

Überblick Solarthermie

Zur Beheizung und Trinkwarmwasserbereitung in neuen und modernisierten Gebäuden kommt in verstärktem Maße die thermische Solarenergienutzung in Betracht.

Die in Deutschland Ende 2005 installierte Kollektorfläche betrug rund 6,7 Mio. m² (800.000 Anlagen) mit einem Zuwachs von 0,95 Mio. m² (100.000 Anlagen) allein im Jahr 2005. Damit sind etwa 4.700 MW thermische Leistung installiert (Quelle: www.solarwirtschaft.de). Aufgrund der rasanten Preisentwicklung der konventionellen fossilen Energieträger wird die Anzahl der Anlagen stetig (und progressiv) steigen.

Randdaten

Die durchschnittliche Sonnenscheindauer pro Jahr beträgt in Deutschland zwischen 1300 und 1900 Stunden, der theoretische Solarertrag liegt bei etwa 780 ... 1240 kWh/m² auf eine horizontale Fläche. Karten zur Solarstrahlung gibt es aus unterschiedlichen Quellen – mit teilweise etwas abweichenden Angaben, aber der gleichen Tendenz (siehe Bild 5.2.9.8-1).

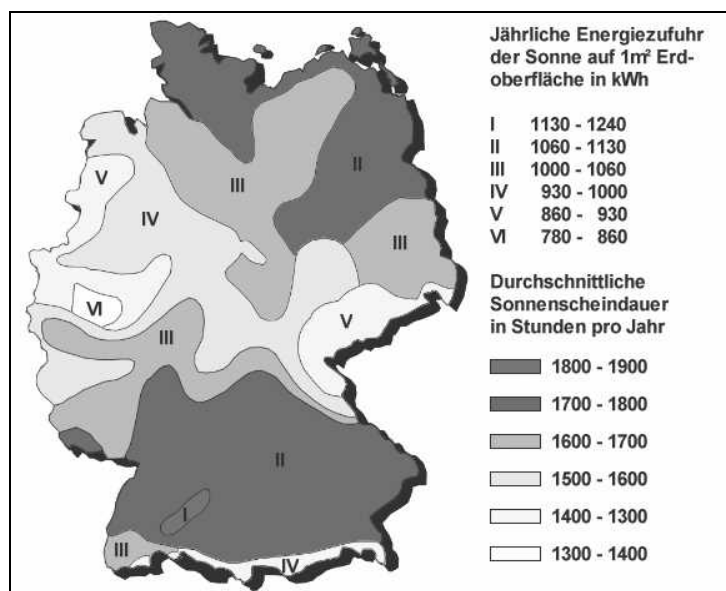


Bild 5.2.9.8-1 Solarstrahlung und Sonnenscheindauer in Deutschland

Die Jahresmenge der empfangenen Strahlung ist dabei abhängig von der Himmelsrichtung (Orientierung bzw. Azimutwinkel) und der Neigung der Kollektorfläche zur Horizontalen (0° horizontal, 90° senkrecht) – siehe Bild 5.2.9.8-2. Dargestellt ist der Jahresertrag an Solarstrahlung. Der Maximalwert verschiebt sich in seiner Lage im Sommerhalbjahr auf der "Südachse" nach oben (Maximum bei ca. 20° Neigung) und im Winterhalbjahr nach unten (Maximum bei ca. 60° Neigung).

Die optimale Kollektorneigung ergibt sich also auch aus dem späteren Nutzungsprofil: Anlagen zur reinen Trinkwarmwasserbereitung sollten eher flach angeordnet werden (mit 20 ... 60° Neigung, optimal zwischen 25 ... 40°), bei Heizungsunterstützung sind steile Kollektoren (mit 40 ... 90° Neigung, optimal um 60 ... 75°) sinnvoll.

Ein sinnvoller Kompromiss für den kombinierten Betrieb liegt bei 40 ... 45° Neigung. Neigungswinkel unter 15° sollten vermieden werden, da die Selbstreinigung der Oberfläche (durch Regen) nicht mehr korrekt funktioniert und ggf. im Winter mit erhöhten Schneelasten zu rechnen ist.

Hinsichtlich der Himmelsrichtung ist die Ausrichtung der Kollektoren nach Süden optimal. Die Ost-/West-Abweichung von der Südachse sollte für die Trinkwarmwasserbereitung maximal 50° betragen, bei Heizungsunterstützung maximal 30°.

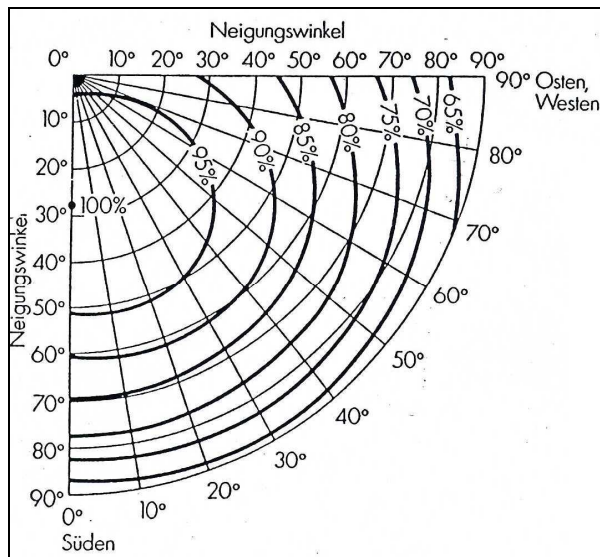


Bild 5.2.9.8-2 Strahlung je nach Kollektorausrichtung

So können bei einer wirtschaftlich optimierten Auslegung Solarerträge (Wärmelieferung an das Kollektormedium) von ca. 300 bis max. 600 kWh/(m² Kollektorfläche · a) erreicht werden – bei Hybridkollektoren noch höhere Werte. Für die solarunterstützte Warmwasserbereitung bedeutet dies Deckungsanteile von 40 bis 60% des Energiebedarfs (Nutzwärme sowie Leitungs- und Speicherverluste).

Komponenten und Regelung einer Solaranlage

Die Bestandteile einer Sonnenkollektoranlage sind in der Regel:

- Sonnenkollektoren,
- eine Solarstation mit z.B. Umwälzpumpe, Sicherheitsarmaturen, Absperrventilen, Entlüftern, Entleerung, Ausdehnungsgefäß und Temperaturanzeige,
- eine Regelungsanlage,
- ein oder mehrere Speicher, z.B. als Pufferspeicher für die Heizung, Trinkwasserspeicher oder kombinierte Speicher.

Einen Überblick gibt Bild 5.2.9.8-3. Dargestellt ist eine Anlage zur solaren Trinkwarmwasserbereitung. Der Trinkwasserspeicher hat eine Nachheizung. Die Nachheizung kann – wie im Bild – mit einem zweiten Wärmeübertrager im Speicher (bivalenter Speicher) erfolgen, welcher im oberen Bereich angeordnet ist. Das Wasser kann stattdessen auch mit einem elektrischen Heizstab oder mit einem Durchlaufwasserheizer (Gas, elektrisch – extern) nacherwärmt werden.

Die Solarkreisflüssigkeit ist in der Regel ein Gemisch aus Wasser und Frostschutz (ca. 40 % Anteil) mit etwa 20 % geringerer Wärmespeicherkapazität und höherer Viskosität als Wasser.

Die Regelprinzipien von Solaranlagen sind vielfältig. Das wesentliche Prinzip ist: liegt die Solarkreis-temperatur (meist gemessen am Soleaustritt aus dem Kollektor) etwa 4 ... 10 K über der Speicherausgangstemperatur, wird die Pumpe im Solarkreis automatisch ausgeschaltet, damit es nicht zur Speicherentladung kommt. Wird der Differenzwert überschritten, geht die Pumpe in Betrieb und lädt den Speicher.

Optional ist ein Helligkeitsfühler zugeschaltet, so dass die Umwälzpumpe erst in Betrieb genommen wird, wenn über einen Helligkeitsfühler ein bestimmtes Strahlungsangebot gemessen wird.

Da in einer Solaranlage Temperaturen bis zu 150 °C (in Hochleistungskollektoren noch weitaus höher) entstehen können, müssen der Anlagenfülldruck und das Ausdehnungsgefäß im Kollektorkreis nach Herstellerangaben so groß gewählt werden, dass es nicht zur Dampfbildung in der Anlage kommt (2-2,5 bar). Auf die Auslegung von Pumpen und Ausdehnungsgefäßen ist besondere Wert zu legen. Speicher sollen aus Gründen des Verbrühungsschutzes mit thermostatischen Mischern ausgestattet sein (60 °C).

Eine Stillstandssituation kann im Sommer auftreten, wenn bei Anlagen zur solaren Heizungsunterstützung keine Heizlast vorhanden ist aber auch wenn keine Abnahme durch die Warmwasserbereitung gegeben ist (z. B. Urlaub). Grundsätzlich darf der Stillstand nicht zu einem Ausfall des Gesamtsystems führen, da er sich nicht vollständig vermeiden lässt.

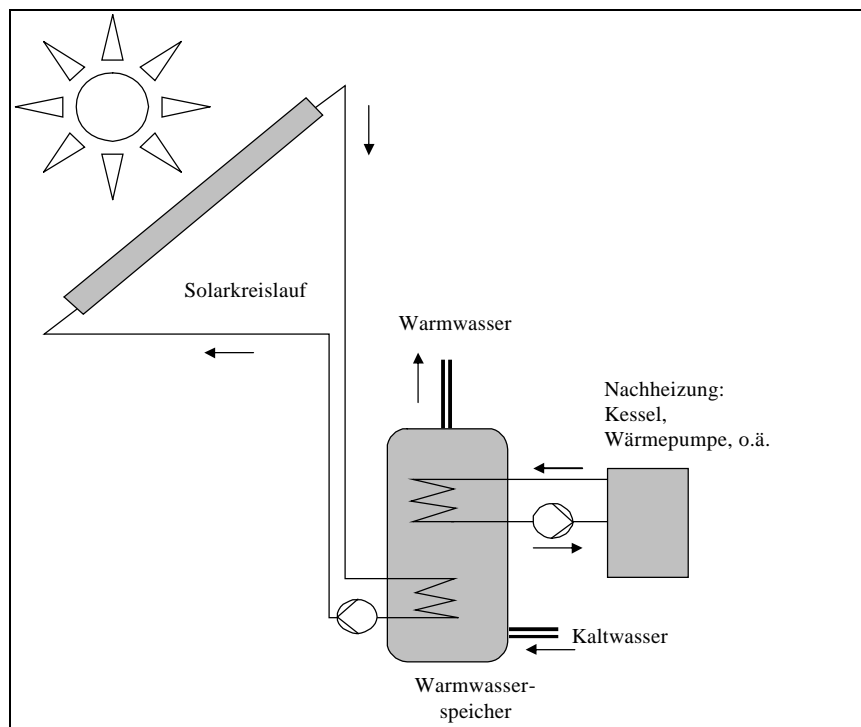


Bild 5.2.9.8-3 Prinzipaufbau einer Solaranlage zur Brauchwassererwärmung

Kollektoren und Kollektorwirkungsgrade

Als Sonnenkollektoren werden unter anderem eingesetzt: Flachkollektoren, Vakuumröhrenkollektoren, Vakuumflachkollektoren und Schwimmbadkollektoren. Alle Kollektoren bestehen aus dunklen Metallblechen oder Kunststoffen, die die gesammelte Wärme an durchströmte Rohre weitergeben – siehe Bild 5.2.9.8-4.

Flachkollektoren: der Flachkollektor besteht aus den Bauteilen Absorber, transparente Abdeckung, Gehäuse und Wärmedämmung. Das auf den Kollektor auftreffende, kurzwellige Sonnenlicht wird am selektiv beschichteten Absorber in Wärme umgewandelt (bei Hochselektiv-Schwarz-Chromabsorber werden bis zu 96 % der Sonnenstrahlung absorbiert). Von dort gelangt es per Wärmeleitung in das Absorberrohr und durch Wärmeübergang an das Wärmeträgermedium. Damit möglichst wenig der eingestrahltene Sonnenenergie an die Umgebung wieder abgestrahlt wird, werden die Absorberflächen beschichtet. Zur Minimierung von thermischen Verlusten wird der Absorber in einem wärmeisolierten Kasten mit transparenter Abdeckung eingebettet. Die Glasabdeckung schützt den Kollektor vor Witterungseinflüssen. Die Standard-Kollektormodule haben eine Fläche von typisch 2,7 m². Flachkollektoren sind preisgünstig, montagefreundlich, haben aber einen schlechteren Wirkungsgrad als Vakuumkollektoren. Es besteht die Gefahr der Kondensatbildung an der Glasscheibe des Kollektors.

Vakuumröhrenkollektoren (Heat Pipe): sie haben die höchsten Wirkungsgrade. Die Arbeitsweise erfolgt nach dem Prinzip eines Wärmerohrs. Mit Vakuumröhrenkollektoren können auch geringe Strahlungswerte der Sonne optimal genutzt werden. Sie weisen aufgrund des Vakuums in den Röhren geringere Wärmeverluste auf. Damit wird für den gleichen Ertrag eine geringere Kollektorfläche benötigt. Allerdings weisen sie weit höhere Kosten auf. Vorteilhaft sind kleinere Kollektorflächen.

Vakuumflachkollektoren: sie weisen ein ähnliches Aussehen wie Flachkollektoren auf. Der Innenraum ist evakuiert, wobei kein Hochvakuum erzeugt wird. Die Wärmeverluste sind geringer als beim Flachkollektor, aber höher als bei den Röhrenkollektoren – es ergibt sich ein Kollektorwirkungsgrad zwischen den anderen beiden Varianten. Vakuumflachkollektoren sind montagefreundlich und haben einen besseren Wirkungsgrad. Nachteilig sind die hohen Investitionskosten.

Darüber hinaus gibt es Schwimmbadkollektoren, bei denen in der Regel sowohl auf die Glasabdeckung als auch die Wärmedämmung nach unten verzichtet wird. Sie bestehen aus schwarzen, wetterbeständigen Absorbiermatten. In Schwimmbädern wird in der Regel auf zusätzliche Speicher verzichtet. Als Speicher dient das Beckenwasser.

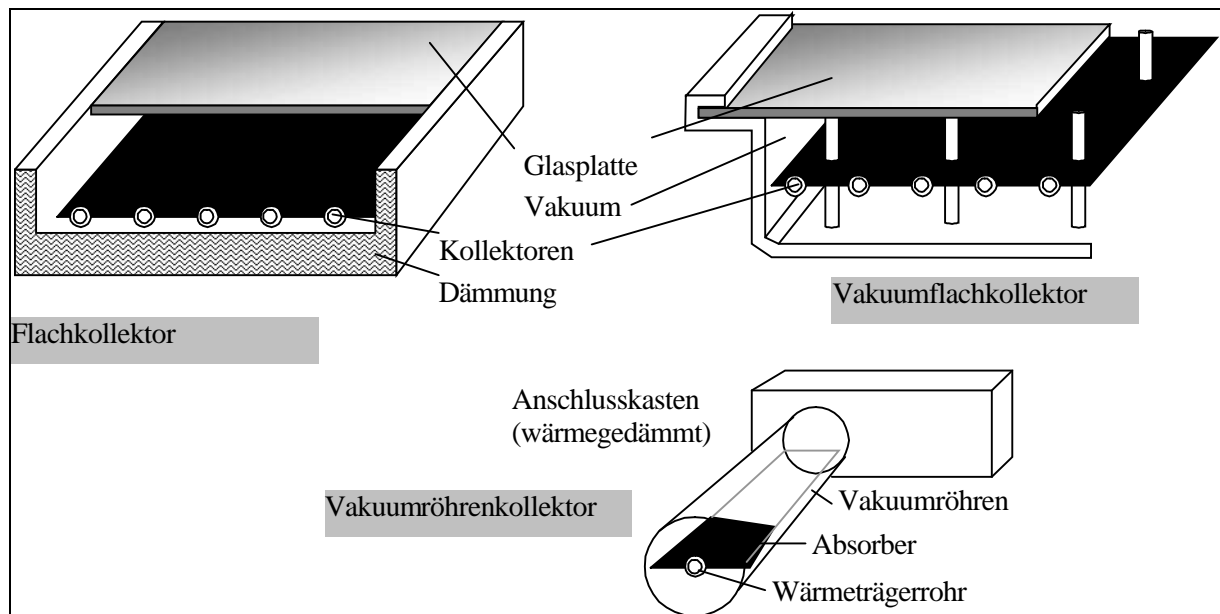


Bild 5.2.9.8-4 Kollektorbauarten: Flach- und Vakuumkollektoren

Verfolgt man die Energiebilanz der Solarstrahlung bis zum Endnutzer (Raumbeheizung und gezapftes Warmwasser) so ergibt sich eine Kette von Verlusten.

Zunächst wird die Strahlungsintensität der Sonne in der Atmosphäre durch Wolken, Dunst und Nebel vermindert.

Die Kollektoren selbst haben thermische Verluste, ausgedrückt durch den Kollektorwirkungsgrad. Er berücksichtigt optische und thermische Verluste. Der Wirkungsgrad lässt sich annähernd mit nachfolgender Gleichung beschreiben.

$$\eta = \eta_0 - \frac{U_{\text{ges}} \cdot \Delta\vartheta}{\dot{Q}_s} \quad \text{mit} \quad \eta_0 = \alpha \cdot \tau \quad \dot{Q}_s : \text{Solarstrahlung}$$

Darin ist η_0 der Konversionsfaktor (zusammengesetzt aus den Absorptionskoeffizienten α und dem Transmissionskoeffizienten τ) zur Bewertung der optischen Verluste des Kollektors (Achsenabschnitt im Diagramm Bild 5.2.9.8-5). Optische Verluste (10 ... 20 %) sind auf die Strahlungsundurchlässigkeit der Glasscheiben und das Absorptionsvermögen der Kollektorbeschichtung zurückzuführen.

Thermische Verluste resultieren aus Strahlung, Konvektion und Wärmeleitung an die Umgebung. Letztere hängen annähernd linear von der Temperaturdifferenz zwischen Kollektor und Umgebung $\Delta\vartheta$ und dem Wärmedurchgangskoeffizienten des Kollektors U_{ges} ab, siehe Bild 5.2.9.8-5.

Nach dem Kollektor sind Wärmeverluste der Solarkreisleitungen, -speicher und der Verteilnetze im Gebäude bis zu den Verbrauchern zu verzeichnen.

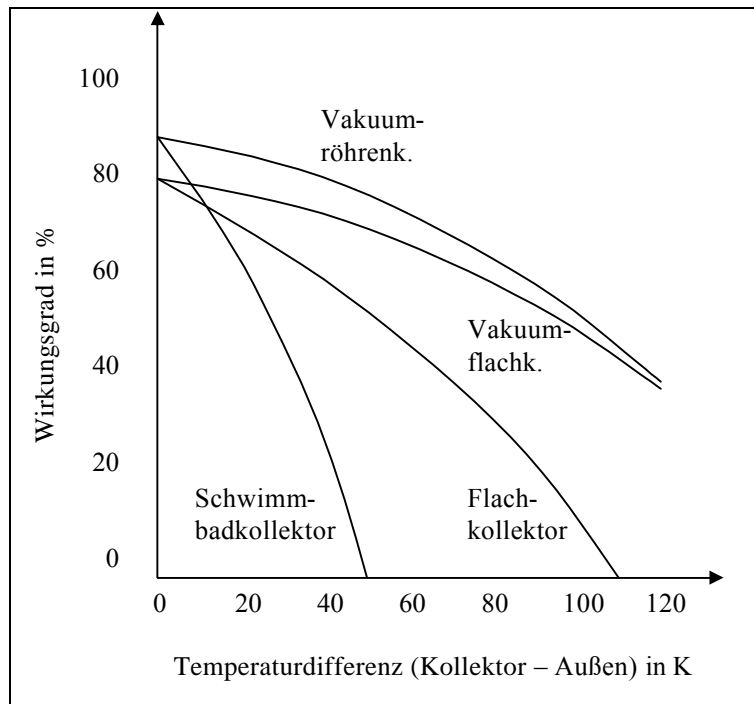


Bild 5.2.9.8-5 Kollektorbauarten Typische Kollektorstufenwirkungsgrade

Speicher und deren Einbindung in die Anlage

Die Ausstattung von Solaranlagen mit Speichern ist vielfältig. Der Versuch einer Katalogisierung – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – ist Bild 5.2.9.8-6 zu entnehmen. Zentralelement einer Solaranlage zur Trinkwarmwasserbereitung ist der Trinkwarmwasserspeicher, bei gleichzeitiger Heizungsunterstützung der Pufferspeicher. In verstärktem Maße werden aber auch Heizwasserpufferspeicher für die vorrangige Trinkwarmwasserbereitung mit einem nachgeschalteten Wärmeübertrager im Durchflussprinzip eingesetzt: sog. Frischwasserstationen zur Legionellenvermeidung.

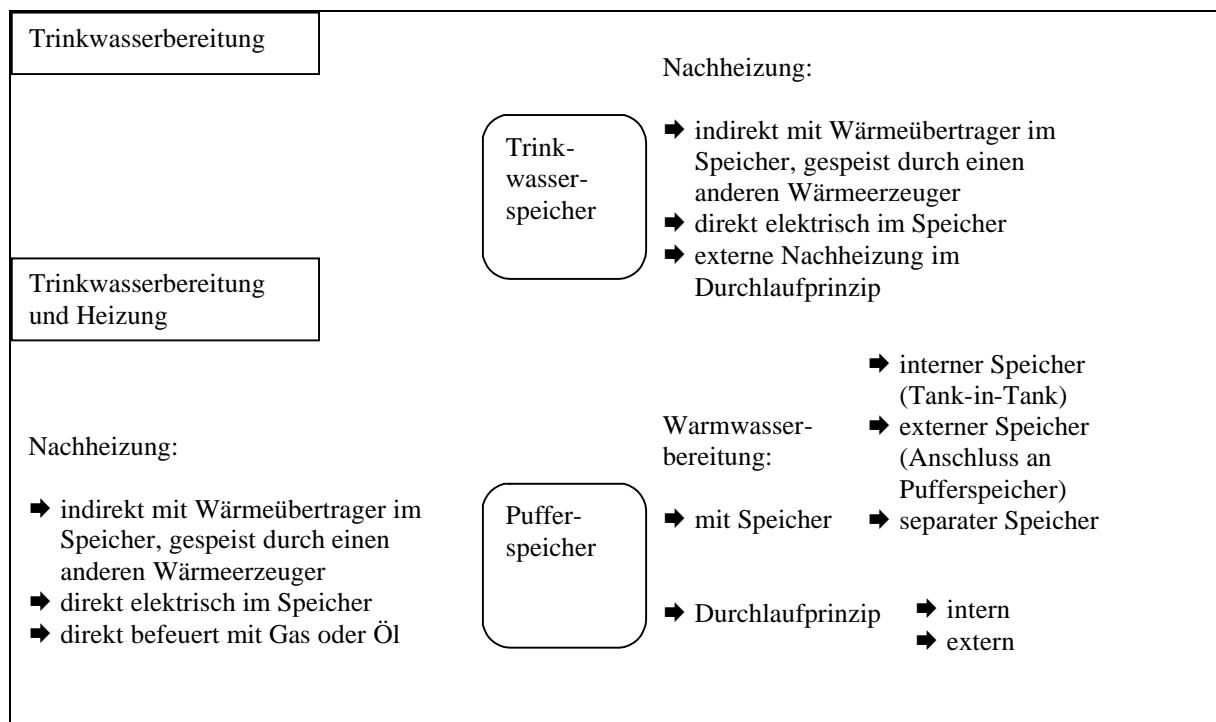


Bild 5.2.9.8-6 Be- und Entladung von Speichern

In Anlagen mit solarer Trinkwasserbereitung befindet sich in der Regel nur ein Speicher, welcher mit Trinkwasser gefüllt ist. Die Wärmeübertragung von der Solaranlage in den Speicher erfolgt durch ei-

nen innenliegenden Wärmeübertrager, bei größeren Anlagen auch nach dem Schichtladeprinzip mit externen Wärmeübertragern. Zur Nachheizung ist ein weiterer Wärmeübertrager vorhanden (intern oder extern) bzw. ein elektrischer Heizstab.

In Anlagen mit gleichzeitiger Heizungsunterstützung kommen weitere Kombinationen in Betracht:

- Zwei Speicher: Trinkwasserspeicher (trinkwassergefüllt) mit innenliegenden Wärmeübertragern (Solarkreis und Heizkreis) und ein separater Pufferspeicher (heizwassergefüllt) mit ebenfalls innenliegendem Wärmeübertrager (Solarkreis); beide Speicher sind an die Solaranlage und die Nachheizung separat angeschlossen; vorteilhaft: ggf. sind vorhandene Komponenten mitbenutzbar; nachteilig: höhere Wärmeverluste der vielen Komponenten (Bild 5.2.9.8-6), Legionellenbildung.
- Zwei Speicher: ein Pufferspeicher (heizwassergefüllt) mit innenliegendem Wärmeübertrager (Solarkreis) und Anschluss die Nachheizung; Speicherbeladung eines Trinkwasserspeichers indirekt aus dem Pufferspeicher; vorteilhaft: vorhandener Trinkwasserspeicher nutzbar; nachteilig: höhere Wärmeverluste durch 2 Speicher und Trinkwassernachheizung erfordert immer erst Aufheizung des Pufferspeichers, Legionellenbildung
- Tank-in-Tank: Ein Pufferspeicher mit innenliegendem Trinkwasserspeicher und mit innenliegendem Wärmeübertrager (Solarkreis); vorteilhaft: kostengünstig und leicht zu installieren; nachteilig: vorhandene Komponenten sind nicht mehr nutzbar.

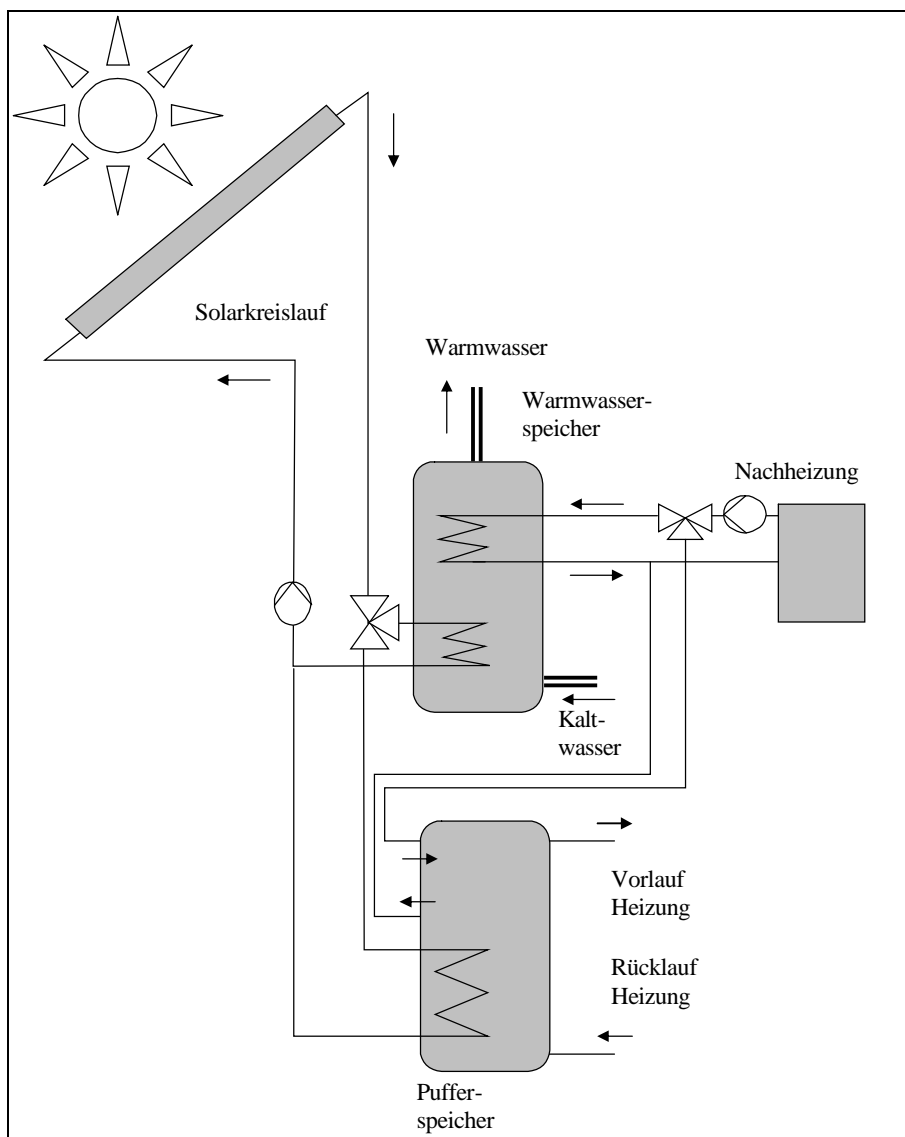


Bild 5.2.9.8-6 Solare Heizungsunterstützung im Zweispeicherprinzip

- Ein Speicher: Pufferspeicher (heizwassergefüllt) mit innenliegendem Wärmeübertrager (Solar-kreis) und innenliegendem Wärmeübertrager für die Trinkwasserbereitung im Durchlaufprinzip; vorteilhaft: keine Legionellengefahr; nachteilig: vorhandene Komponenten sind nicht mehr nutzbar (Bild 5.2.9.8-7)
- Ein Speicher: Pufferspeicher (heizwassergefüllt) mit innenliegendem Wärmeübertrager (Solar-kreis) und externer Trinkwarmwasserbereitung (Plattenwärmeübertrager); vorteilhaft: keine Legionellengefahr; nachteilig: vorhandene Komponenten sind nicht mehr nutzbar

Eine Möglichkeit, die Wärmeverluste von Speicher (Pufferspeicher, Trinkwasserspeicher) und Erzeuger zu minimieren ist die Installation eines Kombispeichers mit Direktbeheizung. Der Pufferspeicher wird indirekt aus dem Solarkreis erwärmt und mit einem Gas- oder Ölbrenner direkt nachgeheizt. Die Trinkwasserentnahme erfolgt mit einem internen oder externen Plattenwärmeübertrager im Durchlaufprinzip.

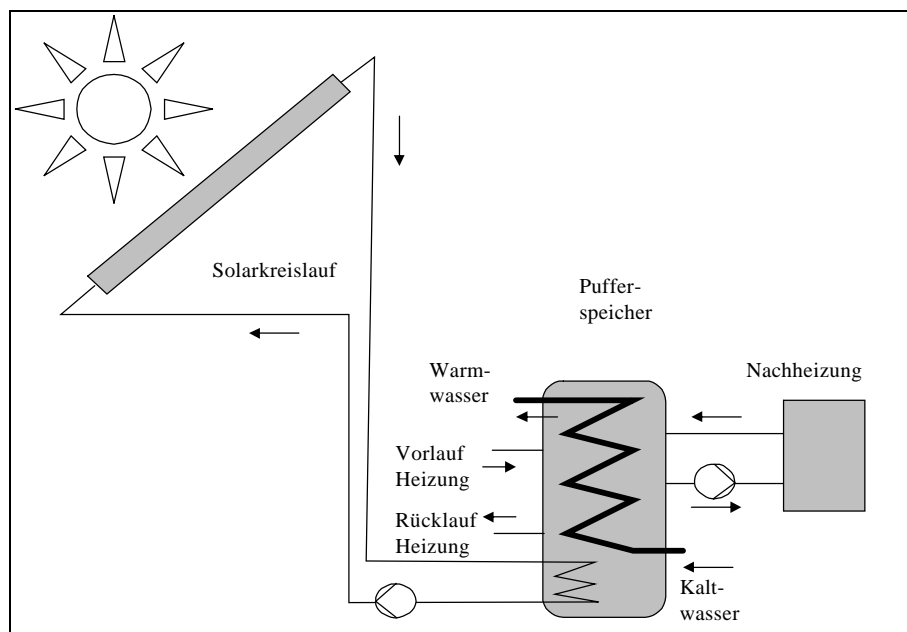


Bild 5.2.9.8-7 Solare Heizungsunterstützung im Einspeicherprinzip

Die Zuströmung des Kaltwassers ist immer unten, die Entnahme von Warmwasser oben. Heizkreisanschlüsse sind ebenso angeordnet. Die Nachheizung befindet sich oberhalb der Solareinspeisung. Wegen der hohen Strömungsgeschwindigkeiten weisen konventionelle Speicher einen hohen Durchmischungsgrad auf.

Vor allem für die Solartechnik bieten Schichtenladespeicher mit entsprechend angepassten Komponenten (Kollektoren, Pumpen, Regelung) beachtliche energetische Vorteile: besserer Wirkungsgrad der Solaranlage, schnellere Wärmebereitstellung nach dem Heizbeginn, längere Entnahmepersistenzen mit konstant warmem Wasser (siehe auch Bild 5.2.8.1-2).

Solare Konzepte

Ein sinnvoller Einsatz der Solartechnik bietet sich dort an, wo die Charakteristik des Wärmebedarfs dem solaren Energieangebot entgegenkommt. Die Einbindung von Solarwärme in das Heizsystem ist energetisch genau zu prüfen, da Solarwärme vor allem nur dann verfügbar ist, wenn die Nachfrage nach Heizwärme sehr gering ist - in den Übergangsmoenten.

Die solare Heizungsunterstützung arbeitet optimal, wenn die Heizungsanlage auf einem niedrigen Temperaturniveau betrieben werden kann. Gleichzeitig ist eine größere Spreizung zwischen Heizungsvor- und rücklauf (60 / 30 °C) vorteilhaft: Low-Flow-Prinzip. Die Heizkörper sind darauf auszulegen bzw. im Bestand ist die Umsetzbarkeit dieser Spreizung zu prüfen. Eine solare Heizungsunterstützung zu größeren Anteilen kann nur in gut gedämmten Gebäuden erreicht werden. In Gebäuden mit höherem Verbrauch würde dies eine große Kollektorfläche erfordern, welche dann in den Sommermonaten zu Überhitzung (Dampfbildung – Stillstand bzw. Stagnation!) neigt.

Bei optimaler Einbindung des Solarsystems in die restliche Anlagentechnik und bei entsprechender Nutzerstruktur können etwa 45 bis 60 Prozent der jährlichen Energiemenge für die Trinkwarmwasserbereitung und 5 bis 20 Prozent der jährlichen Energiemenge für die Raumheizung (im Niedrigenergiegebäude) von einer Solaranlage bereitgestellt werden. Die durch eine Solaranlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung nutzbaren Wärmemengen führen zu einer Verminderung des Endenergieverbrauchs in der Größenordnung von 5 ... 25 kWh/(m² a).

Unter optimaler Einbindung und bei entsprechender Nutzerstruktur ist folgendes zu verstehen: hohe Nutzenabnahme für Warmwasser und Heizwasser und geringe zusätzliche Wärmeverluste der größeren Speicher samt Verrohrung sowie geringer Mehrenergieaufwand der zusätzlichen Pumpen. Im Verlauf eines Jahres muss die regenerativ gewonnene und genutzte Solarwärme so groß sein, dass sie mindestens 30 ... 60 % des Wärmebedarfs für die Trinkwarmwasserbereitung sowie die zusätzlichen Wärmeverluste und Hilfsenergieaufwände deckt (Bilanz der Primärenergien). Ist dies nicht der Fall, ist eine konventionelle Anlage ohne Solartechnik primärenergetisch sinnvoller.

Die Forderung nach Trinkwassertemperaturen über 60 °C zur Vermeidung von Legionellenbildung ist ein Hindernis für die Solarenergienutzung. Praktische Erfahrungen an bestehenden Solaranlagen zeigen, dass durch das Aufheizen auf 60 °C ein nicht zu vernachlässigender Zusatzenergiebedarf erforderlich ist. Grundsätzlich ist beim Einsatz von Solarthermie zur Trinkwarmwasserbereitung eine genaue energetische Betrachtung durchzuführen.

Solkonzepte unterscheiden sich zusätzlich in der Fließgeschwindigkeit durch den Kollektor. High Flow-Anlagen arbeiten mit einem großen Durchfluss (30 ... 50 l/h je m² Kollektor) und entsprechend geringerer Erwärmung im Solekreis. Sie lassen sich gut mit konventionellen Speichern (Mischspeicher) kombinieren.

In Low Flow-Anlagen zirkuliert das Solegemisch weniger schnell (10 .. 15 l/h je m² Kollektor) und unterliegt entsprechend höherer Erwärmung. Mit diesem Konzept sind Schichtspeicher kombinierbar. Die Kollektorwirkungsgrade sind in diesen Anlagen meist geringer, weil die Temperaturdifferenz höher ist. Diese Anlagen weisen sehr geringe Druckverluste auf und müssen daher mit besonderen Pumpen (Zahnradpumpen) betrieben werden.

Eine Umschaltung bzw. Regelung von geringem zu hohem Durchfluss ist möglich (Matched Flow). Der geringe Durchfluss wird zu Zeiten höheren Bedarfs gewählt (höhere Temperatur).

Ein vollständig anderes Konzept sind sogenannte Drain Back-Anlagen. Sie werden drucklos und mit normalem Wasser im Solarkreis betrieben. Die Anlagen entleeren sich (durch natürliches Gefälle) in einen Vorratsbehälter, wenn der Speicher voll beladen ist (keine Überhitzung im Kollektor), bei sehr geringen Außentemperaturen (kein Einfrieren) und ggf. in der Nacht (keine Rückschlagklappen notwendig). Das Rückpumpen in die Anlage erfolgt mit einer Zahnradpumpe.

Überschlägige Auslegung

Durchschnittswerte für die Auslegung von Sonnenkollektoranlagen sind Technischen Regelwerken (z.B. VDI 6001) oder der Literatur – vor allem Herstellerunterlagen – zu entnehmen. Ein Auszug bzw. eine Zusammenfassung wird nachfolgend gegeben:

- Trinkwassererwärmung:

Pro Person werden etwa 1 ... 2 m² Flachkollektorfläche benötigt (0,9 ... 1,2 m² bei Vakuumröhrenkollektoren). Pro Quadratmeter Flachkollektor sollten in etwa 60 Liter Speichervolumen vorgesehen werden, bei Vakuumröhrenkollektoren 100 Liter/m².

Das Speichervolumen sollte den doppelten Tagesbedarf an Warmwasser decken (niedriger Bedarf: 15 - 30 Liter pro Tag und Person, mittlerer Bedarf: 50 Liter pro Tag und Person, hoher Bedarf: 80 Liter pro Tag und Person – jeweils bei ca. 45 °C Entnahmetemperatur).

- Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung:

Bei Fußbodenheizung etwa 1 m² Kollektorfläche je 12,5 m² Fußbodenheizung, bei Heizkörpern 0,9 ... 1 m² Kollektorfläche je 10 m² Raumfläche. Die Werte gelten für Flachkollektoren und sind etwa 40 % geringer bei Vakuumröhrenkollektoren. Dies gilt für Gebäude mit gutem Dämmstandard (mindestens EnEV-Niveau).

Pro Quadratmeter Flachkollektor sollten in etwa 60 Liter Speichervolumen vorgesehen werden, bei Vakuumröhrenkollektoren 100 Liter/m² [Solar] [BINE].

Allgemeine Güte- und Prüfbestimmungen für Solarenergieanlagen

Zur Qualitätssicherung sind die Allgemeinen Güte- und Prüfbestimmungen für Solarenergieanlagen nach [RAL GZ 966] zu vereinbaren. Sie legen die Rahmenbedingungen für Komponenten, Konzeption, Ausführung, Service und Betrieb bei solarthermischen und photovoltaischen Anlagen fest. Durch das damit verbundene Gütezeichen ist für den Kunden eine weitgehende Qualitätszusage gegeben.

Wirtschaftlichkeit und Umweltaspekte

Es ist mit einem mittleren Ertrag von 350 bis 500 kWh/a je Quadratmeter Flachkollektorfläche zu rechnen. Bei Vakuumkollektoren mit 400 ... 600 kWh/(m²a).

Die Investitionskosten betragen demgegenüber 700 bis 1000 € je Quadratmeter Flachkollektorfläche (Gesamtkosten incl. Speicher, Regelung usw.) bzw. mit Vakuumröhrenkollektoren etwa 30 ... 40 % höher. Bei solaren Großanlagen sinken die spezifischen Kosten.

Die Materialkosten liegen für ein typisches EFH bei etwa 4000 € (6000 € mit Vakuumröhrenkollektoren) zzgl. 1000 € Montage im Neubau oder 2000 € im Bestand. Bei Kombianlagen ergeben sich Investitionen zwischen 12.000 und 15000 €.

Die Wärmegestehungskosten für ein EFH belaufen sich auf 15 ... 25 ct/kWh in Anlagen mit solarer Trinkwamwasserbereitung und 25 ... 40 ct/kWh bei gleichzeitiger solarer Heizungsunterstützung. Beide Werte gelten ohne Förderung.

Schwimmbadkollektoren sind sehr kostengünstig und können sich unter günstigen Randbedingungen innerhalb von 5 Jahren rentieren – vorausgesetzt, das Beckenwasser würde sonst mit einem anderen Heizmedium erwärmt. Besteht die Alternative aus einem Becken ohne Heizung, so ist der Komortgewinn schwerlich betriebswirtschaftlich auszudrücken.

Die Primärenergie, die in die Herstellung, den Transport und die Montage einer Solaranlage geflossen ist, ist nach etwa 2 ... 3 Jahren zurück gewonnen.

Solaranlagen können als umweltfreundliche Heizung verkauft werden, die Betriebswirtschaftlichkeit ist – auch unter heutigen Energiepreisen – im Einzelfall zu prüfen. Die ständig steigenden Energiepreise sind eine künftige Chance der Marktverbreitung.

Quelle: K. Jagnow und D. Wolff
Manuskript für "Der Energieberater"
Verlag Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln, 2003-2009