herstellung, sondern auch während des Betriebs.

Was kostet die Anlage?

Bei Kleinanlagen im Ein- und Zweifamilienhausbereich liegen die spezifischen Investitionskosten etwa bei

- 1.000 € pro Quadratmeter Kollektorfläche bei Flachkollektoren
- 1.250 € pro Quadratmeter bei Vakuumröhrenkollektoren

Die Kosten beinhalten sämtliche Komponenten, die Montage und die Mehrwertsteuer.

Die Betriebskosten bei Kleinanlagen, d.h. Wartung und Stromkosten, liegen in der Größenordnung von jährlich 1% der Investitionskosten.

Bei großen Solaranlagen im Mehrgeschosswohnungsbau ist die Kostenbetrachtung etwas umfangreicher. Zu betrachtende Parameter für die Wirtschaftlichkeitsermittlung sind hierbei:

- die Investitionskosten der Anlage
- Finanzierungskosten (Kreditzins)
- Kosten für Wartung und Instandsetzung
- die Nutzungsdauer der Anlage bzw. der Abschreibungszeitraum
- Kosteneinsparungen an konventioneller Energie
- sonstige Kosteneinsparungen

An den *Investitionskosten* für Solaranlagen im Wohnungsbau haben die Kosten des Kollektorfelds einen Anteil von bis zu 40%. Mit zunehmender Größe der Kollektorfläche findet sich ein Potenzial für deutliche Kostendegressionen.

Die Gesamt-Systemkosten realisierter Anlagen im Wohnungsbau liegen zwischen etwa 500 €/m² in günstigen und etwa 1.400 €/m² in ungünstigen Fällen. Bei guten baulichen Voraussetzungen und richtiger Auslegung der Anlagen sind Investitionskosten von 500 - 650 € je m² Kollektorfläche inkl. Planung und Baunebenkosten zu erreichen. Damit sind die Kosten um etwa die Hälfte niedriger als bei Kleinanlagen im Ein- und Zweifamilienhausbereich.

Die *Finanzierungskosten* richten sich nach dem Kreditbedarf des Investors und den aktuellen Zinskonditionen. Zur Förderung der Investitionsbereitschaft stehen zinsgünstige Kredite der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) zur Verfügung (www.kfw.de).

Die Kosten für *Wartung und Instandsetzung* werden nach VDI-Richtlinie 2076 mit 1% der Investitionskosten einer Anlage angesetzt. Dieser Wert wird in der Praxis nur selten erreicht. Es erscheint auch vom Ansatz her problematisch, diese Kosten an die Investitionssumme zu koppeln. Spezifisch teurere Anlagen mit hochwertigen Komponenten führen nicht zwangsläufig zu höheren Instandhaltungskosten. Hier ist ein m²-bezogener Ansatz zielführender. Ein jährlicher Ansatz von 3,50 € je m² erscheint realistisch.

Die *Nutzungsdauer* der Anlagen kann mit 20 Jahren angesetzt werden. Dies ergab eine Studie des BMWi.

Die *Energiekosteneinsparungen* errechnen sich aus den tatsächlich vermiedenen Brennstoffkosten für konventionelle Energie. Zu berücksichtigen ist dabei die von der Solaranlage bereitgestellte Nutzenergie zuzüglich der Umwandlungsverluste, die bei der Erzeugung dieser Energiemenge durch die konventionelle Heizanlage aufgetreten wären. Bei größeren Anlagen im Wohnungsbau sind Energieerträge von 500 – 600 kWh/m² zu erreichen.

Weitere Kosteneinsparungen sind beispielsweise zu erzielen, wenn durch die Installation einer Solaranlage im Neubau auf die Dachdeckung verzichtet werden kann (Indachmontage). Je m² Dachdeckung

können dafür Kosten von ca. 50 € je m² in Ansatz gebracht werden.

Das Kosten-/Nutzenverhältnis thermischer Solaranlagen aus betriebswirtschaftlicher Sicht wird durch die *solaren Wärmegestehungskosten* beschrieben. Hierzu werden alle Investitionen und Betriebskosten der Anlage mit dem erwirtschafteten Energieertrag verglichen. Danach ergeben sich für die Anlagen im Ein- und Zweifamilienhausbereich Wärmegestehungskosten zwischen 0,10 – 0,15 € je kWh. Anlagen im Mehrgeschosswohnungsbau erzielen Wärmegestehungskosten zwischen 0,06 – 0,11 € je kWh und liegen damit deutlich unter den fossilen Wärmegestehungskosten mit 0,15 € je kWh bei einer angenommenen Energiepreissteigerung von jährlich 5%.

Die folgende Beispielrechnung zeigt, dass eine größere thermische Solaranlage zur solaren Warmwasserbereitung bei guten Bedingungen und unter Berücksichtigung öffentlicher Förderung durchaus wirtschaftlich konkurrieren kann.

Bei einer Steigerung der Energiepreise in den nächsten Jahren stellt sich diese Rechnung deutlich vorteilhafter zugunsten der Solaranlage dar.

Mehrfamilienhaus (Bestand)

Grösse	WE		15	70
Dachausrichtung	°		0	0
Dachneigung	°		30	30
Einstrahlung	kWh/m ² Jahr		1.000	1.000
Absorberfläche	m ²	1,5 m ² / WE	22,5	105,0

Investitionskosten Solaranlage

spezifische Investitionskosten	Euro/m ²		800	600
Investitionskosten inkl. Montage und MwSt	Euro		18.000	63.000
Förderung Hamburg	Euro		2.250	10.500
Förderung BAFA/KfW	Euro		1.380	18.900
Kosten abzgl. Zuschuss	Euro		14.370	33.600

Kapitalkosten

Darlehens-Zinssatz	%		4,00	4,00
Abschreibungszeitraum	Jahre		25	25
Annuität			0,064	0,064
Kapitalkosten	Euro/Jahr		920	2.151

Betriebskosten

Wartung und Instandhaltung	Euro/Jahr	3,50 Euro/m ²	79	368
Pumpenstrom	Euro/Jahr		15	50
Betriebskosten gesamt	Euro/Jahr		94	418

Energieeinsparung durch die Solaranlage

spezifischer Energieertrag Solaranlage	kWh/m ² Jahr		400	400
jährlicher Energiegewinn	kWh/Jahr		9.000	42.000
Kessel-Nutzungsgrad Warmwasser	%		70	70
Einsparung Energieträger	kWh/Jahr		12.857	60.000
Kosten Energieträger	Euro/kWh		0,09	0,09
Energiepreissteigerung	%		5,00	5,00
Energiekosteneinsparung	Euro/Jahr		2.102	9.810

Gesamtbilanz/Abschreibungszeitraum (20 Jahre)

Kapitalkosten	Euro		22.996	53.770
Betriebskosten	Euro		2.344	10.438
Gesamtkosten	Euro		25.340	64.208
Energiekosteneinsparung	Euro		52.552	245.243
Gesamtkosten	Euro		-27.212	-181.035

Wirtschaftlichkeit

Amortisationszeit (dynamisch)	Jahre		12,1	6,5
solare Wärmegehungskosten	Euro/kWh		0,11	0,06
fossile Wärmegehungskosten bei 5% Energiepreissteigerung pro Jahr	Euro/kWh			0,16

Anlagenbeispiele



Solarthermische Anlage, Hamburg-Langenhorn

Baujahr	2005
Anzahl Personen	4
Art der Anlage	Solaranlage zur Warmwasserbereitung
Kollektortyp	Flachkollektor
Kollektorfläche (Brutto)	6,54 m ²
Volumen Trinkwasserspeicher	400 Liter
Volumen Pufferspeicher	300 Liter
Art und Leistung der Nachheizung	Holzpellets-Heizkessel Fröling P2, 4,4-15 kW
Investitionskosten brutto (nur Solaranlage)	5.441,39 €

Hierzu die Eigentümer:

Die Kombination aus Holzpellets – Heizung und Solaranlage halten wir für ökologisch und wirtschaftlich besonders sinnvoll. Die Nutzung regenerativer Energien rechtfertigt zudem angesichts der aktuellen Entwicklung um Öl- und Gaspreise höhere Investitionskosten. Unsere Heizung kann Ende Mai abgeschaltet und erst im Oktober wieder in Betrieb genommen werden. Über die Kostener-

sparnis gegenüber fossilen Brennstoffen hinaus führt dies zu einem insgesamt verminderten Energieverbrauch. Kurze Phasen ohne Sonneneinstrahlung, wie sie in unseren Breiten üblich sind, werden durch unseren gut isolierten Warmwassertank ohne weiteres überbrückt. Mittelfristig erwarten wir eine erhebliche Einsparung im Brennstoffkostenbereich.

Solarthermische Anlage, Hamburg-Harburg

Baujahr	2003
Anzahl Personen	5
Art der Anlage	Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
Kollektortyp	Vakuumröhrenkollektore CPC
Kollektorfläche (Brutto)	14,73 m ²
Volumen Pufferspeicher	1.100 Liter
Art und Leistung der Nachheizung	Niedertemperatur-Ölkessel, 33 kW
Investitionskosten netto	13.000 € zzgl. Lohnkosten und Heizungsmodernisierung (4.000 €)

Hierzu der Eigentümer:

Im Zuge der Heizungsmodernisierung sollte moderne Technik und Nutzung erneuerbarer Energien eingesetzt werden. Wir sind trotz der teilweisen Verschattung durch den nahegelegenen Baumbestand zufrieden mit unserer Solaranlage.

Tipp des SolarZentrums:

Insbesondere bei Kombianlagen mit solarer Heizungsunterstützung kommt es in den Sommermonaten zu erhöhten solaren Wärmegewinnen. Hierbei bietet es sich an, sowohl den Geschirrspüler wie auch die Waschmaschine an das Warmwassernetz mit anzuschließen. Dadurch wird die Solaranlage besser genutzt und man spart gleichzeitig elektrische Energie, die auch nicht preiswerter wird.



Weitere Anwendungsbeispiele

Sportstätten und Fitnesscenter

Sport- und Fitnessstätten sind für Solaranlagen besonders geeignet. Denn wer Sport treibt, schwitzt dabei und genießt anschließend eine heiße Dusche.

Zu den 50 bis 70 Litern Wasser je Besucher fürs Duschen kommen in Fitnesscentern, je nach Angebot, der Warmwasserbedarf für Schwimmbad, Sauna, Whirlpool und nicht zuletzt für die Betriebshygiene (Spülmaschine, Wäschewaschen etc.). Ein Fitnessbetrieb verwendet deshalb häufig mehr als die Hälfte seiner Gesamtenergie allein für die Warmwasserbereitung.

Die Installation der Anlagen ist auch bei bestehenden Gebäuden meist unproblematisch. Die Kollektoren können oft mit einer Stahlprofilkonstruktion auf Flachdächern aufgestellt und nach Süden ausgerichtet werden. Für eine Sporthalle mit 10 bis 15 Duschen reichen etwa 15 m² Solarkollektorfläche aus, um ca. die Hälfte des Warmwasserbedarfs solar abzudecken. Je nach Anlage werden die vorhandenen Warmwasserspeicher weiter verwendet oder neue Speicher installiert. In einem Fitnessbetrieb mit 100 Besuchern pro Tag und einem Warmwasserverbrauch von jährlich ca. 1.800m³ wird für einen 60%igen Ersatz der herkömmlichen Trinkwassererwärmung durch die Solarkollektoren eine Fläche von ca. 250m² benötigt.

Sportvereine können in Hamburg für die Installation solarthermischer Anlagen nach einer Beratung durch das SolarZentrum Hamburg (www.solarzentrum-hamburg.de) eine spezielle Förderung beantragen.



Kollektoranlage zur Erwärmung des Schwimmbadwassers in Hamburg - Neuwiedenthal



Kindertagesstätten

Die Kinder von heute sind die Entscheider von morgen. Die Ausrüstung von Kindertagesstätten mit solarthermischen Anlagen hat damit insbesondere einen starken Vorbildcharakter. Dass die Nutzung der Sonnenenergie kinderleicht und effektiv ist, wird schon in frühen Jahren vermittelt und kann damit prägende Wirkung für spätere Entscheidungen bei der Wahl der eigenen Energieversorgung haben.

In Hamburg sind bereits zahlreiche Kindertagesstätten mit thermischen Solaranlagen ausgerüstet, teilweise verknüpft mit einer Qualifizierungsmaßnahme für das Handwerk.

Hotels und Pensionen

Gerade für Hotels und Pensionen mit ihrem erheblichen Warmwasserbedarf bietet sich die Nutzung von Sonnenenergie zur Trinkwassererwärmung an. Zwischen 80 bis 150 l warmes Wasser verbraucht jeder Gast pro Übernachtung für das Duschen, die Wäsche und die Hotelküche.

In einigen Hotels müssen darüber hinaus auch Schwimmbäder mit warmem Wasser versorgt werden. Solaranlagen decken, auf das ganze Jahr gerechnet, meist 60% des Warmwasserbedarfs. Zwar sinkt im Winter der solar erzeugbare Anteil, aber im Sommer, von Mai bis September, kann ganz auf Zusatzenergie verzichtet werden. Dafür rechnet man mit Solarkollektorflächen von 1,5 bis 2 m² je Hotelbett.



Kollektoranlage zur Warmwasserbereitung für die Pension Nige-Hus auf der Insel Neuwerk

Finanzielle Förderung und Finanzierung

Bundesförderung durch das Bundesministerium für Wirtschaft:

Antragsberechtigt sind Privatpersonen, freiberuflich Tätige sowie gewerbliche Unternehmen, die Eigentümer, Mieter oder Pächter des betroffenen Anwesens sind.

Gefördert werden Solarkollektoranlagen zur Brauchwassererwärmung, Raumheizung und Prozesswärmeerzeugung durch einen nicht rückzahlbaren Zuschuss. Erfolgt im Zusammenhang mit der solarthermischen Anlage eine Heizungsmodernisierung sind weitere Zuschüsse möglich (Kombiförderung). Informationen zu den aktuellen Förderkonditionen sind unter www.bafa.de zu erhalten.

Anträge nach diesem Programm werden bewilligt durch:

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), Frankfurter Straße 29-35, 65760 Eschborn
Tel. 06196 / 908-625, Fax 06196 / 908-800,
www.bafa.de

Hamburger Klimaschutzprogramm „Solarthermie + Heizung“

Die Förderung in Hamburg richtet sich an das installierende Fachhandwerk und ermöglicht dem Installationsbetrieb, preiswerte Anlagen anzubieten. Antragsberechtigt sind Handwerksbetriebe, die ihre Qualifikation in der Installation thermischer Solaranlagen nachgewiesen haben.

Gefördert werden in Hamburg zu installierende thermische Solaranlagen durch einen nicht rückzahlbaren Zuschuss aus Mitteln der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt.

Die Förderhöhe beträgt 100 €/m² bei Flachkollektoren wie auch bei Vakuumröhrenkollektoren. Bei Anlagen mit mehr als 30 m² wird die Höhe der Förderung im Einzelfall festgelegt. Garantiert der Installationsbetrieb für Anlagen mit mehr als 30 m² Kollektorfläche eine Ertragsgarantie, erhält er einen Zuschuss von 60 € pro Quadratmeter Kollektorfläche. Erfolgt gleichzeitig mit dem Einbau einer Solarkollektoranlage auch eine Heizungsmodernisierung, dann wird diese mit zusätzlichen 40 €/m² Kollektorfläche gefördert.

Die Förderung erfolgt unabhängig von der Bundesförderung des BAFA.

Anträge nach diesem Programm bewilligt die:
Innung Sanitär Heizung Klempner
Barmbeker Markt 19, 22081 Hamburg
Tel. 040 / 299949-0

Weitere Informationen unter
www.hamburg.de/arbeitsundklimaschutz
oder dem Hamburger Umweltelefon
Tel. 040/34 35 36

Zinsgünstige Finanzierungsprogramme

Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) unterstützt die Investitionen für solarthermische Anlagen durch zinsgünstige Kredite. Die hierfür notwendigen Anträge werden über die Hausbank gestellt. Die aktuellen Konditionen sind unter www.kfw.de zu erhalten.

Kontakt:
Kreditanstalt für Wiederaufbau
Palmengartenstraße 5-9
60325 Frankfurt
Tel. 069 / 7431-3030
www.kfw.de

Rechnet sich das?

Die Beantwortung dieser Frage ist in erster Linie eine Frage des eigenen Wertesystems. Die Freude an der Technik und das gute Gewissen lassen sich nicht mit Geld bezahlen. Wer sich um die lebenswerte Zukunft seiner Kinder sorgt, dem ist die Investition in die Solaranlage das Geld wert. Unterstützt wird die Kaufentscheidung durch kräftige Zuschüsse und spätestens bei der nächsten Preiserhöhung für Strom, Heizöl oder Erdgas weiß jeder Solaranlagenbesitzer, dass seine Entscheidung für die Solaranlage richtig gewesen ist.

Weitergehende Förderinformation

Das EnergieBauZentrum berät zu Fördermöglichkeiten im Bereich Energieeffizienz und Energieeinsparung.
Tel. 040/35 90 58 22
energiebauzentrum@elbcampus.de

Wir helfen Ihnen weiter

Das SolarZentrum Hamburg

Das SolarZentrum Hamburg arbeitet als unabhängige und branchenübergreifende Institution im Auftrag der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt. Träger des SolarZentrums sind das Zentrum für Energie-, Wasser- und Umwelttechnik (ZEWU) der Handwerkskammer Hamburg und der Landesverband Hamburg/Schleswig-Holstein e.V. der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS).

Das Leistungsangebot:

- kostenlose Basisinformationen inkl. Fördermittelberatung
- Rundum-Sorglos-Paket für 150 €
- Versand von Informationsmaterial
- Solarbibliothek und Solar-Ausstellung
- Verbraucherseminare und Schulungen
- Expertenkreise des Solarhandwerks (Solarthermie, Photovoltaik und Bioenergie)

Die Liste der Fachbetriebe finden Sie unter www.solarzentrum-hamburg.de.

Kontakt:

SolarZentrum Hamburg

Zum Handwerkszentrum 1

21079 Hamburg

Tel. 040/35 90 58 20

info@solarzentrum-hamburg.de