



Große Solarwärme- anlagen für Gebäude

*Sonne liefert warmes Wasser
und unterstützt die Raumbeheizung*



Zur Sache

Beim Thema Solarkollektoranlagen dreht sich bislang alles um die kleinen Standard-Anlagen für Ein- und Zweifamilienhäuser. Wir möchten hier den Fokus auf die vielen großen Gebäude lenken – und auf die Möglichkeit, diese mit solarer Wärme zu versorgen. Auf vielen Mietshäusern und Wohnsiedlungen, auf Hotels, Wohnheimen, Krankenhäusern und Gewerbegebäuden sind große Dachflächen ungenutzt, aber auch Fassaden und Balkonbrüstungen oder Dächer von Nebengebäuden wie Garagen stehen als Flächen für die Wärmeversorgung zur Verfügung. Während Photovoltaik-Anlagen in allen Größenordnungen zurzeit en vogue sind und sich auch die „kleinen“ Solarkollektor-Anlagen gut verkaufen lassen, muss der Markt für die großen Solaranlagen erst noch belebt werden.

Das könnte gelingen, denn große Solaranlagen bieten einige Vorzüge: Sie liefern – gerechnet auf den Quadratmeter Kollektorfläche – mehr Wärme und sind zudem kostengünstiger als Kleinanlagen. Doch welche Gebäude eignen sich besonders für große Solaranlagen? Was ist vorteilhafter: Nur Warmwasser erzeugen oder auch heizen mit solarer Wärme? Welche Dimensionierung ist unter Kostengesichtspunkten optimal, welches Anlagenkonzept hat die Nase vorn, welche typischen Planungs- oder Installationsfehler sollte man vermeiden oder was sind die Erfolgsfaktoren für erfolgreiche Projekte?

Diese Fragen werden hier diskutiert – auf Basis von Projekten aus der Energieforschung des Bundesumweltministeriums. Die Analysen beziehen sich auf Anlagen mit einer Kollektorfläche von über 100 Quadratmetern und Gebäude unterschiedlichen Typs. Der Schwerpunkt liegt auf den kostengünstigen Anlagen zur reinen Warmwassererzeugung, doch es liegen auch erste Ergebnisse für die sogenannten Kombianlagen vor, mit denen – bei erhöhten Wärmekosten – erheblich mehr fossile Energieträger eingespart werden können.

Nicht thematisiert werden hier solar unterstützte Nahwärmenetze, Anlagen zur solaren Kühlung oder Raumklimatisierung sowie Prozesswärmeerzeugung, die einen weiteren Forschungsschwerpunkt in Solarthermie2000plus bilden.

Ihre BINE-Redaktion
redaktion@bine.info

Inhalt

- 3** Gute Argumente für solare Wärme
- 4** Der solare Gebäude-Check
- 6** Systemkonzepte für warmes Wasser
- 9** Forschungsschwerpunkt Solarthermie
- 10** Aufwand und Nutzen
- 12** Aus der Praxis – Wohngebäude
- 13** Im Portrait: Der Planer und der Betreiber – zwei Expertenmeinungen
- 14** Kombianlagen – der nächste Schritt
- 17** Aus der Praxis – Rehaklinik
- 18** Die „Roadmap“ zur solaren Wärmenutzung

Impressum

ISSN

1610 - 8302

Herausgeber

FIZ Karlsruhe GmbH
 Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
 76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Autor

Dipl.Ing. Martin Schnauss

Redaktion

Dr. Franz Meyer

Titelbild

BSW, Berlin

Nachdruck

Publikation von Texten und Grafiken nur zulässig mit vollständiger Quellenangabe und gegen Zusendung eines Belegs. Nachdruck der Fotos nur mit Zustimmung des jeweils Berechtigten. Soweit nicht anders vermerkt stammen alle Grafiken vom Autor.

BINE ist ein Informationsdienst von Fachinformationszentrum (FIZ) Karlsruhe GmbH und wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert.



BINE

Informationsdienst

FIZ Karlsruhe, Büro Bonn
 Kaiserstraße 185-197, 53113 Bonn
 Tel. 0228/92379-0
 Fax 0228/92379-29
bine@fiz-karlsruhe.de
www.bine.info



Gute Argumente für solare Wärme

Abb. 1 Kollektorfeld auf einer Produktionshalle der Festo AG & Co. KG.
Foto: Hochschule Offenburg

Große Gebäude haben oft große, solar nutzbare Dachflächen, die einen wirtschaftlichen Einsatz der Solarthermie erlauben und so die Einsparung zunehmend teurer werdender fossiler Energieressourcen ermöglichen. Die Wärmekosten sind bei diesen Systemen aufgrund von Skaleneffekten häufig geringer als bei kleinen Standard-Anlagen, auch Verluste werden reduziert, weil sich Wärme in großen Einheiten besser speichern lässt. Die nutzbaren solaren Wärmegewinne können maximiert werden, wenn die Anlage optimal an das tatsächliche Wärmebedarfsprofil angepasst wird.

Die Energiepreise steigen kontinuierlich und damit die Betriebskosten für die Trinkwassererwärmung und Raumheizung. Mit dem neuen Energiepass werden solche Mietnebenkosten für potenzielle Mieter transparenter, die in Zukunft vermehrt auf diese „zweite Miete“ achten werden. Gerade in großen Mietshäusern entscheiden Nebenkosten immer öfter über die Vermietbarkeit der Immobilie. Eine weithin sichtbare Solaranlage dokumentiert die ökologische Ausrichtung des Gebäudes augenscheinlich. Thermische Solaranlagen können einen erheblichen Beitrag zur Energieeinsparung und damit zur Reduzierung der Mietnebenkosten bzw. der Betriebskosten für ein Gebäude leisten. Durch die Investition in eine Solaranlage ist eine zumindest teilweise Abkopplung der Wärmeerzeugungskosten von den steigenden Öl- oder Gaspreisen möglich. In der Betriebsbilanz werden die zukünftig immer schwerer prognostizierbaren Energiepreise durch kalkulierbare Kapitalkosten abgelöst, die unabhängig von künftigen Energiepreissteigerungen sind.

Gut konzipiert, sorgfältig installiert und regelmäßig gewartet arbeiten Solaranlagen heute problemlos. Der Instandhaltungsaufwand für große Anlagen von jährlich ca. 1 bis 1,5% der Investitionskosten liegt etwa im gleichen Rahmen wie für eine konventionelle Kesselanlage. Thermische Solaranlagen haben eine Lebensdauer von etwa 20 bis 25 Jahren und überdauern damit die konventionellen Kesselanlagen, für die meist ca. 15 Jahre angesetzt werden.

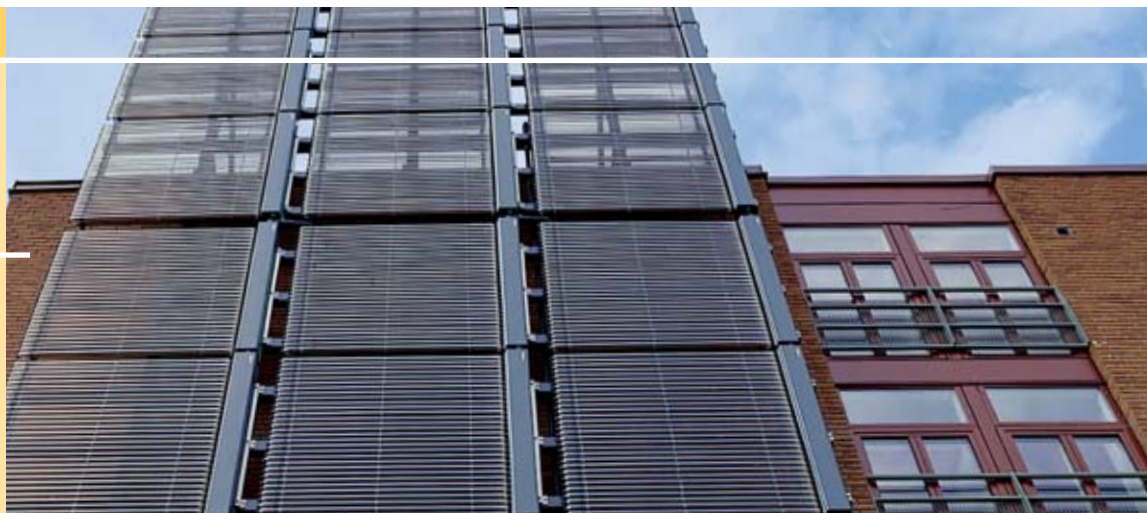
Die Betriebskosten der Solaranlagen sind gering. Bei großen Anlagen muss man ca. 1 kWh elektrische Energie zum Erzeugen von etwa 40 bis 50 kWh Wärme einsetzen. Dies hängt natürlich stark von der Systemkomplexität ab.

Im Laufe der letzten Jahre konnte die Systemtechnik verbessert werden, parallel dazu nimmt die betriebswirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit der Solarsysteme gegenüber konventionellen Kesselanlagen zu. Erhebliche Einsparungen bei den Schadstoffemissionen sowie eine Imagesteigerung für den Betreiber sind weitere Vorteile des Einsatzes einer Solaranlage.

Die Systemtechnik ist bei den verschiedenen Einsatzbereichen der Solarthermie unterschiedlich weit entwickelt. Im Bereich der Trinkwassererwärmungsanlagen liegen Richtlinien und ausführliche Veröffentlichungen vor, die dem Planer und Installateur Hilfestellung bieten. Bei Kombianlagen zur Trinkwassererwärmung und Raumheizung sowie Anlagen, die in Wärmenetze integriert werden, ist eine sehr detaillierte Planung und Dimensionierung erforderlich. Entsprechende Richtlinien befinden sich in Vorbereitung.

Die Integration von Solarsystemen in das Gebäude sollte im Rahmen eines Gesamtkonzeptes erfolgen. Wenn sie beispielsweise mit einer Heizungserneuerung oder Gebäudesanierung verbunden wird, kann die Solaranlage bei geringeren Kosten optimal angepasst werden. Die Kollektormontage sollte im Zuge einer Dacherneuerung erfolgen, denn das Dach sollte eine mindestens ebenso lange Lebensdauer aufweisen wie die Kollektoren.

Abb. 2 Vakuumröhrenkollektoren werten die Fassade auf.
Foto: BSW-Solar, Viessmann



Der solare Gebäude-Check

Nicht jedes Gebäude eignet sich für die Integration einer Solaranlage. Bei Neubauten ist der Planungsspielraum meist relativ groß. Im Gebäudebestand dagegen muss zuerst der Status quo von Gebäudestruktur und Wärmetechnik überprüft und der Wärmebedarf analysiert und optimiert werden. In beiden Fällen ist die Anlage nur bei sorgfältiger Planung und Dimensionierung der Komponenten wirtschaftlich erfolgreich.

Zu jeder Solaranlage gibt es Alternativen, mit denen bei Gebäuden der Verbrauch an konventioneller Energie reduziert werden kann. So wird der Wärmebedarf maßgeblich von der Dämmung des Gebäudes sowie von der Qualität der Fenster beeinflusst. Die Wärmebereitstellung kann effizient über ein Niedertemperaturheizsystem mit Brennwertkessel, eine moderne Holzheizung, Blockheizkraftwerke, Nahwärmenetze oder auch Wärmepumpen erfolgen. Wassersparende Sanitärarmaturen sowie die energetische Optimierung der Warmwasserzirkulation mindern den Energiebedarf für die Warmwasserbereitstellung.

Das Nutzen/Kosten-Verhältnis der verschiedenen Alternativen ist ein gutes Auswahlkriterium, um bei einem vorgegebenen Budget ein optimales Ergebnis zu erzielen. Alle realisierten Maßnahmen sind dann bei der Dimensionierung der Solaranlage zu berücksichtigen, da eine für den reduzierten Verbrauch überdimensionierte Solaranlage erhebliche Effizienzeinbußen mit sich bringt.

In der Praxis ergibt sich damit folgende Reihenfolge:

1. Energiebedarf der durch das Solarsystem zu versorgenden Verbraucher minimieren (Wärmedämmung, Fenstererneuerung, Dichtung etc.)
2. einen neuen hocheffizienten Kessel installieren, der in der Leistung an den neuen Verbrauch angepasst ist
3. Solaranlage installieren, angepasst an den reduzierten Verbrauch und an den neuen Kessel

Die Solaranlage steht damit erst an dritter Stelle. Wird jedoch deren Installation zu einem günstigen Zeitpunkt

(z. B. Gebäudesanierung) aus Kostengründen zurückgestellt, so wird die Installation zu einem späteren Zeitpunkt erheblich teurer. Dies führt oft dazu, dass sie auch später nicht realisiert wird.

Thermische Solaranlagen arbeiten am effizientesten in Gebäuden, bei denen ganzjährig – also auch im Sommer – Wärme benötigt wird. Weniger geeignet sind Objekte, die in Ferienzeiten oder an Wochenenden wenig oder gar nicht genutzt werden, wie z. B. Schulen aufgrund der langen Sommerferien und unterrichtsfreien Wochenenden. Eine Alternative wäre hier eine Wärmepumpe oder ein Holzpelletkessel, die beide nur bei tatsächlichem Energiebedarf betrieben werden.

Die Installation einer thermischen Solaranlage ist im Neubau in der Regel günstiger als beim Altbau. Die Rohre des Kollektorkreises vom Dach zum Keller können sehr einfach verlegt werden und man spart sich die Dacheindeckung, wenn die Kollektoren in das Dach integriert werden. Dennoch kann eine Solaranlage in manchen Fällen auch bei Altbauten die bessere Alternative sein, um Energie einzusparen. Etwa wenn es schwierig oder zu kostenintensiv ist, eine Wärmedämmung an den Außenwänden anzubringen oder wenn Auflagen dies verhindern (Denkmalschutz). Ein im Dach integriertes Kollektorfeld stört die Gebäudeansicht kaum.

Vor der Planung eines Solarsystems sollten die in der folgenden Checkliste aufgeführten Punkte geklärt werden:

Planung eines Solarsystems – Checkliste:

Aufstellfläche für Kollektoren Erforderlich ist eine möglichst wenig zergliederte und unbeschattete Dachfläche mit Orientierung zwischen Süd-Ost und Süd-West. Die optimale Dachneigung beträgt bei TWW-Anlagen: ca. 20 bis 45°; bei Heizungsanlagen ca. 35 bis 50°. Anlagen sind bei Schrägdach kostengünstiger als bei Flachdach (Aufständerkonstruktion); falls nicht genügend Dachflächen zur Verfügung stehen kann eine Fassadenintegration geprüft werden. Auch die Aufständerkonstruktion auf Bodenflächen ist möglich.

Dachzustand Beim Dach sollte in den nächsten 25 Jahren keine Sanierung erforderlich sein – oder das Dach muss vor Aufbau des Kollektorfeldes saniert werden. Vor allem in Randbereichen muss die Statik des Daches bzgl. Zusatzbelastung durch Kollektoren (ggf. inkl. Aufständerkonstruktion) und Windbelastung geprüft werden.

Platz für Solarspeicher Optimal sind Räume, die für hohe und schlanke Solarspeicher geeignet sind. Falls nicht anders möglich, kann das Speichervolumen auf maximal drei Behälter aufgeteilt werden, die dann in Reihe und nicht parallel verschaltet werden. Eine Außenaufstellung der Solarspeicher mit verstärkter Wärmedämmung und Schutz vor eindringender Feuchtigkeit ist möglich. Die Dimensionierung der konventionellen Speicher prüfen, da diese oft zu groß sind; überflüssige konventionelle Speicher können evtl. als Solarspeicher oder solare Vorwärmespeicher (VDI 6002-1) genutzt werden.

Kontrollsysteme Dauerhafte Systeme zur Funktionskontrolle oder Ertragsbewertung für das Solarsystem installieren; ohne solche Einrichtungen fallen Fehler im Solarsystem wegen des nachgeschalteten Kessels nicht auf (vgl. VDI 2169).

Vorrüstung In Neubauten erleichtern Leerschächte vom Dach zum Keller die spätere Installation einer Solaranlage. Eine Rohrverlegung „auf Vorrat“ wird aber nicht empfohlen. Die Rohrquerschnitte müssen zu der später installierten Kollektorfläche passen, damit bestimmte Mindest- und Maximalwerte für die Durchströmungsgeschwindigkeit /VDI 6002-1/ eingehalten werden.

Anlagen zur Trinkwassererwärmung

TWW-Verbrauch Der Warmwasserverbrauch sollte nach Möglichkeit genau ermittelt werden. Bedarf an warmem Trinkwasser muss auch im Sommer vorhanden sein. Sofern der Bedarf im Sommer stärker zurückgeht, sollte auf den Schwachlastbedarf im Sommer ausgelegt werden (vgl. VDI 6002-1 und VDI 6002-2).

Einbindung TWW-Zirkulation Das Zirkulationsnetz sollte gut gedämmt und hydraulisch abgeglichen werden und in Bezug auf Laufzeit und Volumenstrom minimiert sein (erlaubte Temperaturspreizung gem. DVGW-Arbeitsblatt W551 beachten). Energieverluste werden mit Schalthühnen, Zirkulationsunterbrechern, temperaturgesteuerten Pumpen gemindert.

Kombianlagen (Trinkwassererwärmung und Raumheizungsunterstützung)

Energiebedarf außerhalb Heizperiode Vorhandene TWW-Zirkulation ist in das Solarsystem einzubinden (Aussagen oben beachten). Wenn möglich, sollten weitere Sommerverbraucher wie z. B. Schwimmbaden oder solare Kühlsysteme versorgt werden.

Heizsystem Für eine gute Solarsystemeffizienz ist ein Niedertemperaturheizsystem erforderlich. Heizungssysteme mit höherer Temperatur sind nicht ausgeschlossen, jedoch nicht optimal geeignet. Es sollte unbedingt ein hydraulischer Abgleich vorgenommen werden.

Solarsystem Gegenüber TWW-Systemen sind erheblich größere Kollektorfelder und Speichervolumina erforderlich.

Abb. 3 Planung eines Solarsystems



Die Größe macht den Unterschied

Große solarthermische Anlagen können in Mehrfamilienhäusern und Wohnsiedlungen, öffentlichen Einrichtungen, Gewerbe- oder Industriebetrieben zur Trinkwassererwärmung, Heizungsunterstützung oder zur Erzeugung von Prozesswärme und zur solaren Klimatisierung eingesetzt werden. Die Abgrenzung zur Kleinanlage macht sich eher an der Systemtechnik als an der Kollektorfläche fest.

Im Gegensatz zu großen Anlagen werden kleine Anlagen häufig als standardisierte Komplettpakete angeboten und überwiegend in Ein- oder Zweifamilienhäusern eingesetzt. Bei diesen Systemen wird die Solarenergie in Trinkwarmwasserspeichern gespeichert.

Für größere Systeme ist dieses Prinzip auch aus Gründen der Wasserhygiene nicht mehr einsetzbar, weil Maßnahmen zum Legionellenschutz erforderlich werden. Größere Anlagen bevorraten die Solarwärme daher in Pufferspeichern, die mit Heizungswasser gefüllt sind, was auch eine Anbindung an die Gebäudeheizung ermöglicht. Es ergibt sich

ein gewisser Bereich der Überschneidung, da die Kleinanlagensysteme bis zu Kollektorflächen von ca. 30 m² eingesetzt werden, Systeme mit Pufferspeichern aber bereits ab 10 m² zu haben sind.

Große Anlagen erfordern eine sorgfältige Anpassung an das Verbrauchsprofil und daher eine individuelle Planung und Dimensionierung. Der erhöhte Planungsaufwand und die aufwendigere Technik machen große Anlagen etwas teurer – ein Nachteil, der jedoch durch höhere spezifische Systemerträge und eine höhere CO₂-Einsparung gegenüber einer vergleichbaren Fläche mit Kleinanlagen sowie die erreichbare Kostendegression und Preisnachlässe bei den großen Kollektorflächen kompensiert werden kann. Die solaren Wärmegestehungskosten sind bei großen Anlagen in der Regel um den Faktor 2 günstiger als bei Kleinanlagen und kommen mit 8–10 Cent/kWh für große Warmwasseranlagen bereits an die Schwelle zur Wirtschaftlichkeit.

Abb. 4 "Wärmeverteilung mit System"
 Detailaufnahme aus der Heizzentrale im Hegau Klinikum, Singen.
 Foto: Hochschule Offenburg



Systemkonzepte für warmes Wasser

Der Warmwasserbedarf in Gebäuden erstreckt sich in der Regel über das ganze Jahr. Bei Auslegung der Solarsysteme auf die sommerliche Last kann die hohe Einstrahlung in den Sommermonaten voll genutzt werden. Die Systeme sind kostengünstig und erreichen hohe Nutzungsgrade bei spezifisch hohen Erträgen. Der Beitrag der reinen Trinkwassersysteme bleibt aber auf einen relativ kleinen Anteil des gesamten Wärmebedarfs beschränkt. Wenn auch die Trinkwasserzirkulation in die Anlage eingebunden wird, lässt sich dieser Anteil steigern.

Bei großen Solaranlagen sollte ein möglichst einfacher Systemaufbau angestrebt werden, um eine hohe Betriebszuverlässigkeit zu erreichen und den Wartungsbedarf zu minimieren. Wesentliche Systemkonzepte sollen im Folgenden kurz vorgestellt werden. Generell arbeiten große Anlagen aufgrund der erforderlichen Speichermassen und Anforderungen an die Wasserhygiene mit Pufferspeichern. Die Wärmeübertragung, sei es zwischen Kollektorkreis und Speicher oder Speicher und Trinkwasser, wird in der Regel mit externen Plattenwärmetauschern realisiert. Bei der Übertragung der Wärme von dem Pufferspeicher haben sich zwei unterschiedliche Anlagenvarianten herausgebildet.

Durchflussprinzip

Abb. 7 zeigt eine solare Trinkwasseranlage nach dem Durchflussprinzip. Für die Wärmeübertragung werden externe Wärmetauscher eingesetzt, daher sind in diesem Schema drei Pumpen erforderlich. Bei jedem Zapfvorgang wird Kaltwasser durch den Wärmetauscher geleitet und wie in einem Durchlauferhitzer erwärmt. Bei Bedarf wird das Wasser in dem Nachheizspeicher vom Kessel auf Solltemperatur gebracht und gehalten. Bei diesen Systemen wird auch von einer seriellen Trinkwasseranbindung oder von „Frischwassersystemen“ gesprochen.

Speicherladeprinzip

Abb. 8 zeigt ein solares Trinkwassersystem nach dem Speicherladeprinzip. Die Wärme wird vom Pufferspeicher über einen externen Wärmetauscher und einen zusätzlichen Ladekreis an einen Vorwärmespeicher abgegeben, der von dem Kaltwasser durchflossen wird. Teilweise wird dafür auch der untere Teil des Nachheizspeichers eingesetzt. Dieses System erfordert vier Pumpen.

Beide Systeme haben sich bewährt mit jeweils folgenden Vor- und Nachteilen:

Anlagen nach dem Durchflussprinzip sind etwas einfacher aufgebaut und daher kostengünstiger. Sie erfordern allerdings große, sorgfältig dimensionierte Wärmeübertrager sowie eine sehr schnell reagierende Steuerung. Inzwischen werden Frischwasserstationen in den verschiedenen Größen komplett angeboten. Bei stark schwankenden Zapfprofilen und in sehr großen Objekten stößt dieses Prinzip an seine Grenzen. Die solare Deckung von Zirkulationsverlusten ist schwierig, da die Wärme nur übertragen wird, wenn Warmwasser gezapft wird.

Die Vorwärmesysteme mit Speicherladeprinzip sind etwas aufwendiger und daher teurer. Sie benötigen eine zusätzliche Pumpe und einen weiteren (oder größeren) Speicher sowie eine sogenannte Legionellen-



Abb. 5 Pufferspeicher der Solaranlage des Studentendorfs Freiburg Vauban
Foto: Hochschule Offenburg

Abb. 6 externer Wärmetauscher
Foto: Hochschule Offenburg

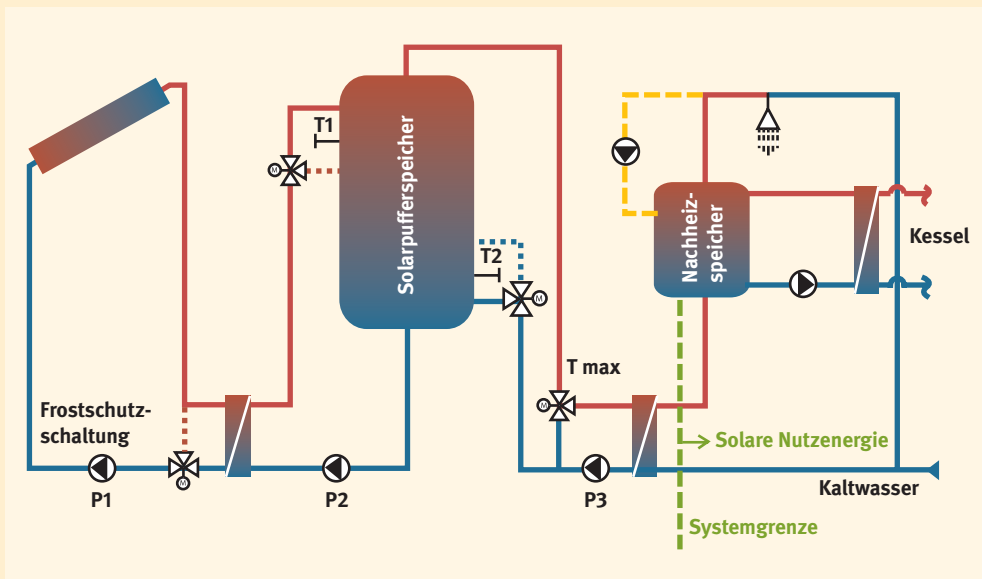


Abb. 7 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung nach dem Prinzip "Durchlauferhitzer", es wird auch als „Frischwassersystem“ bezeichnet.

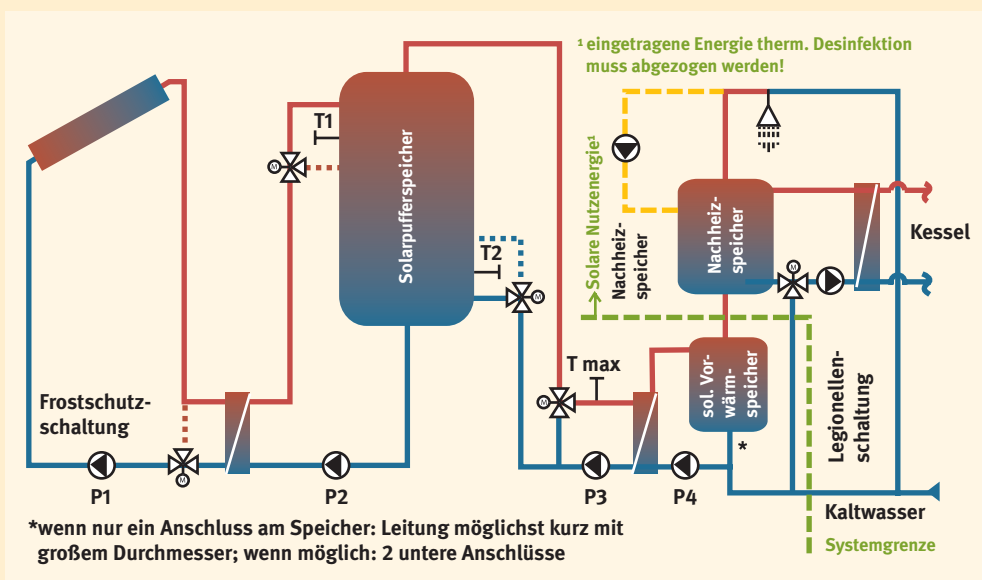
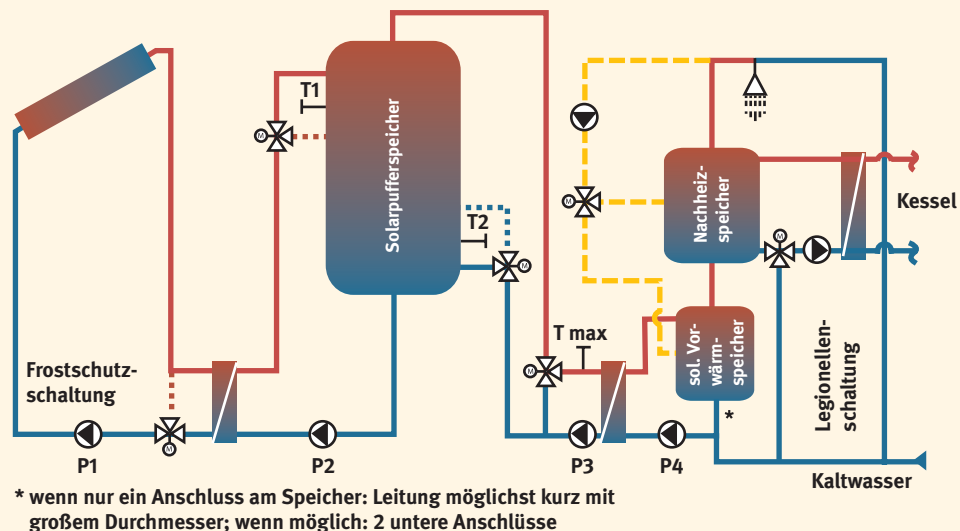


Abb. 8 Vorwärmssystem mit separatem TWW-Vorwärmespeicher

Abb. 9 Einbindung der Zirkulation in die Solaranlage bei einem System mit monovalentem solarem Trinkwasser-vorwärmerspeicher



schtaltung. Der Trinkwasserwärmetauscher kann kleiner ausfallen, er sollte aber trotzdem sehr genau dimensioniert werden. Diese Variante wird besonders bei größeren Systemen eingesetzt. Weitere Systemvarianten ergeben sich durch verschiedene Möglichkeiten zur Einbindung der Zirkulationsleitung.

Abb. 9 zeigt die Einbindung der Trinkwarmwasserzirkulation in ein Speicherladesystem. Hier wird der Zirkulationsrücklauf bei Erreichen des erforderlichen Temperaturniveaus mit einem Dreiwegeventil vom Nachheizer auf den Vorwärmerspeicher umgeschaltet.

Grundsätzlich sollten bei der Einbindung der Zirkulation deren Verluste so weit wie möglich durch folgende Maßnahmen reduziert werden: gute Wärmedämmung der Warmwasser- und Zirkulationsleitung, Reduzierung des Volumenstromes auf das erforderliche Maß (DVGW), Nutzung von Schalthühnen und thermostatisch gesteuerten Zirkulationspumpen, sorgfältiger hydraulischer Abgleich des Zirkulationsnetzes.

Auslegung

Die Auslegung von großen Anlagen erfordert eine individuelle Dimensionierung und kann nicht anhand der Bewohnerzahl mit abgeschätzt werden. In einem Mehrfamilienhaus ist die Anzahl der Bewohner oft nicht bekannt, die Anzahl der Personen pro Wohneinheit ist oft unterschiedlich und der individuelle Warmwasserbedarf

ist vom Durchschnittsalter der Bewohner, der Anzahl der Kinder und dem Lebensstandard abhängig. Darüber hinaus spielt der gewünschte Deckungsbeitrag natürlich eine Rolle, sodass in Mehrfamilienhäusern Systeme mit Kollektorflächen zwischen 0,5 m² und 2 m² pro Wohneinheit realisiert wurden.

In Einrichtungen wie Wohnheimen, Kliniken, Sporteinrichtungen, Schulen sowie gewerblichen Einrichtungen, Hotels oder Industriebetrieben ist die Abschätzung noch schwieriger. Erfahrungswerte sind in der einschlägigen Literatur zu finden. Es wird empfohlen, zuerst den Verbrauch zu messen und dann Simulationsrechnungen vorzunehmen.

Bei der Auslegung von Speichern kann wie bei den Kleinanlagen ein Volumen von 50 l/m³ Kollektorfläche als Orientierungswert gelten. Bei Zapfprofilen mit ausgeprägter Mittagsspitze bzw. Schwerpunkt in den Morgen- und Abendstunden kann das Speicheroptimum nach oben bzw. unten abweichen. Verlässliche Ergebnisse liefern auch hier nur Simulationsrechnungen.

Große Kollektorfelder erfordern eine sorgfältige Planung der Hydraulik, damit eine gleichmäßige Durchströmung, eine vollständige Entlüftung und ein „gutmütiges“ Ausdampfverhalten sichergestellt wird. Die Verlegung der Rohre streng nach dem System Tichelmann führt zu einem hohen Aufwand und bietet keine Gewähr, die genannten Bedingungen auch zu erfüllen. Bei großen Kollektorfeldern hat sich das „Low-Flow“-Konzept mit Volumenströmen zwischen stündlich 15 und 20 Litern pro Quadratmeter Kollektorfläche bewährt.

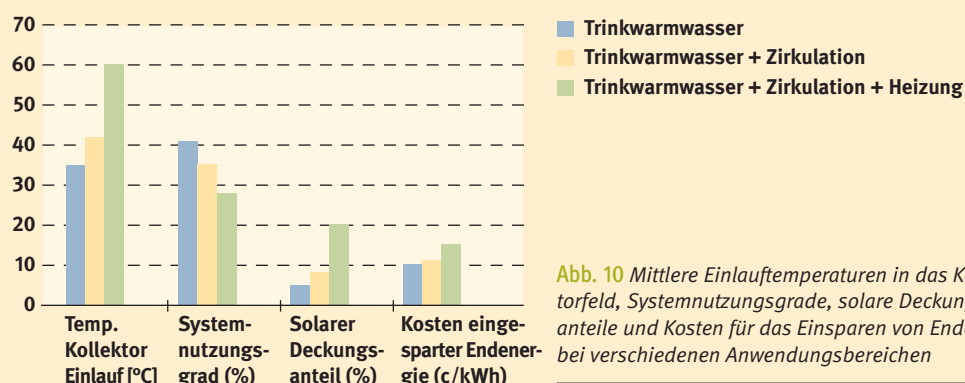


Abb. 10 Mittlere Einlauftemperaturen in das Kollektorfeld, Systemnutzungsgrade, solare Deckungsanteile und Kosten für das Einsparen von Endenergie bei verschiedenen Anwendungsbereichen



Was macht Systeme effizient?

Bei der Planung von Solaranlagen geht es um eine mehrdimensionale Optimierung. Die nutzbaren solaren Energieerträge werden maximiert, die Systemkosten minimiert und die Wechselwirkung mit der konventionellen Wärmetechnik optimiert. Letztlich geht es darum, möglichst viel fossile Brennstoffe einzusparen.

Wie effizient die eingestrahlte Energie in Nutzwärme umgesetzt werden kann, hängt entscheidend von dem Temperaturniveau des angeschlossenen Verbrauchers ab. Je niedriger dieses liegt, umso besser ist der Nutzungsgrad der Solaranlage, weil mit steigender Temperatur des Verbrauchers auch die Temperatur in den Kollektoren ansteigen muss und dann höhere thermische Verluste entstehen.

Bei der Trinkwassererwärmung wird das Wasser von ca. 10 °C (Kaltwassertemperatur) bis hin zu ca. 60 °C (Warmwassertemperatur) aufgeheizt. Besonders der erste Teil dieses Prozesses erfolgt sehr effizient, weshalb Vorwärmanlagen besonders gute Erträge erzielen. Aus diesem Grund ist auch ein kalter Rücklauf vorteilhaft.

Bei der TWW-Zirkulation liegt die Temperaturspreizung zwischen ca. 55 bis 60 °C (Rücklauf / Vorlauf). Hier wird deutlich, dass die Einbindung der TWW-Zirkulation in die Solaranlage die Arbeitsbedingungen für das Solarsystem erheblich verschlechtert, denn rund 35 – 75% des Energiebedarfs für das Trinkwarmwassersystem entfallen auf die TWW-Zirkulation, bei der die Rohre ständig von Wasser auf einem hohen Temperaturniveau durchströmt werden.

Der Nutzungsgrad eines Solarsystems zur Raumheizungsunterstützung hängt entscheidend von der Rücklauftemperatur aus dem Heizkreis und damit auch vom Heizungssystem ab. Bei einer Flächenheizung (z. B. Fußbodenheizung) liegt sie bei ca. 25 °C, bei Radiatorsystemen je nach Gebäudestandard und Auslegung der Heizflächen bei 35 – 50 °C oder sogar mehr. Ein sorgfältiger hydraulischer Abgleich des Heizungssystems ist unerlässlich, damit solch niedrige Rücklauftemperaturen in der Praxis auch erreicht werden. In Abb. 10 sind die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten eines Solarsystems zur reinen Trinkwassererwärmung, Trinkwassererwärmung mit eingebundener Zirkulation, Trinkwarmwasser + Zirkulation + Heizungsunterstützung gegenübergestellt. Die Grafik zeigt die aus der Anwendung resultierenden Kollektoreinlauftemperaturen, den Systemnutzungsgrad, den solaren Deckungsbeitrag und die Wärmekosten.

Bei Systemen mit Zirkulationseinbindung, Heizung oder im Wärmenetz liegen die Temperaturen höher, sodass der Nutzungsgrad sinkt. Der absolute Energiegewinn wächst natürlich, weshalb der Deckungsanteil steigt. Der Kostenanstieg zu den komplexeren Systemen fällt nicht so deutlich aus, weil die spezifischen Kosten mit der Größe der Anlagen sinken. Um mehr konventionelle Energie einzusparen und die Umwelt zu entlasten, werden zunehmend Kombianlagen installiert.

Die Deckungsanteile erscheinen mit 5 bis 20% niedrig. Dies liegt an dem hohen Heizwärmebedarf eines durchschnittlichen Gebäudes. Bei Gebäuden mit Niedrigenergie- oder sogar Passivhausstandard kann der solare Anteil ein Vielfaches betragen, weil der Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung bei diesen Gebäuden an Gewicht gewinnt. Bei heizungsunterstützten und netzintegrierten Anlagen kann man durch geeignete Wahl der Kollektorfeld- und Solarspeichergröße Deckungsanteile von ca. 10 bis 30% erreichen. Höhere Deckungsanteile sind in der Regel nur bei sehr großen Netzen oder Solaranlagen und besonders großen Solarspeichern (sog. saisonalen Speichern) sinnvoll. Selbst 100% solare Wärmeversorgung ist mit entsprechender Speichertechnik (und Größe) möglich. Entsprechende Gebäude sind bereits damit ausgerüstet. Sie sind unter dem Aspekt, dass praktisch keine Heizkosten anfallen, erstaunlich kostengünstig.



Forschungsschwerpunkt Solarthermie

Ein aktueller Forschungsschwerpunkt sind die Kombianlagen zur Trinkwassererwärmung und Raumheizungsunterstützung. Im Rahmen der Förderkonzepte Solarthermie-2000 und Solarthermie2000plus sowie einem weiteren Verbundprojekt sind solche Kombianlagen untersucht worden. In diesen Forschungsprojekten entstanden z. B. grundlegende Erkenntnisse zu deren Alterungs- und Stagnationsverhalten.

Die Untersuchungen zeigen eine Vielzahl von Systemvarianten, mit teils unnötig komplexer Hydraulik. Von Seiten der Forschung wird eine Vereinfachung, Standardisierung und Vereinheitlichung der Systeme empfohlen. Vorgefertigte Komponenten sollen Fehler bei der Installation reduzieren und optimierte Komplettsysteme ermöglichen.

Auch bei den großen Anlagen, die effektiv arbeiten, gibt es noch viele Möglichkeiten zur Steigerung der Systemeffizienz, zur Vereinfachung der Systeme und zur Anpassung des Solarsystems an konventionelle Heizsysteme.

Nahwärmesysteme:

Für die Forschungsarbeiten an Solarsystemen, die in Wärmenetze integriert sind (ohne Saisonspeicher), stehen derzeit mehrere Demonstrations- und Forschungsanlagen aus Solarthermie-2000 bzw. Solarthermie2000plus zur Verfügung: So gibt es Anlagen in Stuttgart, Hennigsdorf, Heilbronn, Speyer, Holzgerlingen und auf Norderney.

Da bei diesen netzintegrierten Anlagen das Netz den einzigen Verbraucher darstellt, existieren bei Weitem nicht so viele Systemvarianten wie bei den Kombianlagen, bei denen drei Verbraucher – das gepappte TWW, die TWW-Zirkulation und die Raumheizung – in das Solarsystem integriert werden müssen. Netzintegrierte thermische Solarsysteme unterscheiden sich im Wesentlichen nur durch die Einbindung des konventionellen Kessels (mit oder ohne Pufferspeicher), durch die Art des Netzes (Drei- oder Vierleiternetz) und durch den Aufbau der Wärmeübergabestationen in den einzelnen Gebäuden. Gerade bei diesen Wärmeübergabestationen besteht noch ein erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Ein besonderer Schwerpunkt ist auch die Erreichung niedriger Netzzücklauftemperaturen (vgl. BINE-Projektinfo 11/06).



Kennwerte

Die technischen Eigenschaften und die Leistungsfähigkeit einer Solaranlage lassen sich mit verschiedenen Kennwerten beschreiben. Die wichtigsten sind:

- Solarsystemnutzungsgrad
- Solarer Deckungsanteil (solare Wärmeeinsparung)
- Durch das Solarsystem eingesparte konventionelle Endenergie oder Primärenergie sowie vermiedene Schadstoffemission (z. B. CO₂)
- Arbeitszahl des Solarsystems
- Auslastung des Solarsystems
- Kosten für die durch die Solaranlage eingesparte Endenergie (oder Primärenergie).

Abb. 11 Blick auf eines der beiden Teilfelder des Kollektorfeldes der Solaranlage Albtherme Waldbronn
Foto: Hochschule Offenburg



Aufwand und Nutzen

Der energetische Nutzen von Solarsystemen wird anhand des Ertrages pro Jahr in kWh gemessen und meist auf den m² Kollektorfläche bezogen. Dieser spezifische Kollektorertrag ist im Wesentlichen abhängig von der Sonneneinstrahlung am Standort, der Neigung und Ausrichtung, einer möglichen Verschattung der Kollektoren sowie deren durchschnittlichem Temperaturniveau. Auch die Qualität der Komponenten, Rohrleitungslängen und Speicherverluste spielen eine, allerdings untergeordnete, Rolle.

Innerhalb des Programms Solarthermie-2000 streuten die Systemkosten für installierte Anlagen zwischen 400 und 900 €/m² Kollektorfläche, im Mittel betragen sie 673 €/m² (inkl. Planung und MwSt.). Auch aus dem Marktanreizprogramm (2001 – 2005) stehen Daten für eine Vielzahl von Anlagen unterschiedlicher Größen zur Verfügung (Abb. 12). Die hier ermittelten Kosten sind nicht direkt mit denen aus Solarthermie-2000 zu vergleichen, da nicht alle Systemkomponenten abgerechnet wurden. So entfielen z. B. häufig die Kosten für schon vorhandene Speicher. Die Ergebnisse demonstrieren aber, dass mit zunehmender Anlagengröße eine deutliche Kostendegression erreicht wird.

Für die jährlichen Wartungs- und Instandhaltungskosten sind im Mittel 1% bis 1,5% der Investitionskosten zu veranschlagen. Die Betriebskosten umfassen

lediglich Strom für Pumpen und Steuerung. Die Pumpen laufen nur bei Sonneneinstrahlung, maximal 2000 h im Jahr.

Einer der wichtigsten Faktoren ist der solare Deckungsanteil. Mit zunehmender Kollektorfläche wird dieser Anteil am Wärmebedarf eines Gebäudes steigen und der absolute Betrag an solarer Nutzwärme zunehmen.

Da aber ein hoher Deckungsanteil mit höheren Kollektortemperaturen und unter Umständen auch sommerlichen Überschüssen verbunden ist, verhält sich der Nutzungsgrad eines Systems gegenläufig und der spezifische Ertrag sinkt mit steigender Deckung. Während die spezifischen Kosten für den Quadratmeter Kollektor bei größeren Flächen abnehmen, steigen die Wärmekosten mit sinkenden Erträgen pro m².

Es ist also ein Optimierungsprozess, der entscheidend von den Zielvorgaben abhängt. Soll Solarwärme zu einem möglichst niedrigen Wärmepreis erzeugt werden, bei dann geringem Deckungsbeitrag, oder ist es das Ziel, mit dem Solarsystem eine möglichst große Brennstoffeinsparung zu erreichen, auch wenn dann die Kosten der Nutzwärme etwas höher liegen? Daher gibt es bei der Auslegung von Solarsystemen innerhalb eines weiten Spielraums kein „richtig“ oder „falsch“. Entscheidend ist, ob die Zielvorgaben im realen Betrieb erfüllt werden. Für den Entscheidungsprozess und die Optimierung empfehlen sich Simulationsrechnungen mit Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Abgerechnete Kosten aus dem Marktanreizprogramm

Kollektorfläche [m ²]	Abgerechnete spezifische Kosten [€]
10 – 20	650 – 700
20 – 30	530 – 580
30 – 50	450 – 530
Über 50	350 – 480

Abb. 12 Kostendegression mit zunehmender Anlagengröße



Abb. 13–15 Kollektoranlage Waldbronn im Bau. Foto: Hochschule Offenburg

Das Nutzer-Investor-Dilemma:

In der Wohnungswirtschaft stellt das sogenannte „Nutzer-Investor-Dilemma“ eine große Hürde dar. Der Vermieter trägt die Investitionskosten für die Installation einer Solaranlage, kann diese aber nicht über die Heizkostenabrechnung auf die Mieter umlegen, denn dort kann er nur die Betriebskosten geltend machen. Die Mieter profitieren dagegen von eingesparten Energiekosten. Auch nach der novellierten Heizkostenverordnung kann weiterhin nur der Teil der nicht solar erzeugten Energiekosten auf die Betriebskosten angerechnet werden. Die Installation einer Solaranlage erscheint daher nur dann für den Investor interessant, wenn die Investitionskosten z. B. im Rahmen einer Modernisierung, die gleichzeitig zu einer Energieeinsparung führt, auf die Miete umgelegt werden kann.

Durch den Betrieb der Solaranlage wird im konventionellen System Brennstoff eingespart, die Anlagen müssen aber weiter zur Verfügung stehen. Daher können als Nutzen nur die eingesparten Brennstoffkosten angesetzt werden. Durch die gestiegenen Öl- und Gaspreise hat sich die Wirtschaftlichkeit der Systeme enorm verbessert.

Darüber hinaus dürfen auch andere Nutzeffekte nicht außer Acht gelassen werden. Dies sind der Imagegewinn eines Unternehmens, die bessere Vermietbarkeit eines Gebäudes, die reduzierten Nebenkosten, der Werbeeffect bei einer Ferienanlage etc.

Bei der Kostenberechnung für die eingesparte End- oder Primärenergie sind folgende Punkte zu beachten:

- Instandhaltungskosten (Inspektions-, Wartungs- und Instandsetzungskosten)
- Betriebskosten (z. B. elektrische Hilfsenergie)
- Nutzungsgrad eines normal aufgebauten rein konventionellen Energieversorgungssystems (ohne Solaranlage)
- Nutzungsgrad des konventionellen Energieversorgungssystems nach Installation der Solaranlage
- Eventuelle Veränderungen im konventionellen System durch die Solaranlage (z. B. Wegfall einer Kompressionskältemaschine, die durch eine solarthermische Kälteanlage ersetzt wird)
- Umrechnung der von der Solaranlage nutzbar gelieferten Wärme in eingesparte Endenergie (oder Primärenergie).

Sonne versus Heizkessel

Entgegen dem ersten Anschein kann aus dem solaren Deckungsanteil, also dem Anteil der solaren Nutzwärme an der insgesamt benötigten Wärme, nicht exakt auf die Einsparung an Gas oder Öl zurückgeschlossen werden, denn die Solaranlage beeinflusst das Betriebsverhalten des konventionellen Kessels und kann seine Effizienz mindern:

- Durch die solare Vorerwärmung fließt das Wasser mit einer höheren Temperatur zum Kessel zurück. Dadurch wird bei einem heute üblichen Brennkessel die Brennwertnutzung reduziert und die Kesseleffizienz sinkt.
- Zusätzliche Effizienzverluste können bei Kesseln ohne eigenen Pufferspeicher auftreten: Liegt die Rücklauftemperatur in den Kessel durch die solare Vorerwärmung schon nahe der Vorlauf-Solltemperatur, so reicht für die Resterwärmung eine geringe Brennerleistung, für die der Brenner in der Regel nicht ausgelegt ist. Er beginnt wegen zu hoher Leistungsabgabe in kurzen Intervallen ein- und auszuschalten. Dieses „Takten“ reduziert meistens die Kessel-effizienz. Eine Mindestbrenndauer vermindert die Brennerstarts, verursacht jedoch überhöhte Kesselvorlauftemperaturen und damit zusätzliche Verluste.

In ungünstigeren Systemen kann der Unterschied zwischen solarem Deckungsanteil am Wärmebedarf und dem Anteil an eingesparter Endenergie 20% ausmachen.

Eine gemeinsame Regelung der Solaranlage und Heizkessel sowie die optimierte hydraulische Einbindung der Solaranlage in das konventionelle System minimiert solche Effizienzverluste des Kessels.

Hierzu ist es notwendig, das Betriebsverhalten der Gesamtanlage, insbesondere unter Berücksichtigung des dynamischen Verhaltens konventioneller Heizkessel zu optimieren. Im realen Betrieb ist zu erwarten, dass die auftretenden Nutzungsgrade der Heizkessel geringer sind als die für stationäre Betriebsbedingungen gemessenen Wirkungsgrade. Forschungsarbeiten zur Optimierung des Gesamtsystems müssen eine Maximierung der Primärenergieeinsparung – und nicht wie bisher der solaren Erträge – zum Ziel haben.

Aus der Praxis

Wohngebäude in Gera



Abb. 16 Plattenbau in Gera vor der Sanierung.
Foto: TU Ilmenau

Abb. 17 Preisgekrönte Sanierung der Wohnanlage in Gera.
Foto: TU Ilmenau

Bei dem Komplettumbau eines ehemals 6-geschossigen Plattenbaus (Abb 16) in Gera wurde neben einer wärmedämmenden Fassade auch eine dach- und fassadenintegrierte Solaranlage zur Warmwasserbereitung installiert. Die umfangreichen baulichen Maßnahmen sahen einen Geschossrückbau, völlig neue Wohnungsgrundrisse mit Maisonette-Wohnungen und zusätzlichen Dachgeschoss-Wohnungen, den Anbau von Loggien sowie barrierefreie Fahrstühle vor. Für die baulich und energetisch innovative Sanierung wurde die Wohnungsbaugenossenschaft vom Bund Deutscher Architekten, dem Deutschen Städtetag und dem Bundesverband Deutscher Wohnungsunternehmen mit dem Bauherrenpreis 2003 ausgezeichnet (Abb 17).

Solaranlage

Die Solarkollektoren übernehmen als „solar-roof“ gleichzeitig die Funktion von Dach bzw. Außenfassade. Sie sind als Pultdach und in die Fassade einer Dachgeschosswohnung integriert. Die Anlagen- und Messtechnik befindet sich im Keller des Gebäudes. Dabei musste der kellergeschweißte 5m³-Solarpufferspeicher aus Platzgründen um einen Meter im Boden versenkt werden.

Betriebsergebnisse

Die dreijährige Messphase wurde im Juli 2006 abgeschlossen. Nach Optimierung der Entladung in 2003/2004 erfüllte die Anlage in den beiden letzten Messjahren den Garantieertrag. Die Anlage arbeitet seitdem störungsfrei und zuverlässig.

In der folgenden Tabelle sind die Erträge, die Einstrahlung in die Kollektorebene sowie der Warmwasserverbrauch der letzten drei Jahre gegenübergestellt. Der Systemnutzungsgrad gibt an, wie viel der eingestrahlenen Energie letztendlich an den Verbraucher (Warmwasser) abgegeben wird. Die endgültigen Zahlen für das Jahr 2008 sind noch nicht verfügbar, da sie sehr von den Wetterbedingungen in den verbleibenden Monaten abhängig sind.

Kenndaten Solaranlage	
Betreiber	WBG Aufbau Gera
Kollektorfläche	98,5 m ²
Solarer Pufferspeicher	5 m ³
Solarer Deckungsanteil am Wärmebedarf für Trinkwassererwärmung	39,7%
Einsparung an fossiler Energie	ca. 4.000 m ³ Erdgas jährlich
Gesamtkosten Solaranlage inkl. Messtechnik (Kollektoren, Netz, Speicher, Messtechnik, Betrieb, MwSt. / exklusive externe Messtechnik ST-2000)	100.205,46 Euro
davon Systemkosten Solaranlage (inkl. Planung und MwSt.)	1.017 Euro/m ²

Entwicklung der Solarerträge und Nutzwärmekosten

Wohngebäude in Gera	Ertrag [kWh/a]	Solargarantieertrag [%]		Systemnutzungsgrad -Garantie [%]		Nutzwärmekosten bei Systemnutzungsdauer [Euro/kWh]
		erfüllt?	erfüllt?	erfüllt?	erfüllt?	
geplanter Solarertrag	51.668	–	–	–	–	0,128
korrigierter Solarertrag unter realen Betriebsbedingungen	48.791	–	–	–	–	0,140
1. Messjahr (01.04.04–31.03.05)	36.561	84,27	nein	80,55	nein	0,226
2. Messjahr (31.03.05–30.03.06)	42.197	96,59	ja	91,63	ja	0,196
3. Messjahr (30.03.06–29.03.07)	41.959	102,1	ja	98,78	ja	0,197



Stagnation des Kollektorkreises

In jeder Solaranlage kann die Situation eintreten, dass die vorhandene Sonnenwärme vom System nicht abgenommen werden kann. Dies kann aufgrund einer Störung, beispielsweise dem Ausfall einer Pumpe geschehen, oder auch dann, wenn der Wärmebedarf bereits gedeckt wurde, sodass Temperaturgrenzen einen weiteren Wärmeeintrag in den Speicher nicht mehr zulassen. In diesem Fall erhitzt sich der Kollektor bis zu einer Stillstandstemperatur (bei Flachkollektoren bis über 200 °C, bei Vakuumröhrenkollektoren an die 300 °C) bei der sich Einstrahlungsgewinne und Verluste ausgleichen. Dabei beginnt das Medium im Kollektor in der Regel zu siedeln und Dampf breitet sich im Kollektor, unter Umständen auch im System, aus. Solarsysteme müssen so konzipiert werden, dass sie diesen „Stagnation“ genannten Zustand überstehen, ohne Schaden zu nehmen.



Abb. 18 Stagnationsuntersuchungen mit Sonnensimulator
Foto: ISFH, Hameln

Die Bauart der Kollektoren und die Hydraulik im Kollektorfeld haben einen großen Einfluss auf das Ausdampfverhalten der Anlage in dieser Situation.

Bei einem unten liegenden Kollektoranschluss kann der entstehende Dampf das noch vorhandene Medium aus dem Kollektor heraus in das ausreichend zu dimensionierende Ausdehnungsgefäß drücken und die Ausdampfphase bleibt kurz (gutmütiges Ausdampfverhalten). Bei oben liegenden Anschlüssen wird das Medium nicht verdrängt, sondern in einer lang anhaltenden Siedephase verdampft, bis der Kollektor „leergekocht“ ist (nicht gutmütiges Ausdampfverhalten). Große Mengen Dampf werden in das System gedrückt und können eine hohe Belastung der Bauteile bewirken.

In Trinkwasservorwärmanlagen tritt diese Situation äußerst selten oder nur im Störfall auf, da sie so ausgelegt werden, dass der Wärmebedarf auch in sommerlichen Schwachlastzeiten immer über dem maximal zu erwartenden Solarertrag liegt. Solare Überschüsse entstehen dadurch praktisch nicht. Bei Trinkwassersystemen mit hohem solaren Deckungsanteil oder Anlagen zur Heizungsunterstützung sind solare Überschüsse in den Sommermonaten und damit häufigere Stagnationssituationen kaum zu vermeiden.

Bei diesen Systemen ist daher auf eine Anordnung mit einem gutmütigen Ausdampfverhalten, einen hochtemperaturbeständigen Wärmeträger sowie ausreichende Ausdehnungskapazitäten besonders zu achten.

Grundlegende Forschungsarbeiten und Ergebnisse zum Stagnationsverhalten aus dem Verbundprojekt „Systemuntersuchungen großer solarthermischer Kombianlagen“ sind unter www.solarkombianlagen-xl.info abrufbar.

Im Portrait

Der Planer und der Betreiber – zwei Expertenmeinungen



Dipl.-Ing. Michael Guigas
Mitarbeiter bei der Ingenieurgesellschaft EGS-plan und Steinbeis-Transferzentrum EGS mit Schwerpunkt Planung im Bereich solarer Nahwärme.

Fast immer entscheidet die Wirtschaftlichkeit über die Realisierung von Großanlagen. Amortisationszeiten länger als zehn Jahre und hohe Anfangsinvestitionen führen oft dazu, dass Anlagen nicht umgesetzt werden. Nur durch die sorgfältige Planung der Gesamtanlage zur Wärmeversorgung lassen sich Systemkosten von unter 500 € pro m² Kollektorfläche erreichen. Entscheidend ist dabei, dass Planungsschnittstellen minimiert werden und die Integration der Kollektorflächen bei der Gebäudeplanung frühzeitig berücksichtigt wird. Diese Anlagen sind mit Berücksichtigung von Förderung heute schon wirtschaftlich gegenüber der Versorgung mit Gas oder Öl. Kostengünstig ist die Integration der Kollektorflächen in geneigte Dachflächen, da Kosten für die eingesparte Dachhaut entfallen. Die Aufständigung der Kollektoren auf Flachdächern verteuert die Anlagen um 20 bis 30%. Auch für Großanlagen stehen mittlerweile standardisierte Anlagenkonzepte zur Verfügung. Grundsätzlich gilt immer: Die Anlagenhydraulik so einfach wie möglich aufbauen und eine Minimierung der Systemtemperaturen anstreben.



Dipl.-Ing. Dierk Schneider
Prokurist und Bereichsleiter Wärmecontracting bei der GBH Mieterservice Vahrenheide GmbH (MSV), Hannover.

Eine kostengünstige und CO₂-neutrale Wärmeversorgung in der Wohnungswirtschaft ist durch Solarthermie und Holzpellets realisierbar. Mit dem Wärmecontracting der MSV lassen sich solarthermische Anlagen in die Finanzierungsstrukturen der Wohnungswirtschaft einbinden. Der wirtschaftliche Betrieb von solarthermischen Anlagen im norddeutschen Raum ist möglich. Dies belegen die Betriebserfahrungen und die erzielten Solargewinne verschiedener Projekte in Hannover. Die Ergebnisse haben die Planungen bestätigt und ermutigen zu weiteren Projekten. Unser besonderes Anliegen ist es, Solarthermieanlagen auf den Dächern ganz bewusst architektonisch ansprechend zu präsentieren. Beispielsweise sind die Kollektoren der Solaranlage in der Magdeburger Straße in Hannover durch die aufgeständerte Bauweise weithin sichtbar und ergänzen die Architektur des Gebäudes. Mit einem Display am Dach des Gebäudes sowie einer Schautafel am Gehweg werden unsere erreichten Ziele, wie Solargewinn und CO₂-Reduzierung dargestellt, um das Interesse an klima- und ressourcenschonenden Technologien den Bewohnern im Stadtteil nahezubringen.

Abb. 19 Kollektor der „Nullemissionsfabrik“ der Fa. Solvis.
Foto: Solvis GmbH,
C. Richters



Kombianlagen – der nächste Schritt

Lediglich ca. 20 Prozent des Wärmebedarfs entfallen bei einem durchschnittlichen Wohngebäude auf die Warmwasserbereitung inklusive Zirkulation. 80 Prozent werden für die Raumheizung benötigt. Solaranlagen, die neben der Warmwassererwärmung auch die Heizung unterstützen, erschließen somit ein großes Einsparpotenzial. Allerdings steigen damit auch die Wärmekosten.

Weil im Winter sich die Sonne zu einer Zeit rar macht, in der der Wärmebedarf hoch ist, benötigen Solaranlagen zur Heizungsunterstützung groß dimensionierte Kollektorflächen. Dadurch kommt es im Sommer zu einem Überangebot an Solarenergie, das ohne große saisonale Wärmespeicher ungenutzt verpufft. Man spricht von Stagnation.

Es gibt verschiedene Strategien, die Situationen von zu viel Wärme zu reduzieren sowie dabei die Belastung der Kollektoren und des Systems zu verringern.

- Eine recht einfache Möglichkeit ist die Installation der Kollektoren in einem sehr steilen Neigungswinkel oder die vertikale Montage an der Fassade. Die Gewinne bei niedrigem Sonnenstand werden so erhöht und die Überschüsse bei hohem Sonnenstand im Sommer reduziert. Dies hat natürlich einen entscheidenden Einfluss auf die Architektur des Gebäudes.
- Bei dem so genannten „Aquasystem“ wird Wasser ohne Frostschutzmittel im Kollektorkreis eingesetzt. Das Ausdampfen des Kollektors lässt sich mit reinem Wasser besser beherrschen und es können keine Schädigungen des Frostschutzmittels entstehen. Der winterliche Frostschutz wird dadurch gewährleistet, dass nachts Energie in den Kollektor zurückgespeist wird, um ihn frostfrei zu halten. Dieses Verfahren ist nur bei Vakuumröhren einsetzbar.
- Beim „Drain-Back“-Verfahren entleert sich das Kollektorfeld selbstständig nach dem Abschalten der Pumpe und wird beim Einschalten wieder gefüllt. Es kann Wasser im Kollektorkreis eingesetzt werden, das bei abgeschalteter Pumpe im Kollektor weder sieden noch gefrieren kann.

- Der Solarspeicher wird so groß dimensioniert, dass er sommerliche Überschüsse aufnehmen kann und für den Winter bereitstellt (saisonaler Speicher).
- Die sommerlichen Wärmeüberschüsse werden zur solaren Klimatisierung genutzt (z. B. für Hotels, Bürogebäude, Krankenhäuser, Heime etc.)
- Überschüssige Energie aus dem Solarpufferspeicher wird wieder abgeführt, indem die Pumpe nachts eingeschaltet wird und Wärme über den Kollektor abgibt.
- Ein zusätzlicher Wärmeverbraucher (beispielsweise ein Schwimmbad) nimmt Überschussenergie auf.

Bedingt durch die höheren Rücklauftemperaturen im Heizungssystem arbeitet das Solarsystem bei der solaren Heizungsunterstützung mit geringerer Effizienz als bei der Erwärmung von kaltem Trinkwasser, und im Winter arbeiten die Kollektoren aufgrund niedrigerer Außentemperaturen mit geringerem Wirkungsgrad. Der Jahresnutzungsgrad von Kombianlagen ist aus diesen Gründen geringer als bei der reinen Trinkwassererwärmung. Das drückt sich auch in höheren spezifischen Wärmekosten aus.

Die Performance eines solchen Solarsystems kann erhöht werden, indem die Rücklauftemperatur im Heizungssystem möglichst niedrig gehalten wird, beispielsweise durch Auslegung großer Heizkörperflächen oder mit dem Einsatz einer Fußbodenheizung.

Die Optimierung von nutzbaren solaren Erträgen und Kosten erfolgt durch die Wahl eines möglichst auf den Anwendungsfall zugeschnittenen Anlagen- und Speicherkonzeptes sowie durch die konkrete Dimensionierung und Ausführung der Anlage. Wie bei den Systemen zur Warmwasserbereitung existieren zahlreiche Schaltungsvarianten zur Heizungsunterstützung. Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal ist die serielle Heizungsanbindung, bei der Solarspeicher, Kessel und Heizung in Reihe geschaltet sind, oder die parallele Anbindung des Heizkessels an den oberen Teil des (Solar-) Pufferspeichers, aus dem die Heizung gespeist wird. Neben der Optimierung der Solarsysteme selbst muss auch der Einfluss der Solaranlage auf das Betriebsverhalten des Kessels berücksichtigt werden. Bei Systemen zur solaren Raumheizungsunterstützung ist es wichtig, dass sowohl die Solaranlage als auch der konventionelle Heizkessel und das Heizungssystem aufeinander abgestimmt werden.



Abb. 20 Strahlungs- und Temperatursensoren.
Foto: J. Bühl, Ilmenau

Abb. 21 Detailbild Reha-Klinik
Bad Frankenhausen. Foto: TU Ilmenau

Für den großen Einfamilienhaus-Markt gibt es Komplettangebote, die Solaranlage, Speicher, Heizkessel, Warmwasserbereitung und Regelung beinhalten und teilweise in einem Gerät integriert sind. Bei vorgefertigten Systemen sind die Komponenten optimal aufeinander abgestimmt und die wichtigsten Regelparameter eingestellt. Mögliche Fehler während der Installation werden auf ein Minimum reduziert.

Auch für Mehrfamilienhäuser werden zwischen vorgefertigte Module, Kompaktstationen oder Solarenergiezentralen für die Heizungsunterstützung angeboten.

Dimensionierung

Kombianlagen können sehr unterschiedlich dimensioniert werden. Je nach gewünschtem solarem Deckungsanteil kann man das System vergrößern. Sogar eine solare Volldeckung von Heizwärme und Warmwasserbereitung über das Jahr ist möglich – mit entsprechendem Aufwand. Während konservative Strategien die Vergrößerung des Systems zur Warmwasserbereitung mit Zirkulationseinbindung um den Faktor 1,8 empfehlen, rechnen ambitionierte Anbieter für die solare Heizungsunterstützung mit 1 m² Kollektorfläche pro 10 m² Wohnfläche oder empfehlen sogar 20% der Wohnfläche als Solarfläche anzusetzen.

Abbildung 22 zeigt die Kosten der solaren Nutzwärme (gemäß Definition in Solarthermie-2000) abhängig vom solarem Deckungsanteil am Gesamtwärmebedarf des Gebäudes für verschiedene Verbrauchereinbindungen. Die Kosten sind normiert auf den niedrigsten Wert, den man mit einem System zur Trinkwassererwärmung erzielt (ohne Zirkulationseinbindung in das Solarsystem). Dabei werden zwei Gebäude mit unterschiedlichen Dämmstandards betrachtet:

Im Niedrigenergiehaus vervierfacht sich der Beitrag einer Kombianlage zur Wärmebedarfsdeckung gegenüber dem System zur reinen Warmwasserbereitung, wenn 35% höhere Wärmekosten akzeptiert werden. Im sanierten Altbau sind auch erhebliche Steigerungen möglich, hier bleibt der Deckungsbeitrag eher klein.

Betriebswirtschaftlich gesehen lohnt sich die Einbindung der Zirkulation erst ab einer Vergrößerung des Systems zur Trinkwassererwärmung um den Faktor 1,8. Für die Heizungsunterstützung zeigt sich ein Kostenminimum bei einer Vergrößerung um den Faktor 3,2 gegenüber der Referenzanlage, der flache Verlauf der Kurve lässt allerdings durchaus auch größere Auslegungen zu.

Die Darstellung in Abb. 22 wurde anhand der Situation in einem sanierten Altbau und einem Niedrigenergiehaus ermittelt. Sie kann nur als Anhaltspunkt gewertet werden, denn ein fester Zusammenhang zwischen Warmwasser-

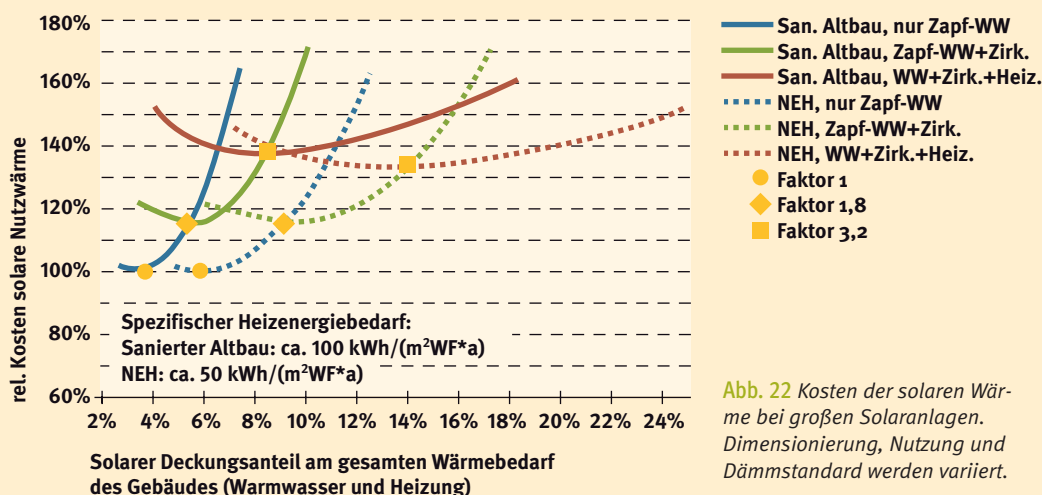


Abb. 22 Kosten der solaren Wärme bei großen Solaranlagen. Dimensionierung, Nutzung und Dämmstandard werden variiert.

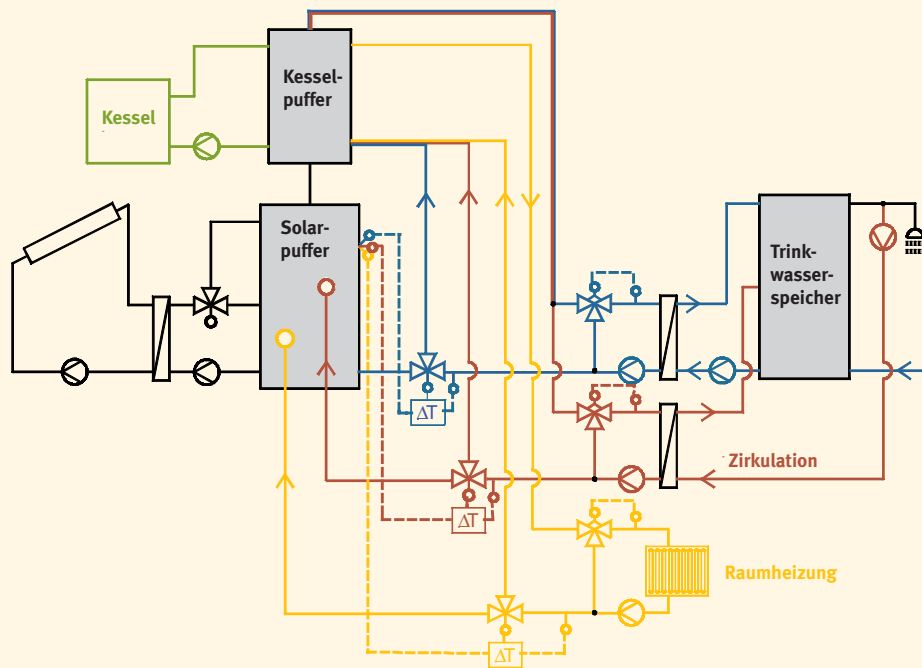


Abb. 23 Einbindung der drei Verbraucherkreise in das Solarsystem bei einer Kombianlage mit separatem Kesselpuffer

bedarf und Heizwärmebedarf ist in der Praxis nicht gegeben. Während der Energiebedarf für Warmwasser durch die Anzahl der Personen, deren Nutzungsgewohnheiten sowie die Zirkulationsverluste bestimmt werden, hängt der Heizwärmebedarf von der Größe der Wohnfläche und dem Gebäudestandard ab.

Gut abgesicherte Ergebnisse existieren für die Dimensionierung von Speichern. Für Anlagen zur Trinkwassererwärmung werden üblicherweise 50 Liter pro Quadratmeter Kollektorfläche angesetzt. In verschiedenen Quellen wird dieses Verhältnis auch für Anlagen zur Heizungsunterstützung genannt. Simulationsrechnungen für Kombianlagen zeigen, dass das Puffervolumen nicht linear mit der Kollektorfläche wachsen sollte, sondern dass die betriebswirtschaftlich besten Ergebnisse mit einer überproportionalen Vergrößerung zu erzielen sind. Für diese überproportionale Vergrößerung kann ein exponentieller Ansatz gewählt werden. Wird also ein Solarsystem zur Trinkwassererwärmung für die Heizungsunterstützung um den Faktor „x“ vergrößert, so wird dieser Faktor zur Berechnung der Speichergröße mit dem Exponenten 1,3 bis 1,35 potenziert. Das Ergebnis ist der Vergrößerungsfaktor für das Speichervolumen.

Verbraucher und Solarsystem

Da die Effizienz eines Solarsystems entscheidend von den Arbeitstemperaturen abhängt, können die Erträge durch Senkung der Rücklauftemperaturen deutlich gesteigert werden. Bei Kombianlagen erfordern die Erwärmung des Trinkwassers, die Heizwärmeversorgung und der Ausgleich der Zirkulationsverluste jeweils sehr unterschiedliche Verbrauchstemperaturen und Temperaturspreizungen. Diese sind für:

- Gezapftes Warmwasser (mit Wärmetauschersprung von 5 K): 15 – 65 °C – je nach Systemvariante
- Warmwasser-Zirkulationsrücklauf (mit Wärmetauschersprung von 5 K): 60 – 65 °C

- Heizung (ohne Wärmetauschersprung, da kein Wärmetauscher notwendig): 22 bis 65 °C (je nach Heizsystem im Gebäude und je nach Witterung).

Diese drei Verbraucher sollten auf jeden Fall ihrem Temperaturniveau entsprechend jeweils separat mit einem eigenen Wärmetauscher an das Solarsystem angekoppelt werden. So ist auch eine saubere hydraulische Trennung gewährleistet.

Das Warmwasser-Zapfsystem erfordert die höchsten Temperaturen und mit hoher Temperaturspreizung, liefert aber auch niedrige Rücklauftemperaturen. Der Vorlauf wird ganz oben am Speicher angebunden, der Rücklauf sollte unten in den Solarpuffer eingespeist werden. Wegen des schwankenden Temperaturbereichs ist eine geschichtete Einspeisung zweckmäßig, z. B. über speicherinterne Schichteinrichtungen.

Das System mit der höchsten Rücklauftemperatur ist die Warmwasser-Zirkulation. Deren Einspeisung muss also weit oben im Solarpuffer erfolgen. Eine geschichtete Einspeisung ist wegen des geringen Variationsbereichs der Temperatur hier nicht nötig.

In welcher Höhe der Rücklauf aus dem Heizsystem eingespeist wird, hängt von dem vorhandenen Heizsystem ab. Bei Niedertemperaturheizungen speist man tiefer ein als bei knapper dimensionierten Radiatorsystemen mit hoher Betriebstemperatur. Wegen der Abhängigkeit der Rücklauftemperatur von der Außentemperatur ist eine geschichtete Einspeisung sinnvoll.

Umschaltventile sorgen dafür, dass die Rückläufe aus allen drei Verbrauchskreisen am Solarpuffer vorbei in den Kesselpuffer geführt werden, wenn deren Temperatur höher ist als im oberen Teil des Solarpuffers – andernfalls würde der Solarpuffer durch konventionelle Energie erwärmt und die Arbeit des Solarsystems eingeschränkt.

Für den Kessel wurde in der Systemschaltung nach Abb. 23 ein Kesselpuffer vorgesehen. Dieser Puffer hat den Sinn, dem Kessel eine Mindestlaufzeit zu sichern und ein häufiges Kesseltakten zu vermeiden.

Aus der Praxis

Rehaklinik in Bad Frankenhausen

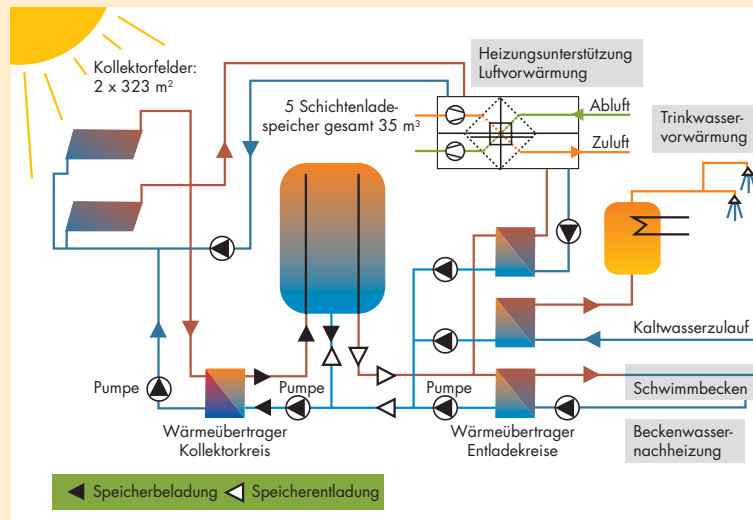


Abb. 24 Rehaklinik: Ansichten und Schaltschema. Foto: Xtoday-Media Verlag; TU Ilmenau

Die Solaranlage der Rehaklinik ist die erste im Rahmen des BMU-Förderprogramms „Solarthermie2000“ errichtete Anlage, in der solare Wärme neben der Brauchwassererwärmung auch zur Erwärmung der Zuluft von Patientenzimmer-Sanitärzellen sowie von zwei Bewegungs-Wasserbecken genutzt wird. Der im März 2000 eingeweihte Gebäudekomplex besteht aus 4 dreigeschossigen Hauptgebäuden mit insgesamt 196 Patientenzimmern. Die Dachflächen der beiden inneren Gebäudeteile sind komplett mit dachintegrierten Großkollektoren belegt.

Wärmeversorgung

Zwei Gas-Brennwertkessel mit je 860 kW Leistung sorgen für die Warmwasserbereitung und Heizung. Flachkollektoren auf den zwei Dachflächen des Hauptgebäudes unterstützen das konventionelle System. Die beiden solaren Teilsysteme versorgen die jeweiligen Lüftungsanlagen der Naßzellen mit Wärme. Die Lufterwärmung der Naßzellen übernimmt eine Be- und Entlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung aus der Abluft. Zur Nachheizung ist sowohl das konventionelle Heizsystem als auch das Solarsystem über zwei zusätzlich installierte Wärmetauscher eingebunden. Für die Schwimmbad- und Trinkwassererwärmung wird die Wärme der Solarfelder in einem gemeinsamen Pufferspeicher zusammengeführt.

Einmal täglich wird ein Teil des Schwimmbadwassers ausgetauscht. Die Wärme des Abwassers dient dabei über eine Wärmerückgewinnungsanlage mit Wärmepumpe der Trinkwasservorwärmung.

Betriebserfahrungen

Seit Beginn des Messprogramms im April 2004 führten Optimierungsmaßnahmen dazu, dass die Anlage mit jedem Jahr einen höheren Ertrag erreichte. Insgesamt erbrachte die Anlage während der vierjährigen Begleitforschung einen Gesamtsolarertrag von 914.024 kWh. Im Frühjahr 2008 mussten aufgrund baulicher Mängel die Dachflächen der beiden Solardächer im Rahmen der Gewährleistung

komplett neu eingedeckt und ca. 48% der Kollektoren ausgetauscht werden. Damit war die Anlage in 2008 ca. 4 Monate außer Betrieb. Während der Reparaturphase konnte zeitweise nur mit der halben Kollektorfläche Solarertrag erbracht werden. Daher soll ein abschließendes Messjahr mit Fertigstellung der Anlage im vierten Quartal 2008 beginnen.

Trotz der Ausführungsfehler bei den Kollektorfeldern konnte demonstriert werden, dass die sorgfältig vermessene und optimierte Solaranlage eine wirtschaftliche und technisch ausgereifte Ergänzung zur konventionellen Wärmeversorgung darstellt. Mit dem erreichten solaren Deckungsanteil und mittlerweile sehr guten solaren Ertragswerten kann das Demonstrationsprojekt zu einer breiteren Anwendung der Technologie beitragen.

Kenndaten Solaranlage

Betreiber	Deutsche Rentenversicherung Bund
Kollektorfläche	646 m ²
Solare Pufferspeicher	35 m ³ (4 x 7,5 m ³ ; 1 x 5 m ³)
Solarer Deckungsanteil	39,7% (1.1. -30.9.2007)
Einsparung an fossiler Energie	ca. 22.000 m ³ Erdgas jährlich
Gesamtkosten Solaranlage inkl. Messtechnik exklusive externe Messtechnik ST-2000	543.800 Euro
davon Systemkosten Solaranlage (inkl. Planung und MwSt.)	714 Euro/m ²
geplanter Solarertrag	298.440 kWh/a
korrigierter Solarertrag unter realen Betriebsbedingungen	253.886 kWh/a

Entwicklung der Solarerträge und Nutzwärmekosten

Rehaklinik Bad Frankenhausen	Ertrag [kWh/a]	Solargarantieertrag [%]		Systemnutzungsgrad -Garantie [%]		Nutzwärmekosten bei Systemnutzungsdauer [Euro/kWh]
		erfüllt?	erfüllt?	erfüllt?	erfüllt?	
1. Messjahr (01.04.04–31.03.05)	196.386	84,1	nein	84,9	nein	0,205
2. Messjahr (31.03.05–30.03.06)	226.974	90,8	ja	90,0	ja	0,177
3. Messjahr (30.03.06–29.03.07)	238.662	94,0	ja	92,0	ja	0,169

Abb. 25 Bald wird die Nutzung solarer Wärme im großen Maßstab attraktiver sein.
Foto: Hochschule Offenburg



Die “Roadmap“ zur solaren Wärmenutzung

Im Dialog mit vielen Experten erarbeitete das Bundesumweltministerium in 2006 und 2007 eine “Roadmap“ für die solare Wärmeversorgung. Die hier diskutierten Entwicklungsziele sind Bestandteil dieser ambitionierten Roadmap, die insbesondere die Entwicklungsdynamik für solare Wärmekosten und die Solarsystemnutzungsgrade forcieren will.

Die Systemeffizienz verbesserte sich in allen Nutzungsbereichen seit 1990 erheblich (Abb. 27). Dies wurde durch verschiedene Maßnahmen erreicht:

- Verbrauchsanpassung Systemauslegung
- Verbesserte Systemtechnik inkl. zweckmäßiger Einbindung der Solaranlage in die konventionelle Gebäudetechnik
- Optimierte Kollektoren und konventionelle Komponenten

Für die nächsten Jahre werden steigende Solarsystemnutzungsgrade erwartet, dafür sind jedoch weitere Entwicklungsschritte notwendig. Ein wichtiger Schwerpunkt wird sicher die Entwicklung verbesserter thermischer Speicher sein. Insbesondere bei den Kombianlagen und Systemen, die in Wärmenetze integriert sind, besteht ein großes Entwicklungspotenzial.



Abb. 26 Gut geplante Kollektoranlagen bereichern die Architektur.
Foto: EGS-plan

Auch bei den Kosten wurden in den letzten 20 Jahren deutliche Erfolge erzielt. Die bisherige Entwicklung sowie die ambitionierten Vorgaben bis zum Jahr 2020 zeigt Abb. 28.

Die in der Roadmap angegebenen Kosten basieren auf Solarsystemnutzungsgraden gemäß Abb. 27. Dabei wurde eine leichte Kostendegression durch weitere optimierte Systemtechnik sowie künftig längere Systemlebensdauern angenommen. Die Anlagenlebensdauer soll von heute 20 Jahre auf 25 bis 30 Jahre in 2020 erhöht werden.

Je größer das Solarsystem ist, desto geringer sind seine spezifischen, auf den Quadratmeter Kollektorfläche bezogenen Kosten. Deshalb erzielen große solarthermische Anlagen (durchgezogene Linien) günstigere Wärmekosten als kleine Anlagen (gestrichelt). Der Darstellung zufolge sinken die Kosten aller Systeme jedoch bis zum Jahr 2020 auf oder sogar unter 10 ct/kWh ab. Damit lägen diese weit unter den Kosten für konventionelle Energieträger.

Die Kosten für die eingesparte Endenergie steigen zudem mit wachsendem solarem Deckungsanteil am Gesamtwärmebedarf des Gebäudes an (vgl. Abb. 22). Sie gleichen sich in der Zukunft aber immer mehr aneinander an, sodass es immer lohnender wird, größere solare Deckungsanteile anzustreben.

Die in der Roadmap prognostizierten Werte können jedoch nur erreicht werden, wenn die Komponenten laufend verbessert und auch die Systemtechnik weiter optimiert und standardisiert werden.

En passant

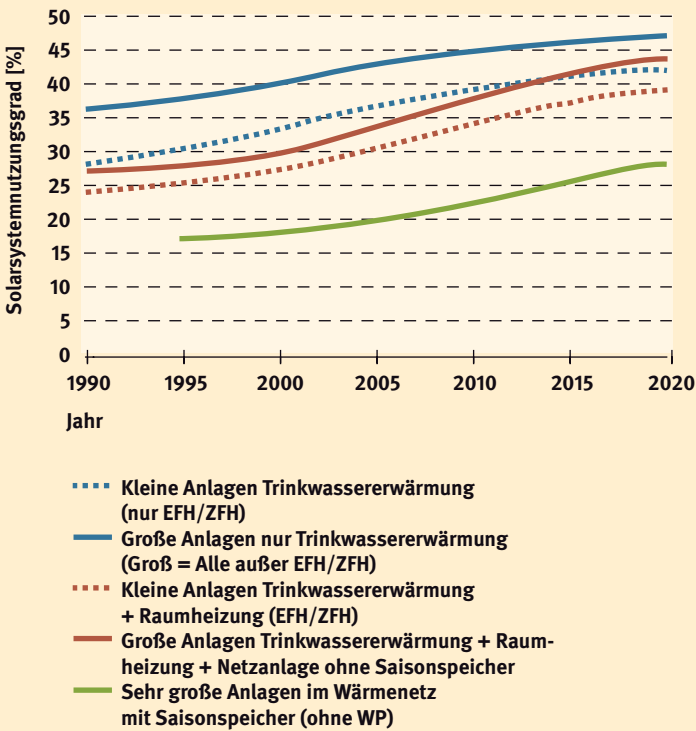


Abb. 27 Perspektive für die Solarsystemnutzungsgrade von thermischen Solaranlagen bei verschiedenen Anwendungen und Anlagengrößen (Systeme mit Flachkollektoren) gemäß Roadmap BMU

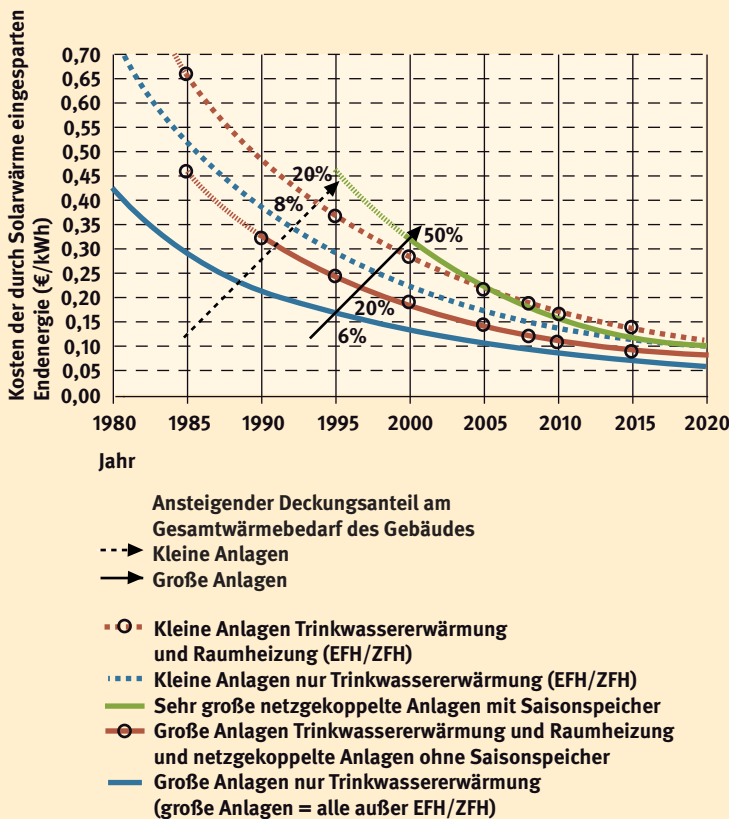


Abb. 28 Kostenentwicklung für die Einsparung von Endenergie durch thermische Solaranlagen in unterschiedlichen Einsatzbereichen und Größen gemäß Roadmap BMU



Abb. 29 Solarhaus in Freiburg: seit dreißig Jahren warmes Wasser und Raumwärme von der Sonne
Foto: ISFH, K. Vanoli

Fit bis ins hohe Alter

Im September 1978 startete mit dem Solarhaus in Freiburg-Tiengen ein richtungweisendes Pilotprojekt für die noch junge Solarenergieforschung in Deutschland. Das Zwölffamilienhaus war nicht nur mit einer zu jener Zeit überdurchschnittlichen Wärmedämmung ausgestattet, es erhielt auch eine Solaranlage mit den damals brandneuen Vakuum-Röhrenkollektoren. Über viele Jahre wurde es wissenschaftlich ausgewertet.

Jetzt, dreißig Jahre später, funktioniert die Solaranlage weiterhin einwandfrei mit geringem Wartungsaufwand und hoher Ausbeute. Sie übertrifft damit die damaligen Prognosen für die Lebensdauer bei weitem. Zum 25-jährigen Jubiläum bilanzierten die Forscher eine Einsparung von rund 65.000 Litern Heizöl durch die Solaranlage. Viele weitere Anlagen aus den Anfängen dieser Technologie wurden im Forschungsprogramm Solarthermie-2000 untersucht. Auch diese zum Teil experimentellen Anlagen verblüfften die Forscher ob ihrer Lebensdauer. Und dies trotz Kinderkrankheiten wie korrodierende Stahlabsorber, gebrochene Kollektorabdeckungen oder undichte Schlauchverbindungen, die inzwischen der Vergangenheit angehören.

Rückblickend war das Solarhaus Freiburg nicht nur ein international beachtetes Forschungsprojekt, sondern auch eine Initialzündung für die Solar- und Energieforschung in Deutschland. Unter dem Einfluss der zweiten Ölpreiskrise und mit öffentlicher Förderung von Solarthermie-2000 und Solarthermie2000plus wurde im Laufe der Jahrzehnte ein Boom in der Solarbranche ausgelöst, der bis heute anhält.

Abb. 30 Was Forscher damals nicht bedachten, Vögel lieben Dämmstoffe für den Nestbau.
Foto: TU Chemnitz, Th. Urbaneck





Ausblick

Die solare Trinkwassererwärmung in Großanlagen ist heute Stand der Technik. Sorgfältig geplante Anlagen können bei den weiter steigenden Energiepreisen auch wirtschaftlich mit konventionellen Systemen konkurrieren. Noch höhere Brennstoffeinsparung als die solare Warmwasserbereitung erzielt die kombinierte Erzeugung von Warmwasser und Heizungswärme. Demonstrationsanlagen belegen, dass optimierte Kombianlagen in Wohngebäuden, Krankenhäusern, Wohnheimen, Hotels, Pensionen, Sport und Freizeiteinrichtungen einen wesentlichen Beitrag zur Wärmeversorgung liefern.

Das Bundesumweltministerium setzt mit dem Förderprogramm Solarthermie2000plus einen Forschungsschwerpunkt bei großen Kombianlagen sowie bei solar unterstützten Wärmenetzen, bei der solaren Kühlung und bei solaren Prozesswärmesystemen. In allen Einsatzbereichen werden die Kosten für die eingesparte Endenergie weiter sinken, wenn preiswertere, effizientere Systemkomponenten mit verlängerter Lebensdauer auf den Markt kommen. Die Degression der Systemkosten und höhere Preise für fossile Energie haben zu günstigeren Rahmenbedingungen für große Solaranlagen geführt.

Ergänzend haben sich auch die Förderbedingungen entscheidend verbessert: Das Marktanreizprogramm (MAP) der Bundesregierung wurde aufgestockt, das Antragsverfahren vereinfacht und die Förderbedingungen für große Anlagen verbessert. Attraktive Konditionen bieten auch die Programme der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Nicht zuletzt setzt auch das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG, das Anfang 2009 in Kraft treten wird, neue Impulse. Es verpflichtet ab 2009 zum Einsatz von Erneuerbaren Energien beim Neubau von Wohn- und Nichtwohngebäuden.

Die Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Baupraxis steht und fällt mit den Akteuren auf dem Markt. Planer und Handwerker werden sich nur dann den neuen Aufgaben öffnen, wenn sie sich durch entsprechende Veröffentlichung und auch durch Schulungsmaßnahmen genügend darauf vorbereitet fühlen. Eine Öffentlichkeitskampagne soll hierzu einen Beitrag leisten und die Technik zielgruppenspezifisch einer breiten Öffentlichkeit vorstellen. Architekten, Planer und Installateure werden über Fachartikel, Planungshilfen und Informationsbroschüren angesprochen. Zur Unterstützung von Planern und Bauherren werden Kompetenzzentren eingerichtet. Ein Internetportal, Online-Beratungswerkzeuge sowie eine Technik- und Investoren-Hotline ergänzen das Angebot.

Mehr von BINE

- ▶ Thermische Solaranlagen – Studentenwohnheime, BINE-Projektinfo 6/2008
- ▶ Regenerative Wärme für Wohnsiedlungen, BINE-Projektinfo 3/2008
- ▶ Thermische Solaranlage – Rehaklinik, BINE-Projektinfo 11/2007
- ▶ Solare Nahwärme Neubausiedlung Speyer, BINE-Projektinfo 11/2006

Links

- ▶ www.erneuerbare-energien.de
- ▶ www.solarthermie-2000.de
- ▶ www.solarthermie2000plus.de
- ▶ www.forschungsjahrbuch.de

Literatur

Peuser, F. A.; Croy, R.; Mies, M. u. a.: Solarthermie-2000, Teilprogramm 2 und Solarthermie2000plus. Wissenschaftlich-technische Programmbegleitung und Messprogramm (Phase 3). Abschlussbericht zum BMU Projekt 0329601L. März 2008. Download unter: www.zfs-energietechnik.de

Peuser, F. A.; Remmers, K.-H.; Schnauss, M.: Langzeiterfahrung Solarthermie – Wegweiser für das erfolgreiche Planen und Bauen von Solaranlagen. Berlin : Solarpraxis, 2001. 418 S. ISBN 978-3-9345595-07-1

Croy, R.; Wirth, H. P.: Analyse und Evaluierung großer Kombianlagen zur Trinkwassererwärmung und Raumheizung. Abschlussbericht zum BMU Projekt 0329268B. November 2006. Download unter: www.zfs-energietechnik.de

Scheuren, J.; Eisenmann, W.: Stagnationsuntersuchungen in den Kollektorkreisen hochdimensionierter großer thermischer Solaranlagen. Abschlussbericht zum BMU Projekt 0329268A. [2007]. Der Bericht ist als pdf-Datei bei der TIB Hannover erhältlich.

Förderung

Bundesministerium für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit
11055 Berlin

Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich

Förderkennzeichen

0329268 A,B
0329601 L
0329603 G,R,W,X
0329604 A

Kontakt · Info

Fragen zu diesem Themeninfo?
Wir helfen Ihnen weiter:

0228/92379-44

Weitere Informationen zum Thema
sind beim BINE Informationsdienst
oder unter www.bine.info abrufbar.

