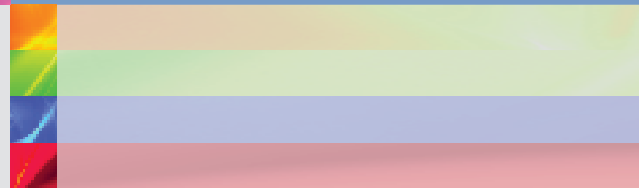
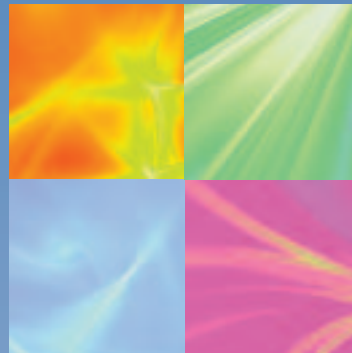




Kompendium

Technische Informationen
Solarthermie



BDH

Bundesindustrieverband Deutschland
Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V.

Erstellt durch

**Bundesindustrieverband Deutschland
Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V.**

Frankfurter Straße 720–726
51145 Köln

Telefon: (0 22 03) 9 35 93-0
Fax: (0 22 03) 9 35 93-22
E-Mail: info@bdh-koeln.de
Internet: www.bdh-koeln.de

BDH-Informationen dienen der unverbindlichen technischen Unterrichtung. Eine Fehlerfreiheit der enthaltenen Informationen kann trotz sorgfältiger Prüfung nicht garantiert werden.

Nachdruck und Vervielfältigung
nur mit Genehmigung der IG GmbH.

Gestaltung und Druck

Heider Druck GmbH, Bergisch Gladbach

Stand

März 2011

Bezugspreis

6 Euro zzgl. Versandkosten

Erhältlich bei

Joh. Heider Verlag GmbH
Paffrather Straße 102–116
51465 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 02) 95 40-3 34
E-Mail: heider@heider-verlag.de



Solarthermie

Thermische Solaranlagen

Teil 1: Anlagenkonfigurationen und Informationen

zur Kundenberatung 03

Teil 2: Praxistipps zur Dimensionierung und Installation 11

Teil 3: Fehlersuche 19

Solare Heizungsunterstützung

Teil 1: Grundlagen und Systeme 25

Teil 2: Praxistipps zu Planung und Installation 33

Betriebssicherheit thermischer Solaranlagen 41

Thermische Solaranlagen –

Dokumentation von Übergabe und Inspektion 57

Anhang (Protokolle zu Kopierzwecken herausnehmbar) 77

- Übergabeprotokoll thermische Solaranlage

- Inspektionsprotokoll thermische Solaranlage



THERMISCHE SOLARANLAGEN

Teil 1: Anlagenkonfigurationen und Informationen zur Kundenberatung

1 Einleitung

Thermische Solaranlagen werden zur Trinkwassererwärmung, zur Heizungsunterstützung oder zur Schwimmbaderwärmung eingesetzt. In Deutschland können bei typischer Anlagendimensionierung ca. 60 % des jährlichen Trinkwarmwasserbedarfs eines Einfamilienhauses durch thermische Solaranlagen erwärmt werden. Heizungsunterstützende Solaranlagen decken bei üblicher Dimensionierung je nach Dämmstandard des Gebäudes 10–30 %, bei Passivhäusern sogar bis zu 100 % des Gesamtwärmebedarfs. Den Stand moderner Heizungstechnik bildet eine Kombination aus einer modernen Brennwertheizung, einer effizienten Wärmepumpe oder einem Holzzentralheizungskessel mit einer thermischen Solaranlage.

Die günstigen Umwelteigenschaften und Energieeinsparungen zählen als Argument für die Investition in eine thermische Solaranlage. Durch das zunehmende Umweltbewusstsein der Bevölkerung, deutliche Energiepreiserhöhungen und flankierende öffentliche Fördermaßnahmen entwickelte sich seit den 90er-Jahren ein großer Solarwärmemarkt. Für das Heizungshandwerk bietet die Solarthermie ein attraktives zusätzliches Geschäftsfeld, wobei ein hohes Maß an kompetenter Kundenansprache und Kundenberatung erforderlich ist.

Neben wirtschaftlichen Argumenten bewegen den potenziellen Kunden zusätzlich ökologische Motive, Spaß an moderner Technik und nicht zuletzt die Möglichkeit, Umweltverantwortung gegenüber sich selbst und anderen zu demonstrieren.

Solarenergie ist ein Baustein auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energieversorgung und wird daher mit öffentlichen Mitteln gefördert. Es gilt im Kundengespräch, kurz und präzise Fördermodalitäten und Fördervolumen für die speziellen Investitionsvorhaben darzulegen. Dabei ist zu betonen, dass die Solaranlage einen langfristigen Schutz vor steigenden Energiepreisen bietet.

Das Kompensationsprinzip der Energieeinsparverordnung (EnEV) zwischen Bauphysik und Anlagentechnik ermöglicht darüber hinaus bei Einsatz thermischer Solaranlagen größere architektonische Freiheiten bzw. Nachlässe beim baulichen Wärmeschutz. In der EnEV 2009 gilt eine Solaranlage für die Warmwasserbereitung als Referenztechnologie.

Ein wichtiges Argument für den Kunden ist zudem die Zuverlässigkeit der Technik. Thermische Solaranlagen sind seit Jahrzehnten erprobt und in vielfältigen Formen auf dem Markt vertreten. Die Hersteller moderner Heizungstechnik bieten technisch ausgereifte Paketlösungen an, deren Komponenten zum einen optimal aufeinander abgestimmt und zum anderen kompatibel mit der bestehenden oder neu zu errichtenden Heizungsanlage sind.

2 Komponenten einer thermischen Solaranlage

2.1 Der Kollektor

In Deutschland haben sich Flachkollektoren und Vakuum-Röhrenkollektoren etabliert. Das Kernstück jedes Kollektors ist der Absorber. Hier wird die einfallende Sonnenstrahlung in Wärme gewandelt. Der Absorber besteht aus Kupfer- bzw. Aluminiumblech oder beschichtetem Glas. Die aufgetragene hochselektive Beschichtung sorgt dafür, dass die eintreffende Strahlung so vollständig wie möglich in Wärme gewandelt wird und nur sehr wenig Wärme durch Abstrahlung des heißen Absorbers wieder verloren geht. Über angelötete, gepresste oder geschweißte Rohrleitungen wird die Wärme an den durchströmenden Wärmeträger abgegeben.

2.1.1 Flachkollektoren

Bei Flachkollektoren wird der Absorber mit einem Rahmengehäuse dauerhaft vor Witterungseinflüssen geschützt. Gehäuse und Wärmedämmung reduzieren die Wärmeverluste und leisten damit einen wesentlichen Beitrag zu hohen Wirkungsgraden. Die Frontabdeckung besteht aus eisenarmem Solarsicherheitsglas.

Flachkollektoren lassen sich einfach und sicher auf Hausdächern als Indach- oder Aufdachlösung installieren. Darüber hinaus können sie auch an der Fassade montiert oder frei aufgestellt werden. Flachkollektoren sind deutlich preiswerter als Röhrenkollektoren und werden für Trinkwassererwärmungsanlagen, Schwimmbaderwärmung und zur Unterstützung der Raumheizung eingesetzt.

Der Markt bietet für jedes Dach den passenden Flachkollektor. Egal ob kleinformatiger „Dachfensterkollektor“ oder „Großflächenkollektor“, bei dem der gesamte Dachstuhl inklusive Sparren und Wärmedämmung vom Solarhersteller geliefert wird, jeder Kundenwunsch lässt sich erfüllen.

Standard-Flachkollektoren haben meist eine Bruttofläche (Außenmaße) von ca. 2–2,5 m². Die Hersteller bieten passende Montagesets und in der Regel auch vorkonfektionierte Solarpakete, die die Kalkulation und die Projektabwicklung vereinfachen.

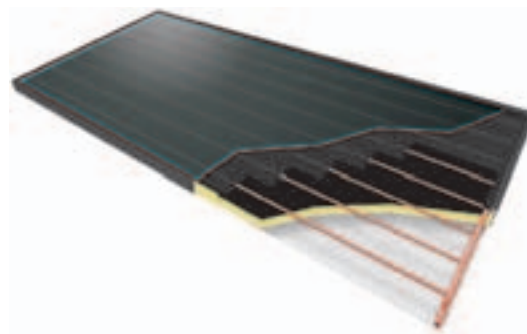


Bild 1:
Aufbau eines typischen Flachkollektors
mit Harfenabsorbern aus Absorber-
finnen

2.1.2 Vakuum-Röhrenkollektoren

Der Absorptionseffekt im Flachkollektor und im Röhrenkollektor ist grundsätzlich identisch. Deutliche Unterschiede bestehen bei der Wärmedämmung. Beim Röhrenkollektor ist der Absorber ähnlich wie bei einer Thermoskanne in eine evakuierte Glasröhre eingebaut. Das Vakuum besitzt gute Wärmedämmeigenschaften, die Wärmeverluste sind daher vor allem in den Temperaturbereichen, die zur Gebäudeerwärmung, Klimatisierung oder Prozesswärme benötigt werden, geringer als bei Flachkollektoren. Bei Vakuum-Röhrenkollektoren unterscheidet man zwischen den Bauformen mit direkter Durchströmung und der Heat-Pipe-Technik.

Zu beachten sind die unterschiedlichen Flächenbezeichnungen, wie sie in technischen Datenblättern angegeben werden. Für den Solarertrag sind Absorber- und Aperturfläche entscheidend, während die Bruttofläche die Außenmaße der Kollektoren beschreibt.

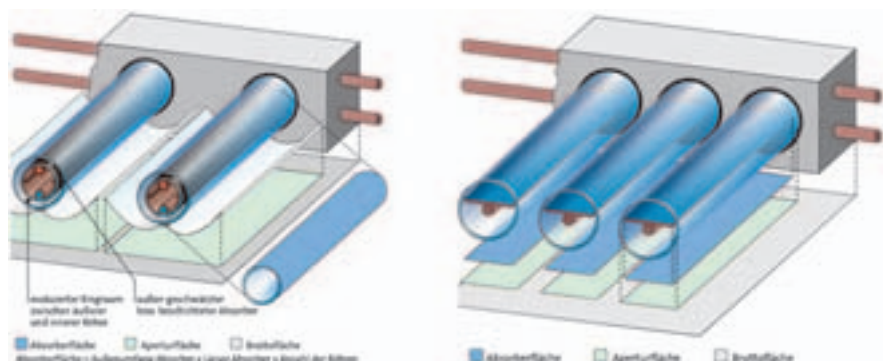


Bild 2: CPC-Röhrenkollektor mit Reflektor (links), direkt durchströmter Röhre (rechts)

Direkt durchströmte Vakuumröhre

Der Wärmeträger fließt direkt im Rohrregister unterhalb des Absorbers. Der direkte Wärmeübergang ermöglicht eine hohe Leistungsfähigkeit. Die Röhre kann auch flach auf dem Dach aufliegend installiert werden.

Vakuumröhre nach dem Heat-Pipe-Prinzip

Bei Sonneneinstrahlung auf den Absorber wird eine sehr geringe Flüssigkeitsmenge bei Unterdruck verdampft. Der Dampf steigt in einem Absorberkanal nach oben, kondensiert im Sammler und strömt in flüssiger Form wieder in den Absorber zurück. Der Sammler gibt die Wärme an den Wärmeträger im Solarkreis ab. Für den Prozess ist eine Mindestneigung des Absorberrohres erforderlich (Herstellerangaben beachten).

Vakuumröhre mit CPC-Reflektor

Zwei Glasröhren mit unterschiedlichem Durchmesser sind miteinander verbunden, im Zwischenraum herrscht ein Vakuum (Prinzip Thermosflasche). Der Absorber ist auf die innere Glasröhre aufgedampft und liegt damit im schützenden Vakuum. Die Solarwärme wird über Wärmeleitbleche mit U-Rohr an den Wärmeträger abgegeben und aus der Röhre herausgeführt.

Der runde Absorber macht zur Nutzung der von der Sonne abgewandten Absorberfläche einen Reflektor notwendig. Dieser CPC-Reflektor liegt unterhalb der Glasflächen. So wird auch die Strahlung genutzt, die zwischen einzelnen Röhren einfällt.

Vorteile Vakuum-Röhrenkollektoren

Aufgrund der besseren Wärmedämmung (Vakuum) können Vakuum-Röhrenkollektoren nicht nur höhere Betriebstemperaturen erreichen, sie haben bei hohen Temperaturen auch geringere Verluste als Flachkollektoren. Das bedeutet, sie haben bei gleicher Absorberfläche einen höheren Energieertrag, bzw. benötigen für den gleichen Energieertrag eine kleinere Absorberfläche als Flachkollektoren.

2.2 Solarspeicher

Solarspeicher müssen so konstruiert und dimensioniert sein, dass die Solarwärme über mehrere Tage gespeichert und ein möglichst hoher Anteil der Solarwärme genutzt werden kann. Daraus ergeben sich Anforderungen an die Speicher:

- geringe Wärmeverluste,
- guter Aufbau der Temperaturschichtung,
- gute Be- und Entlademöglichkeiten mit ausreichend Anschlussmöglichkeiten,
- ausreichend große Wärmetauscherflächen für den Solarkreis.

Es lohnt sich durchaus, Herstellerangaben zu vergleichen und mehr Geld in den Speicher zu investieren. Gut isolierte Speicher ermöglichen wesentlich bessere Nutzungsgrade der Solaranlage. Schließlich spielt bei der Gesamteffizienz der Solaranlage der Speicher neben dem Kollektor eine entscheidende Rolle. Ein gut isolierter Speicher kommt darüber hinaus auch einem geringeren Energieverbrauch des konventionellen Wärmeerzeugers zugute.

2.2.1 Speicher zur Trinkwassererwärmung

Im Ein- und Zweifamilienhaus sind bivalente Speicher mit zwei Wärmetauschern üblich: Ein unterer für den Anschluss an den Kollektorkreis zur solaren Erwärmung des Trinkwassers und ein oberer für den Anschluss an die Nacherwärmung durch den Heizkessel. Aufgrund der unterschiedlichen Dichte von warmem und kaltem Wasser sowie der Be- und Entladevorgänge im Speicher stellt sich eine Temperaturschichtung ein.

Eine besondere Form der Wärmespeicherung findet in sogenannten Schichten speichern statt. Durch konstruktive Speichergestaltung und/oder Einbauten wird das solar erwärmte Trinkwasser in die Ebene gleicher Temperatur eingeschichtet. Auf diese Weise steht die Solarwärme schneller auf dem Niveau der Nutztemperatur zur Verfügung, ohne dass erst der ganze Speicher erwärmt werden muss. Auch ein kurzfristig geringeres Strahlungsangebot kann effektiv genutzt werden.

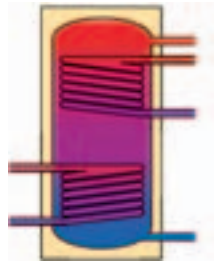


Bild 3: Standard-Solarspeicher zur Trinkwassererwärmung

2.2.2 Speicher zur kombinierten Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung

Im Ein- und Zweifamilienhaus erfreuen sich Kombispeicher zur kombinierten Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung wachsender Beliebtheit. Die Speicher sind platz sparend und hydraulisch einfach in das Heizsystem und die Trinkwassererwärmung einzubinden. Im Kombispeicher befindet sich Heizungswasser.

Während die Solaranlage über einen Wärmetauscher den gesamten Speicherinhalt erwärmt, heizt der Heizkessel nur den oberen Teil (Bereitschaftsteil).

Die Trinkwassererwärmung wird über unterschiedliche Konzepte realisiert:

- **Durchflusssystem:** Das Trinkwasser wird über einen, den gesamten Speicher durchziehenden internen Wärmetauscher nach dem Durchflussprinzip erwärmt.
- **Tank-in-Tank-System:** Innerhalb des Pufferspeichers befindet sich ein weiterer kleinerer Speicher, der Trinkwasserspeicher. Der Wärmeeintrag erfolgt durch das ihn umgebende Heizungswasser.
- **Frischwasserstation:** In einem externen Wärmetauscher wird Wärme aus einem Pufferspeicher an das Trinkwasser übertragen.

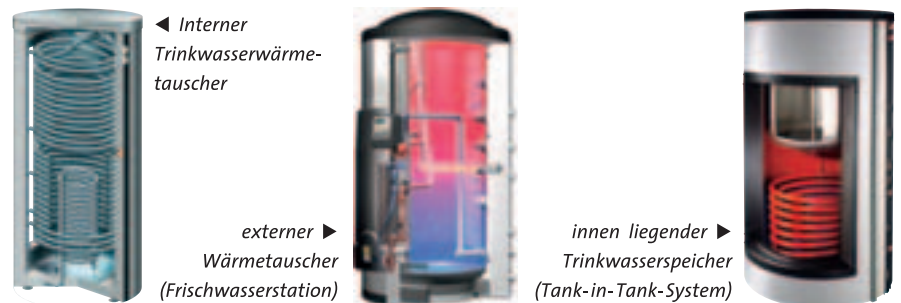


Bild 4: Kombispeicher – Varianten der Trinkwassererwärmung

Beide Speichertypen sind für die im Einfamilienhaus benötigten Leistungszahlen in der Regel ausreichend. Bei größerem Trinkwarmwasserbedarf oder wenn z. B. für eine Holzheizung ein großes Pufferspeichervolumen benötigt wird, kommen meist Pufferspeicher mit externer Trinkwassererwärmung über Plattenwärmetauscher zum Einsatz.



- Komponenten der Solararmaturengruppe**
- 1 Absperrarmatur mit Längenausgleichsrohr und Thermometer (Vorlauf)
 - 2 Absperrarmatur mit Sperrventil und Thermometer (Rücklauf)
 - 3 Durchflussmesser mit Absperrung und Füll- und Entleerhahn
 - 4 Sicherheitsgruppe bestehend aus Solar-Sicherheitsventil, Manometer, Füll- und Entleerungshahn und Anschluss für Ausdehnungsgefäß
 - 5 Solarpumpe
 - 6 Wandhalterung
 - 7 Isolierung

Bild 5: Vorkonfektionierte Solarstationen vereinfachen die Montage

2.3 Solarstation

In der Solarstation sind alle Komponenten zum Transport des Wärmeträgermediums sowie Absperr- und Sicherheitsorgane (Pumpe, Sicherheitsventil, Schwerkraftbremsen, KFE-Hähne etc.) zusammengefasst. Durch die Integration der Komponenten in einer vorinstallierten und wärmegeprägten Einheit wird der Montageaufwand deutlich verringert. Das Ausdehnungsgefäß wird mit einer flexiblen Leitung an die Solarstation angeschlossen.

2.4 Membran-Druckausdehnungsgefäß

Das Membran-Druckausdehnungsgefäß (MAG) hat die Aufgabe, Volumenänderungen im Solarkreis aufzunehmen, sodass es im System nicht zu einem Ansprechen des Sicherheitsventils kommt. Im Unterschied zu MAGs für Heizungsanlagen müssen sie neben dem Ausdehnungsvolumen des Wärmeträgers im Stillstand auch das komplette Innenvolumen des Kollektors und Teilen des Solarkreises aufnehmen und sind entsprechend größer zu dimensionieren.

2.5 Rohrleitung, Fittinge und Wärmedämmung

Als Material für die Rohrleitung hat sich Kupfer weitestgehend etabliert. Außerdem können Stahlrohre, Edelstahlrohre sowie flexible Edelstahlwellrohre verwendet werden. Bei der Verlegung sind Materialdehnungen der Leitungen zu berücksichtigen. Verzinkte Leitungen oder Formteile dürfen nicht verwendet werden, da sich das Zink ablösen kann.

Im gesamten Solarkreis können Temperaturen bis 130 °C auftreten, in Kollektornähe ist auch mit deutlich höheren Temperaturen zu rechnen. Die Wärmedämmung muss daher hoch temperaturbeständig sein (mindestens 150 °C) und die Rohrleitung 100 % gemäß EnEV gedämmt werden. Im Außenbereich muss die Wärmedämmung UV-beständig, wetterfest und gegen Kleintierverbiss geschützt sein.

Eine Erleichterung für die Installation stellen sogenannte Doppelrohrsystemleitungen (gedämmte Edelstahlwellschläuche bzw. Kupferleitungen) dar. Die Doppelrohrsysteme werden als Rolle angeboten und sind z. B. besonders geeignet für die Verlegung in Schächten. Sie sind vollständig wärmegeprägten und haben bereits eine Fühlerleitung für den Kollektorfühler integriert.

2.6 Regelung

Die Regelung einer thermischen Solaranlage steuert die Umwälzpumpe so an, dass eine optimale energetische Ausnutzung der Sonnenenergie erreicht wird. Zum Einsatz kommen Differenztemperaturregler.

Der Markt bietet ein umfangreiches Angebot an Reglern mit weitgehenden Sonderfunktionen. So sind beispielsweise Schnittstellen zur Datenübertragung auf den PC ebenso gebräuchlich wie integrierte Wärmemengenzähler. Die Solarpumpe kann von vielen Solarreglern impulsartig, abhängig von der momentanen Einstrahlung, angesteuert werden. Hierdurch wird das Regelverhalten optimiert und elektrische Primärenergie eingespart. Größere Solarregler regeln nicht nur die Kollektorkreispumpe, sondern auch weitere Pumpen oder Ventile wie z. B. für die Rücklaufanhebung des Heizkreises benötigt. Moderne Systemregler können zentral Solaranlage, Heizkessel und Wärmeverteilung erfassen und deren Zusammenspiel optimal koordinieren.

2.7 Anlagenkonzepte

In Abhängigkeit der Anlagengröße und der Nutzung der Solaranlage existieren vielfältige Lösungsvorschläge, für die die Hersteller meist vorkonfektionierte und abgestimmte Solarpakete bereithalten. Nachfolgend werden exemplarisch zwei verbreitete Anlagenkonzepte für Ein- und Zweifamilienhäuser dargestellt.

2.7.1 Standard-Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

Der vom Kollektor erwärmte Wärmeträger wird durch eine Umwälzpumpe zum Solarspeicher gefördert, wo die Wärme über einen Wärmetauscher an das Trinkwasser abgegeben wird. Kollektorkreis, Trinkwasser und Nachheizung sind hydraulisch vollständig getrennt.

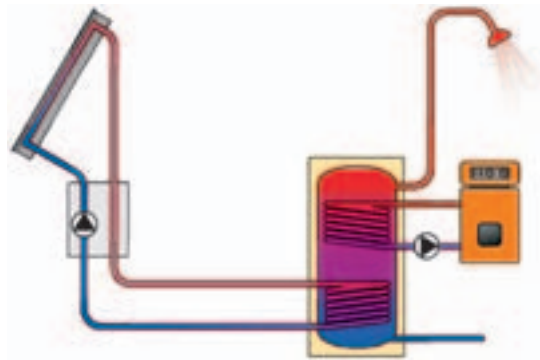


Bild 6:
Der Aufbau einer Standard-Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

Damit zu jedem Zeitpunkt warmes Wasser zur Verfügung steht, erwärmt der Heizkessel bei nicht ausreichenden Temperaturen den Bereitschaftsteil des Trinkwasserspeichers über den oberen Wärmetauscher. In allen Betriebszuständen arbeitet die Solaranlage eigenständig und voll automatisch. Sie lässt sich in jedes konventionelle Heizungssystem integrieren. Ggf. bereits vorhandene Speicher können in das System integriert werden.

2.7.2 Solaranlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung

Bei Kombi-Solaranlagen werden die Kollektorfläche und das Speichervolumen erhöht, da zusätzlich zur Trinkwassererwärmung ein Teil der Gebäudewärmeverluste solar gedeckt werden sollen. Die Dimensionierung der Solaranlage muss sehr sorgfältig vorgenommen werden, da hohe, nicht nutzbare Wärmeüberschüsse in den Sommermonaten dem Wunsch nach einer möglichst großen Solaranlage mit hohen erreichbaren Deckungsgraden gegenüberstehen. Der Anteil der Heizleistung, der über die Solaranlage abgedeckt werden kann, steigt bei höherem Dämmstandard des Gebäudes.

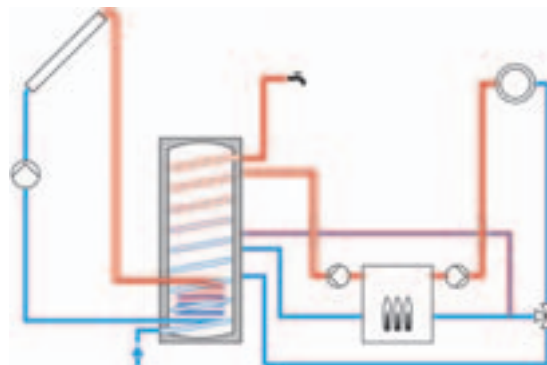


Bild 7:
Solaranlage zur Heizungsunterstützung und Trinkwassererwärmung mit Kombispeicher

Das Heizsystem sollte generell mit möglichst geringen Vorlauftemperaturen bei großer Temperaturspreizung betrieben werden können und gut eingeregelt sein. Je niedriger die Temperatur des Heizungsrücklaufs ist, desto mehr solare Energie kann genutzt werden.

Die Anbindung der Heizkreise erfolgt z. B. über eine Temperaturanhebung des Heizungsrücklaufs. Immer dann, wenn im Speicher höhere Temperaturen als im Heizungsrücklauf zur Verfügung stehen, wird ein Ventil im Heizkreisrücklauf geschaltet und dieser durch den Speicher geführt. Mehr zum Thema solare Heizungsunterstützung finden Sie im BDH-Informationsblatt Nr. 27 Teil 1 und 2.

3 Senkung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen

Mit thermischen Solaranlagen können die laufenden Energiekosten deutlich gesenkt werden. Die Höhe der Energieeinsparung hängt stark von dem Anlagenkonzept, den Benutzergewohnheiten und den Verbrauchsdaten ab. Zwei Beispiele sollen die erzielbaren Senkungen der Energieverbräuche und der CO₂-Emissionen verdeutlichen.

3.1 Neuinstallation einer Solaranlage zur Trinkwassererwärmung

Ausgehend von einer richtigen Dimensionierung der Anlage sowie einer südwestlichen bis südöstlichen Dachausrichtung und einer üblichen Dachneigung zwischen 30–60° ergeben sich folgende Einsparungen:

Bei der Berechnung wurde nach gebräuchlichem Muster pauschal mit einem Anlagenwirkungsgrad für die Trinkwassererwärmung (Kessel + Speicher) von 70 % gerechnet. Dieser Wirkungsgrad ist für viele Fälle, vor allem bei älteren Wärmeerzeugern, viel zu hoch angesetzt. Heizkessel arbeiten für die Trinkwassererwärmung im Sommerbetrieb weniger effektiv, da hier die Betriebspausen, in denen der Wärmeerzeuger wieder auf Raumtemperatur auskühlt, im Verhältnis zur Brennerlaufzeit lang sind. Selbst bei modernen Wärmeerzeugern sinkt der Wirkungsgrad im Sommerbetrieb (nur Trinkwassererwärmung) ab. Hingegen sind die Wirkungsgrade moderner Heizsysteme im Winterbetrieb sehr gut. Eine thermische Solaranlage stellt also eine optimale Ergänzung der Heizungsanlage dar, da die Trinkwassererwärmung im Sommerbetrieb über den Heizkessel nur noch selten benötigt wird.

mittlerer Warmwasserbedarf:	40 Liter pro Person und Tag bei 45 °C
Vier-Personen-Haushalt:	160 Liter pro Tag
Bruttokollektorfläche:	5 m ² (bzw. 3,5 m ² Röhre)
Endenergieeinsparung:	2 381 kWh pro Jahr
entsprechend:	z. B. 256 Liter Heizöl EL bzw. 229 m ³ Erdgas H
CO ₂ -Reduktion:	520 kg pro Jahr (nach GEMIS)

3.2 Austausch eines Standardkessels gegen einen Brennwertkessel und Installation einer Solaranlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung

Annahmen zum Ist-Zustand:

- Zweifamilienhaus, 300 m² Wohnfläche,
- spezifischer Wärmebedarf 150 kWh/m²a,
- 250 l/d Trinkwarmwasser 45 °C
- Gas-Standardkessel 25 kW, Nutzungsgrad 65 %

Der alte, vor Juni 1982 installierte Standardkessel wird durch einen modernen Brennwertkessel ersetzt. Alternativ kann auch eine effiziente Wärmepumpe oder ein moderner Holzcentralheizungskessel zum Einsatz kommen. Allein aufgrund der höheren Nutzungsgrade (65 % → 95 %) ergibt sich eine Brennstoffeinsparung von 30 %. Zusätzlich wird eine Solaranlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung mit 24 m² Flachkollektorfläche installiert. Bei einer spezifischen Einsparung von 310 kWh je Quadratmeter Kollektorfläche und Jahr werden rund 7 500 kWh durch die Solaranlage eingespart. In 20 Jahren lassen sich rechnerisch rund 226 Tonnen CO₂ einsparen.

Bedarf alter Kessel:	69 231 kWh/a	CO ₂ -Emissionen	20 700 kg
Bedarf neuer Kessel:	47 368 kWh/a	CO ₂ -Emissionen	11 250 kg
Einsparung Kesseltausch:	21 862 kWh/a	CO ₂ -Einsparung Kessel	9 450 kg
Einsparung Solaranlage:	7 440 kWh/a	CO ₂ -Einsparung Solar	1 860 kg

Durch den Austausch der alten Heizungsanlage wird nicht nur Energie, sondern auch bares Geld gespart. Die Anlage kann über das Kreditprogramm der Kreditanstalt für Wiederaufbau finanziert werden, gleichzeitig werden Zuschüsse aus dem Marktanzreizprogramm in Anspruch genommen. Die Kredite lassen sich bei günstigen Bedingungen allein durch die Brennstoffeinsparung finanzieren.

4 Förderung von thermischen Solaranlagen

Zusätzlich zum technischen und wirtschaftlichen Nutzen einer thermischen Solaranlage erhält der Endverbraucher einen Anreiz durch Förderprogramme des Bundes, der einzelnen Bundesländer sowie teilweise der Gemeinden und Kommunen. Beispielsweise gewährt das Bundesamt für Ausfuhr und Wirtschaftskontrolle (BAFA) im Rahmen des Marktanreizprogramms zur Förderung von erneuerbaren Energien einen Zuschuss. Je nach Investitionsmaßnahme können über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) weitere Zuschüsse oder zinsgünstige Darlehen gewährt werden.

Eine Zusammenstellung der Bundesförderprogramme befindet sich unter www.bdh-koeln.de. Erkundigen Sie sich zusätzlich bei örtlichen Energiedienstleistern oder Gemeinden nach regionalen Fördermöglichkeiten.

5 Fazit

Thermische Solaranlagen lassen sich auf nahezu jedem Gebäude installieren und sollten heute fester Bestandteil der Haustechnik sein. Informieren und beraten Sie Ihre Kunden entsprechend. Selbst wenn z. B. beim Neubau die Investition in eine Solaranlage verschoben wird, so sollten die Steigleitung inkl. Fühlerkabel und ein bivalenter Speicher bereits eingebaut werden, um den nachträglichen Einbau der Solaranlage zu begünstigen.

Auch bei Modernisierungsmaßnahmen im Gebäudebestand lässt sich die Solaranlage problemlos integrieren. Bei der Heizungssanierung gehört heute das Angebot einer Solaranlage zum Standard.

Die Nutzung der Solarenergie wird im Hinblick auf die Preissteigerungen fossiler Brennstoffe in Zukunft immer wichtiger. Für den Betreiber einer Solaranlage stehen folgende Gründe auf der Habenseite:

- Reduzierung der Energiekosten und der Abhängigkeit von Preissteigerungen konventioneller Energieträger,
- Steigerung des Immobilienwertes,
- Vorreiterposition für die Nutzung regenerativer Energien,
- Steigerung der Lebensqualität.

Unter volkswirtschaftlichen und Umweltschutzaspekten ist die Nutzung solarer Energie zu forcieren und zu optimieren. Die positiven Argumente sind klar erkennbar:

- Einsparung fossiler Brennstoffe,
- Schadstoffreduzierung, insbesondere
- CO₂-Verringerung

Neue gesetzliche Randbedingungen honorieren den Einsatz von thermischen Solaranlagen durch Erweiterung der architektonischen Gestaltungsmöglichkeiten und durch Kompensation beim baulichen Wärmeschutz. Bei weiter zu erwartenden Verschärfungen des Anforderungsniveaus der EnEV werden sich thermische Solaranlagen immer mehr zum Standard entwickeln.

Am Markt wird eine Vielzahl ausgereifter Produkte angeboten. Systemanbieter sorgen für eine problemlose Anbindung der Solaranlage an das Heizungssystem und für ein optimales Zusammenspiel der Regelungssysteme.

Für weitere Fragen stehen Ihnen die Mitgliedsunternehmen des BDH gerne zur Verfügung. Beachten Sie auch die BDH-Informationsblätter

- Nr. 17 „Thermische Solaranlagen Teil 2: Praxistipps zur Dimensionierung und Installation“ und Teil 3: „Fehlersuche“,
- Nr. 27 „Solare Heizungsunterstützung Teil 1, Grundlagen und Systeme“ und Teil 2 „Praxistipps zu Planung und Installation“
- Nr. 34 „Betriebssicherheit thermischer Solaranlagen“
- Nr. 44 „Thermische Solaranlagen – Dokumentation von Übergabe und Inspektion“

THERMISCHE SOLARANLAGEN

Teil 2: Praxistipps zur Dimensionierung und Installation

1 Einleitung

Thermische Solaranlagen dienen der Warmwasserbereitung und ggf. zusätzlich der Heizungsunterstützung. Den Stand heutiger Heizungstechnik bildet eine Kombination aus einer modernen Brennwertheizung, einer effizienten Wärmepumpe oder einem Holzzentralheizungskessel mit einer thermischen Solaranlage. Für das Heizungshandwerk bietet die Solarthermie ein attraktives Geschäftsfeld, das allerdings ein hohes Maß an kompetenter Kundenansprache und Kundenberatung erfordert. Als Hilfsmittel für die Initialberatung wurde das BDH-Informationsblatt Nr. 17 „Thermische Solaranlagen Teil 1: Anlagenkonfigurationen und Informationen zur Kundenberatung“ erstellt.

Solaranlagen stellen eine etablierte, ausgereifte und zuverlässige Technik dar. Systemanbieter garantieren eine problemlose Anbindung der Solaranlage an die Heizungsanlage und ein optimales Zusammenspiel der Gesamtanlage. Als Hilfsmittel zur Auslegung von Solaranlagen und zur Vermeidung von Fehlern bei Planung und Installation wurde der vorliegende Teil 2 des BDH-Informationsblattes Nr. 17 erstellt. Eine Beachtung der genannten Hinweise gewährleistet einen zuverlässigen Betrieb der Anlage und damit eine hohe Kundenzufriedenheit.

2 Dimensionierung

Die Dimensionierung einer Solaranlage richtet sich primär nach dem Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung und ggf. der Raumheizung des zu versorgenden Haushaltes. Als Auslegungsziel für die Trinkwassererwärmung im Ein- und Zweifamilienhaus werden üblicherweise rund 60 % solare Deckung angestrebt. Im Sommer wird dann rechnerisch eine Volldeckung erreicht. Nicht nutzbare Wärmeüberschüsse halten sich in vertretbaren Grenzen und der Kunde ist zufrieden, weil er die Solarwärme deutlich spürt und über längere Strecken ohne konventionelle Nachheizung auskommt. Eine deutlich höhere Deckung ist aus anlagentechnischen und wirtschaftlichen Gründen im Einfamilienhaus nicht sinnvoll.

Der solare Deckungsgrad und der Systemnutzungsgrad, also das Verhältnis aus eingestrahelter Energie auf die Kollektorfläche und der vom System nutzbaren Energie, verhalten sich gegenläufig. Das heißt, ein hoher solarer Deckungsgrad bedingt immer einen niedrigeren Systemnutzungsgrad und umgekehrt: Bei Solaranlagen, die auf niedrige Deckungsgrade ausgelegt sind, lassen sich hohe Systemnutzungsgrade erzielen.

In Deutschland wird im Mittel eine jährliche Sonneneinstrahlung von rund 1 000 kWh gemessen. Eine Solaranlage mit 60 % Deckung liefert je Quadratmeter Kollektorfläche und Jahr eine nutzbare Wärme von ca. 300–350 kWh, eine auf rund 25 % Deckung ausgelegte Anlage dagegen über 500 kWh.

Das Auslegungsziel für größere Solaranlagen in Mehrfamilienhäusern o. Ä. ist ein möglichst hoher Systemnutzungsgrad mit resultierenden geringen Wärmepreisen je kWh Nutzwärme. Daher werden diese Anlagen anders als bei Kleinanlagen auf Deckungsgrade zwischen 20 und 40 % ausgelegt. Diese Anlagen dienen in erster Linie der Vorwärmung des Trinkwassers, die konventionelle Heizungsanlage erwärmt das Trinkwasser auf Solltemperatur.

2.1 Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung für Ein- und Zweifamilienhäuser

Grundlage jeder Dimensionierung einer Solaranlage ist der Energiebedarf. Abhängig vom Komfortanspruch existieren folgende Richtwerte für den täglichen Warmwasserbedarf bei 45 °C pro Person:

niedriger Bedarf: 20–30 Liter pro Tag bei 45 °C

typischer Bedarf: 30–50 Liter pro Tag bei 45 °C

hoher Bedarf: 50–70 Liter pro Tag bei 45 °C

Hinweis: Die Vorgaben des DVGW-Arbeitsblattes W 551 sind zu beachten.

Dimensionierung des Speichervolumens

Zur Ermittlung des Speichervolumens wird im ersten Schritt der Tagesbedarf aller im Haus lebenden Personen addiert. Ist zusätzlich eine Spülmaschine und/oder Waschmaschine an die Warmwasserversorgung angeschlossen, so sind ca. 30–50 Liter pro Tag hinzuzurechnen. Als Daumenregel für das benötigte Speichervolumen wird der 1,5- bis 2-fache Tagesbedarf angesetzt. Mindestens sind 50 Liter Trinkwasserspeicher je m² Kollektorfläche vorzuhalten.

Dimensionierung der Kollektorfläche

Ebenfalls mit einer Daumenregel kann man aus dem Speichervolumen die Kollektorfläche ermitteln. So benötigt man pro 100 l Speichervolumen:

1,5 m² Flachkollektor

1,0 m² Röhrenkollektor

Basis für die Daumenregel ist, dass die zur Montage vorgesehene Dachfläche max. eine Abweichung von 45° aus der Südrichtung aufweist und der Neigungswinkel im Bereich von 25–55° liegt. Bei größeren Abweichungen können die Mindererträge (meist nicht mehr als 15 %) durch eine etwas vergrößerte Kollektorfläche kompensiert werden. Dazu sind Korrekturwerte entsprechend den Herstellerunterlagen zu verwenden.

Am Beispiel eines 4-Personen-Haushaltes ergibt sich bei mittlerem Komfortanspruch

ein Trinkwasserbedarf von: $4 \times 35 = 140$ Liter pro Tag

ein Speichervolumen von: $2 \times 140 = 280$ (ca. 300) Litern

eine Flachkollektorfläche von: $(300/100 \times 1,5) = 4,5$ m²

Zur genauen Planung bieten die Hersteller Diagramme oder Planungssoftware an. Hier lassen sich insbesondere die Leistungsmerkmale der einzelnen Komponenten und die tatsächliche Ausrichtung des Kollektors detailliert berücksichtigen.

2.2 Kombinierte Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung

Einem möglichst hohen Deckungsanteil des Heizwärmebedarfs steht gegenüber, dass die Kollektorfläche nicht zu groß werden sollte, um sommerliche Überschüsse in einem vertretbaren Rahmen zu halten. Je niedriger die Heizkreistemperaturen und der Gebäudewärmebedarf sind, desto besser gelingt diese Gratwanderung.

Einflussfaktoren für die Auslegung:

- Trinkwarmwasserbedarf,
- gewünschte solare Deckung für Trinkwarmwasser und Heizung,
- Kollektortyp (Flachkollektor oder Röhrenkollektor),
- Standort und Wetterbedingungen,
- Ausrichtung und Neigung der Kollektorfläche,
- Heizwärmebedarf des Gebäudes,
- Auslegungstemperaturen der Heizkreise.

Die Auslegung kombinierter Systeme ist aufgrund der vielen Einflussfaktoren aufwendiger als die reiner Trinkwassersysteme und mit einfachen Faustformeln nicht mehr abbildbar (siehe BDH-Informationsblatt Nr. 27 Teil 2).

2.3 Dimensionierungs- und Planungsunterlagen

Die BDH-Mitgliedsunternehmen bieten Planungshilfsmittel und PC-Programme zur Auslegung und Detailoptimierung von Solaranlagen an. Hierin sind jeweils auch die aktuellen Normenentwürfe berücksichtigt.

3 Installationsformen einer thermischen Solaranlage

Solarkollektoren werden aufgrund ihrer vielfältigen Konstruktionsformen in nahezu allen Gebäudekonzeptionen sowohl im Neubau als auch bei der Modernisierung am Gebäude oder in dessen Nähe installiert. Durch die in den letzten Jahren ständig verbesserten und erweiterten Befestigungskonstruktionen können Solarkollektoren auf Schrägdächern, Flachdächern (wie z. B. Garagendach), frei aufgestellt oder an Fassaden angebracht werden.

Die häufigste Montageart für die Solarkollektoren ist nach wie vor das Schrägdach-Aufdachsystem. Dabei werden die Kollektoren mit Schienen und Sparrenankern bzw. Dachhaken über der Dachkonstruktion montiert. Die Aufdachmontage bietet sich bei bereits gedeckten Dächern an, die Montage ist schnell, einfach und preisgünstig. Die Rohrdurchführung durch die Eindeckung erfolgt mit Lüfterziegeln.

(Achtung: Diese sind bei Planung und Angebotserstellung zu berücksichtigen, da sie nie Bestandteil der Solarpakete sein können.)

Solarkollektoren können auch in das Dach integriert werden. Dann sind die Kollektoren direkt auf die Dachlattung bzw. -schalung montiert. Eine architektonisch anspruchsvolle Lösung, welche bei Neubau oder Dachsanierung zusätzlich Dachmaterial (Pfannen) einspart. Insbesondere bei Arbeiten auf dem Dach ist auf die Einhaltung der Arbeitsschutzvorschriften zu achten.

Um den Transport und die Einbringung von Solarspeichern zu erleichtern, werden größere Solarspeicher in der Regel mit abnehmbarer Isolierung und Verkleidung ausgeliefert. Für die leichte Verrohrung von Solarspeichern mit dem Solarkreis und der konventionellen Heizungsanlage werden von Systemanbietern vorgefertigt Anschlussrohre angeboten.

Bereits vorhandene monovalente Trinkwasserspeicher können in das Solarsystem integriert werden. Meist ist der für den Solarkreis benötigte Wärmetauscher nicht in den Speicher zu integrieren, sodass dem bestehenden Trinkwasserspeicher trinkwasserseitig ein Solarspeicher in Reihe vorgeschaltet wird. Das trifft insbesondere bei Großanlagen zu.

In Solarspeichern können Betriebstemperaturen $>60\text{ °C}$ auftreten. Um Verbrühungen beim Warmwasserzapfen zu vermeiden, ist ein thermostatisches Mischventil am Warmwasserabgang vorzusehen.

4 Komponenten

Teil 1 des BDH-Informationsblattes Nr. 17 enthält bereits eine umfangreiche Beschreibung der wesentlichen Komponenten einer Solaranlage. Um Dopplungen zu vermeiden sind hier nur zusätzliche Informationen zu den einzelnen Komponenten aufgeführt. Ein ergänzendes Lesen des Kapitels 2 in Teil 1 wird dringend empfohlen.

4.1 Wärmeträgermedium

Um Frostschäden in Kollektoren und Rohrleitung zu vermeiden, ist für den Wärmeträger ein ausreichender Frostschutz je nach Region bis unter -20 °C zu gewährleisten. Das entspricht meist einem Gemisch von 40–45 % Glykol mit 55–60 % Wasser.

Die Hersteller von Solaranlagen bieten ungiftige und ökologisch verträgliche Wärmeträgermedien als Konzentrat oder Fertigmischung mit Wasser an. Für Röhrenkollektoren werden Fertigmischungen mit erhöhter Temperaturbeständigkeit eingesetzt. Eine periodische Überprüfung (alle 1–2 Jahre) des Wärmeträgers ist zu empfehlen. Bitte beachten Sie dazu auch das BDH-Informationsblatt Nr. 44 „Thermische Solaranlagen – Dokumentation von Übergabe und Inspektion“.

Zu beachten:

- Wärmeträger verschiedener Hersteller sollten niemals gemischt werden. Handelsübliche Frostschutzmittel für Autos sind für Solaranlagen nicht geeignet.
- Der ausreichende Frostschutz ist mit einem für das Medium geeichten Frostschutzprüfer zu überprüfen.
- Solarkreisleitungen müssen vor Inbetriebnahme der Anlage gründlich gespült werden. Dies sollte unmittelbar vor dem Anschließen des Kollektors geschehen, um das Einspülen von Verschmutzungen zu vermeiden.
- Ist der Kollektor unbefüllt längere Zeit hoher Einstrahlung ausgesetzt, empfiehlt sich eine zweite Spülung, damit entstandener Zunder vor der Glykolbefüllung aus dem Kollektor gewaschen werden kann.

4.2 Rohrleitung und Wärmedämmung

Die Rohrleitungen sind mit thermisch belastbarem Material (mindestens 150 °C) mit Dämmstärke 100 % zu isolieren. In der Heizungstechnik übliche Schaumwerkstoffe sind hier nicht geeignet, denn sie halten den thermischen Anforderungen nicht stand. Weitere Hinweise entnehmen Sie bitte dem BDH-Informationsblatt Nr. 34 „Betriebssicherheit thermischer Solaranlagen“, Punkt 4.2 Dämmung.



*Bild 1:
Aus der Heizungstechnik übliche Wärmedämmung ist für Solaranlagen nicht geeignet*

Bei der Rohrführung ist wichtig, dass nach Möglichkeit keine Flüssigkeitssäcke entstehen, d. h. vom Kollektor ausgehend ist auf eine fallende Leitungsführung zu achten. Vor allem im Bereich des Kollektors können hier im Stagnationsfall Dampfkreisläufe entstehen (Verdampfen/Kondensieren), die den Wärmeträger übermäßig beanspruchen und zu einer großen thermischen Belastung (Dampfaustrahlung) in der gesamten Anlage führen.

4.3 Entlüfter

Genau wie bei der Befüllung von Heizungsanlagen befindet sich auch im Kollektorkreis zunächst Luft. Diese wird bei der Befüllung vom Wärmeträger größtenteils verdrängt. Ein Teil der Luft wird jedoch in Form von kleinen Bläschen im Flüssigkeitsstrom verwirbelt und erst später allmählich wieder ausgeschieden. Ein weiterer Teil ist im Wärmeträgermedium gelöst und wird erst bei höheren Temperaturen wieder freigegeben. Bei größeren Luftmengen im Kollektorkreis kann der Transport des Wärmeträgermediums zum Stillstand kommen. Sammelt sich die Luft in der Pumpe, so können hier Schäden durch das Heißlaufen der Lager entstehen. Daher gilt: Die Luft muss raus! Und: Alle Entlüfter im Kollektorkreis müssen thermisch belastbar sein.

Für die sichere Entlüftung des Systems können an der höchsten Stelle des Kollektorkreises und an den Stellen, wo sich ein Luftsack bilden kann, ganzmetallene Handentlüfter montiert werden. Da das Wärmeträgermedium im Stagnationsfall im Kollektor und einem Teil der Rohrleitung verdampft, sind automatische Entlüfter nur geeignet, wenn sie thermisch belastbar sind (mindestens 150 °C) und mit einem Absperrhahn installiert werden.

Grundsätzlich wird empfohlen im Bereich der Solarstation (Vorlauf) eine zentrale Entlüftungseinrichtung zu installieren. Weitere Informationen zum Thema Entlüftung finden Sie im BDH-Informationsblatt Nr. 34 „Betriebssicherheit thermischer Solaranlagen“, Punkt 3.2 Entlüfter.

4.4 Membran-Druckausdehnungsgefäß

Das Membran-Druckausdehnungsgefäß (MAG) hat die Aufgabe, Volumenänderungen im Solarkreis aufzunehmen, ohne dass es im System zu einem Ansprechen

des Sicherheitsventils kommt. Vielfach bieten die Hersteller von Solaranlagen entsprechend abgestimmte MAG mit an. Das Ausdehnungsgefäß ist mit dem Anschluss nach oben zu installieren.

Der Vordruck des Ausdehnungsgefäßes ist den örtlichen Gegebenheiten unbedingt anzupassen. Dazu wird sowohl die statische Höhe des Solarkreislaufs als auch die ggf. vorhandene Höhendifferenz zwischen Manometer und MAG berücksichtigt. Einen Berechnungsweg zur Bestimmung des notwendigen Vordrucks im MAG finden Sie im BDH-Informationsblatt Nr. 34 „Betriebssicherheit thermischer Solaranlagen“, Punkt 6.3 Druckverhältnis.

Zur Bestimmung des erforderlichen Nennvolumens des MAG für im Einfamilienhaus übliche Betriebsbedingungen (1,0 bar statischem Druck, 2,5 bar Fülldruck und 6 bar Sicherheitsventil) kann das erforderliche Nennvolumen des MAG als Daumenregel wie folgt berechnet werden:

1. Ermittlung des Gesamtinhaltes der Anlage (Inhalte von Kollektoren, Rohrleitungen, Wärmetauschern, Vorlage MAG)
2. Ermittlung des Ausdehnungsvolumens des Wärmeträgers = Gesamthalt des Kollektorkreises $\times 0,08$
3. Ermittlung des Dampfolumens = Inhalt Kollektoren + Inhalt Rohrleitung oberhalb der Kollektorebene
4. Nennvolumen MAG = $2,5 \times (\text{Ausdehnungsvolumen} + \text{Dampfolumen})$

4.5 Solarstation

Im Folgenden wird näher auf Einzelheiten der Solarstation eingegangen.

4.5.1 Pumpe

Der Volumenstrom in Solaranlagen ist abhängig von Kollektortyp und Art der Anwendung. Viele Solarregler ermöglichen die Drehzahlregelung der Kollektorkreispumpe und sorgen damit für eine optimierte Leistungsanpassung an die aktuelle Sonneneinstrahlung. Einige Hersteller verwenden speziell für Solaranlagen entwickelte Pumpen mit modulierend 2–10 W Leistungsaufnahme, die die Primärenergiebilanz der Solaranlage deutlich verbessern.

4.5.2 Durchflussmengenanzeiger

Dieses oft auch als Flowmeter bezeichnete Bauteil dient der Anzeige des Volumenstromes und damit der Funktionskontrolle in Kombination mit zwei ebenfalls in die Solarstation integrierten Thermometern. Die Begrenzung des Durchflusses sollte ausschließlich über die Drehzahlstufe bzw. die Drehzahlregelung der Pumpe stattfinden!

4.5.3 Rückschlagventil

Im Rücklauf des Solarkreises ist ein Rückschlagventil (Schwerkraftbremse) vorzusehen. Der Auftrieb hat allein nicht genug Kraft, das Ventil zu öffnen. Es wird verhindert, dass bei ausgeschalteter Pumpe (z. B. nachts) eine Abkühlung des Speichers über den Kollektor stattfindet. Das Rückschlagventil ist in der Regel bereits in die Solarstation integriert. Weitere durch Einrohrzirkulation im Vorlauf verursachte Wärmeverluste lassen sich durch Wärmeschleifen in der Rohrleitung nahe dem Speicheranschluss oder zusätzliche Rückschlagklappen vermeiden.

4.6 Temperaturfühler

An den Kollektorfühler werden besondere Anforderungen gestellt, können doch wesentlich höhere Temperaturen auftreten als bei einer konventionellen Heizung. Der Kollektorfühler muss neben einer hohen Temperaturbeständigkeit des Fühler-elementes mit einem hochtemperatur- und witterungsbeständigen Kabel ausgerüstet sein. Zum Schutz des Kollektorfühlers sollte ein Überspannungsschutz zwi-

schen Fühler und Regelung vorgesehen werden. Das Gehäuse dient dann gleichzeitig der ordnungsgemäßen Verbindung von Fühlerleitung mit dem weiterführenden Kabel.

4.7 Einregulierung des Solarkreises

Die Regelung einer thermischen Solaranlage hat grundsätzlich die Aufgabe, die Umwälzpumpe so zu regeln, dass eine optimale energetische Ausnutzung der Sonnenenergie erreicht wird. Man unterscheidet zwischen verschiedenen Pumpenbetriebsarten:

Das Verhältnis des Volumenstroms zur Gesamtkollektorfläche wird als spezifischer Volumenstrom bezeichnet. Der Bereich von ca. 15–20 l/(m² h) wird als **Low flow**, der Bereich von ca. 30–40 l/(m² h) als **High flow** bezeichnet. Dementsprechend wird auch von Low-flow- bzw. High-flow-Betrieb gesprochen. Bei diesen Betriebsarten wird die Pumpe lediglich **An** und **Aus** geschaltet.

Der Begriff **Matched flow** bezeichnet die Betriebsart mit variablem Volumenstrom im Kollektorkreis. In Abhängigkeit der momentanen Einstrahlung wird die Pumpe drehzahlregelt und dadurch die Stromaufnahme entsprechend reduziert.

Zur Einregulierung des Volumenstroms wird die Solarpumpe im Handbetrieb bei größter Drehzahlstufe betrieben, bis sich ein konstanter Volumenstrom einstellt. Am Flowmeter wird der Volumenstrom abgelesen und die Pumpenstufe so weit zurückgestellt, bis sich der gewünschte Volumenstrom einstellt.

4.8 Zirkulationsleitungen

Wie bei allen Warmwassersystemen sollte der Aufwand für Zirkulation möglichst gering sein. In Einzelfällen kann der Energieaufwand einer Zirkulation genauso hoch sein wie der Energieaufwand für die Trinkwassererwärmung selbst.

Neben den Rohrleitungsverlusten kann die Temperaturschichtung in Solarspeichern durch zu große Volumenströme oder falsche Einbindung der Zirkulationsleitung gestört werden. Der Zirkulationsaufwand muss konventionell und solar gedeckt werden und ist daher bei der Auslegung der Solaranlage zu berücksichtigen.

Kann aufgrund langer Leitungswege oder erhöhter Komfortansprüche nicht auf eine Zirkulationsleitung verzichtet werden, so ist diese nicht nur zeitlich, sondern auch thermostatisch zu regeln. Sind mehrere Trinkwasserspeicher vorhanden, sollte die Zirkulationsleitung wenn möglich an den konventionell beheizten Speicher angeschlossen werden.

4.9 Einregulieren von Heizkreisen

Die Effizienz der Solaranlage steigt ebenso wie bei der Nutzung von Brennwertechnik mit möglichst niedrigen Rücklauftemperaturen der Heizkreise. Um dies zu erreichen, sollten

- bei der Planung der Heizungsanlage durch großzügige Auslegung der Heizflächen niedrige Auslegungstemperaturen realisiert werden.
- die Heizkreise sorgfältig abgeglichen und eingeregelt werden.
- Heizkreise immer mit einem Drei-Wege-Mischer vor Übertemperaturen geschützt werden.

Beispiel:

Eine Heizungsanlage mit einer Temperaturspreizung von 50 °C/40 °C wird beim Volumenstrom 100 % betrieben. Wird der Volumenstrom auf 50 % reduziert und gleichzeitig die Vorlauftemperatur auf z. B. 55 °C angehoben, so stellt sich am Heizkörper eine Spreizung von 20 K (55 °C/35 °C) ein. Beide Heizungen arbeiten mit einer mittleren Temperatur von 45 °C und übertragen die gleiche Heizleistung, die Anlage mit reduziertem Volumenstrom erhöht aber den Nutzen der Brennwertechnik bzw. der Solaranlage.

5 Hinweise für die Installation

Um die dauerhafte Funktionssicherheit einer Solaranlage zu gewährleisten, ist neben der ordnungsgemäßen Installation auch bei der Inbetriebnahme auf besondere Sorgfalt zu achten. Hinweise zu diesen Themen finden Sie im BDH-Infoblatt Nr. 34 „Betriebssicherheit thermischer Solaranlagen“, Punkt 6 Inbetriebnahme. Das BDH-Infoblatt Nr. 44 „Thermische Solaranlagen – Dokumentation von Übergabe und Inspektion“ bietet zusätzlich weitere nützliche Hinweise und Checklisten.



THERMISCHE SOLARANLAGEN

Teil 3: Fehlersuche

1 Einleitung

Solaranlagen stellen eine etablierte, ausgereifte und zuverlässige Technik dar. Systemanbieter garantieren eine problemlose Anbindung der Solaranlage an die Heizungsanlage und ein optimales Zusammenspiel der Gesamtanlage. Als Hilfsmittel zur Auslegung von Solaranlagen und zur Vermeidung von Fehlern bei Planung und Installation wurden Teil 1 und 2 des BDH-Informationsblattes Nr. 17 erstellt.

Die Beachtung der genannten Hinweise bildet die Grundlage für einen zuverlässigen Betrieb der Anlage und damit eine hohe Kundenzufriedenheit. In der Praxis können trotz des hohen Entwicklungsstandes von Solaranlagen unvorhergesehene Störungen auftreten. Der vorliegende Teil 3 des BDH-Informationsblattes Solar soll bei der Fehlersuche und deren Beseitigung helfen.

2 Fehlereingrenzung

Für die Beurteilung von Anlagenfehlern und die Eingrenzung der Fehlersuche ist wichtig, die Parameter einer gut arbeitenden Solaranlage zu kennen. Die Fehlersuche kann oftmals schon im Telefongespräch mit dem Kunden eingegrenzt werden, wenn nachfolgende Punkte überprüft werden:

Solaranlage allgemein:

Was wird bemängelt?

Gibt es Unzufriedenheiten und Besonderheiten, die der Kunde beobachtet hat?

Solarregler:

Wird eine Fehlermeldung/Störung am Regler angezeigt? Wenn ja, welche?

Hinweis: Produktunterlagen beachten und diese bei einem eventuell erforderlichen Vor-Ort-Termin mitnehmen.

Anlagenbetriebsdruck:

Welcher Druck wird am Manometer angezeigt?

Ist der Anlagenbetriebsdruck deutlich abgesunken?

Hinweis: Der sinnvolle Anlagenbetriebsdruck beträgt 0,7 bis 1,5 bar zuzüglich 0,1 bar pro Meter statischer Höhe.

Temperaturwerte:

Welche aktuellen Temperaturwerte können am Regler und an der Solarstation abgelesen werden?

Sind diese unter Beachtung der Wetterbedingungen realistisch?

Wie groß ist die Temperaturdifferenz zwischen Kollektorfühler und Speicherfühler?

Hinweis: Bei einer High-flow-Anlage sollte bei guter Einstrahlung die Temperaturdifferenz zwischen 8–15 K, bei Low-flow-Anlagen bis zu 40 K betragen.

Volumenstrom:

Volumenstrom am Durchflussmesser bei 100 % Pumpenleistung ablesen und falls erforderlich z. B. durch Vermindern der Pumpenstufe korrigieren. Hinweis: High-flow ca. 20–40 l/(m² h) entsprechend ca. 0,3–0,7 l/min je m² Flachkollektor, Low-flow ca. 15–30 l/(m² h) entsprechend ca. 0,25–0,5 l/min je m² Flachkollektor

Geprüft werden sollte, ob tatsächlich Anlagenfehler oder Störungen vorliegen. Nicht jeder vom Kunden bemängelte „Fehler“ stellt ein Fehlverhalten der Anlage dar, wie nachfolgende Beispiele verdeutlichen:

- Direkt nach Inbetriebnahme werden häufig Druckschwankungen in der Anlage bemängelt, die jedoch mit verbliebener Luft im Solarkreis zusammenhängen. Nach weiterem Entlüften stellen sich i. d. R. stabile Druckverhältnisse ein.
- Beschlagene Flachkollektoren sind meist auf eindringende Nässe bei Lagerung und Transport zurückzuführen. Der Beschlag verschwindet i. d. R. nach wenigen Wochen Betrieb wieder, indem die Feuchtigkeit durch die eingebauten Entlüftungsschlitze nach und nach entweicht.

Die nachfolgenden Tabellen sollen bei der Ermittlung von Fehlern und deren Behebung helfen.

Störung: Pumpe läuft nicht, obwohl Kollektor wärmer als Speicher ist (weder Motorgeräusch zu hören noch Vibration zu fühlen).	
Ursache:	Behebung:
1. Die Speicher- oder Kollektormaximaltemperatur wird überschritten, die Kontrollleuchte oder die Anzeige am Regler sind aktiviert.	Regler hat ordnungsgemäß abgeschaltet und geht nach Unterschreitung der eingestellten Maximaltemperaturen selbstständig wieder in Betrieb.
2. Es ist kein Strom vorhanden.	Leitungen und Sicherungen kontrollieren
3. Die Temperaturdifferenz ist zu groß (>15 K) eingestellt oder der Regler schaltet nicht.	<ul style="list-style-type: none"> • Regler prüfen • Temperaturfühler überprüfen • Temperaturdifferenz verringern
4. Die Pumpenwelle ist blockiert.	Kurzfristig auf max. Drehzahl umschalten oder Schraubenzieher in Kerbe einführen und von Hand drehen.
6. Die Fühler sind nicht i. O. bzw. falsch installiert oder der Regler ist auf den falschen Fühlertypen eingestellt.	<ul style="list-style-type: none"> • Fühlerfunktion und Fühlerposition prüfen Der Kollektorfühler muss vollständig und fest in der Fühlertauchhülse sitzen. • Fühlereinstellung am Regler korrigieren (FKY, NTC)
Störung: Pumpe läuft, aber am Durchflussmesser kein Volumenstrom ablesbar. Vor- und Rücklauftemperatur sind gleich oder die Speichertemperatur steigt gar nicht oder nur langsam an.	
Ursache:	Behebung:
1. Im Leitungssystem befindet sich Luft.	• Anlagendruck kontrollieren
2. Der Anlagendruck ist zu niedrig.	• Pumpe mit maximaler Leistung stoßweise betreiben
3. Die Anlage ist verschmutzt.	<ul style="list-style-type: none"> • Entlüfter an Kollektor, Pumpe und Solarspeicher öffnen und Anlage entlüften Falls keine Besserung: • Anlage vorwärts und rückwärts spülen • Einbauten wie Durchflussmesser und Schmutzfänger reinigen • Leitungsführung prüfen • Bei „Berg- und Talbahn“ z. B. an Balkenvorsprüngen oder der Umgehung von Wasserleitungen ggf. Leitungsführung ändern oder zusätzlichen Entlüfter setzen. • Automatikentlüfter auf Funktion prüfen Dazu Schutzkappe abschrauben und Schwimmer mit stumpfer Nadel auf Gängigkeit prüfen. Ggf. Entlüfter austauschen.

Störung: Pumpe läuft, aber am Durchflussmesser kein Volumenstrom ablesbar.	
Ursache:	Behebung:
1. Der Durchflussmesser ist verklemmt oder defekt.	<ul style="list-style-type: none"> • Funktion des Durchflussmessers prüfen Auch bei korrekt eingestelltem Durchfluss kann z. B. durch festsitzenden Ring die Anzeige im Schauglas blockiert sein. Pumpe im Handbetrieb einschalten, hier muss Bewegung des Stempels feststellbar sein. Stempel durch leichtes Schlagen lösen, notfalls Durchflussmesser tauschen.
2. Die Absperrereinrichtung ist geschlossen.	<ul style="list-style-type: none"> • Absperrereinrichtung öffnen
Störung: Pumpe springt später an und hört früh auf zu laufen.	
Ursache:	Behebung:
Die Temperaturdifferenz zwischen Kollektor und Speicher ist zu groß eingestellt.	Temperaturdifferenz verkleinern
Störung: Pumpe läuft an und schaltet sich kurz danach wieder aus. Dies wiederholt sich einige Male, bis die Anlage durchläuft. Abends ist das Gleiche zu beobachten.	
Ursache:	Behebung:
1. Die Sonnenstrahlung reicht noch nicht aus, um das gesamte Rohrnetz zu erwärmen.	Nochmals bei stärkerer Sonneneinstrahlung prüfen
2. Der Volumenstrom ist zu hoch.	Leistungsstufe der Pumpe verringern
3. Die Schalttemperaturdifferenz des Reglers ist zu klein eingestellt.	Schalttemperaturdifferenz am Regler erhöhen
4. Die Rohrleitungen sind nicht ausreichend gedämmt.	Rohrleitungen vollständig dämmen
Störung: Manometer zeigt Druckabfall.	
Ursache:	Behebung:
<p>Kurze Zeit nach dem Befüllen der Anlage ist Druckverlust normal, wenn über Automatikentlüfter noch Luft aus der Anlage entweichen kann.</p> <p>Tritt später nochmals Druckabfall auf, kann dies durch Luft verursacht sein, die sich in Form von Mikroblasen aus dem Fluid gelöst hat.</p> <p>Zudem schwankt der Druck im Normalbetrieb je nach Anlagentemperatur um 0,2–0,3 bar. Geht der Druck kontinuierlich zurück, ist eine Stelle im Solarkreis undicht.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Automatikentlüfter prüfen und absperren • Verschraubungen, Stopfbuchsen an Absperrschiebern und Gewindeanschlüsse auf Undichtigkeit kontrollieren, danach die Lötstellen • Vordruck MAG prüfen. • Dichtigkeit der Membran des MAG prüfen.
<p>Es ist Fluid durch Öffnen des Sicherheitsventils ausgetreten, da das MAG zu gering dimensioniert bzw. drucklos oder defekt ist.</p> <p>Es ist Fluid im Kollektor ausgetreten, d. h. die Absorberverrohrung ist undicht aufgrund von Frostschäden durch zu geringen Frostschutzgehalt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfung des Sicherheitsventils und des Auffangbehälters auf ausgetretenes Fluid • Überprüfung der Größe des MAG • Überprüfung des Frostschutzgehalts und des pH-Wertes

Störung: Pumpe verursacht Geräusche.	
Ursache:	Behebung:
1. Es ist Luft in der Pumpe	Pumpe entlüften
2. Der Anlagenbetriebsdruck ist nicht ausreichend.	Anlagendruck erhöhen
Störung: Anlage macht Geräusche. In den ersten Tagen nach der Befüllung der Anlage normal. Bei späterem Auftreten zwei mögliche Ursachen:	
Ursache:	Behebung:
1. Der Anlagenbetriebsdruck ist zu gering. Die Pumpe bzw. die Rohrleitung zieht Luft über den Entlüfter an.	Anlagendruck erhöhen
2. Die Pumpenleistung ist zu hoch eingestellt.	<ul style="list-style-type: none"> Leistungsstufe der Pumpe ändern Volumenstrom am Durchflussmesser kontrollieren
Störung: Pumpe springt später an und hört früh auf zu laufen. Störung: Temperaturanzeige am Regler zeigt keine Temperatur oder Werte außerhalb der normalen Betriebstemperatur.	
Ursache:	Behebung:
Es liegt ein Fehler der Fühler vor.	<ul style="list-style-type: none"> Fühlerposition und -sitz prüfen Anschluss der Fühler in Reglerbeschreibung beachten Fühlerkabel und Anschlüsse prüfen Widerstandswerte des abgeklemmten Fühlers bei bekannten Temperaturen messen und mit Herstellerangaben vergleichen Kontrolle der gesamten Leitungsführung auf Beschädigungen
Störung: Nachts kühlt der Speicher aus. Nach Abschalten der Pumpe in Vor- und Rücklauf unterschiedliche Temperaturen, Kollektortemperatur ist nachts höher als die Außentemperatur.	
Ursache:	Behebung:
1. Die Schwerkraftbremse schließt nicht.	<ul style="list-style-type: none"> Stellung des Einstellgriffes kontrollieren und Schwerkraftbremse auf Dichtigkeit prüfen (verklemmter Span, Schmutzpartikel in der Dichtfläche) Leitungsführung ändern Den Solarwärmetauscher nicht direkt anschließen, sondern die Zuleitungen erst u-förmig nach unten ziehen. Dieser Siphon unterstützt die Schwerkraftbremse. Notfalls kann ein Zwei-Wege-Ventil montiert werden, das gleichzeitig mit der Pumpe geschaltet wird.
2. Es kommt zu Fehlströmungen aufgrund von In-Rohr-Zirkulationen, besonders bei kurzen Rohrnetzen mit geringem Druckverlust.	Einbau einer Schwerkraftbremse im Vorlauf oder einer Wärmedämmschleife (Siphon).

Störung: Nachheizung funktioniert nicht. Der Kessel läuft kurze Zeit, geht aus und springt wieder an. Dies wiederholt sich so oft, bis der Speicher seine Solltemperatur erreicht hat.

Ursache:	Behebung:
1. Es ist Luft im Nachheizwärmetauscher.	Nachheizwärmetauscher entlüften
2. Die Wärmetauscherfläche ist zu klein.	Daten des Kessels und des Speichers vergleichen Eventuell lässt sich das Problem durch höhere Einstellung der Vorlauftemperatur am Kessel lösen.

Störung: Bei Einstrahlung Beschlag über längeren Zeitraum innen an der Scheibe.

Ursache:	Behebung:
Die Belüftung des Kollektors ist unzureichend (nur bei belüfteten Kollektoren).	Belüftungsöffnungen reinigen

Störung: Speicher kühlt zu stark ab.

Ursache:	Behebung:
1. Die Dämmung ist unzureichend oder unsachgemäß montiert.	Dämmung prüfen und korrigieren
2. Die Speicheranschlüsse sind unzureichend gedämmt.	Speicheranschlüsse vollständig dämmen
3. Es treten Konvektionsverluste durch unkontrollierte Zirkulation (z. B. In-Rohr-Zirkulation) auf.	<ul style="list-style-type: none"> • Rohrleitungsführung ab Speicheranschluss fallend bzw. Siphon setzen • Schwerkraftbremsen einsetzen
4. Die Reglereinstellungen der Nachheizung sind nicht korrekt.	Reglereinstellungen (Kessel, Pumpe) prüfen und ggf. korrigieren
5. Die Warmwasser-Zirkulation läuft zu häufig und/oder nachts.	Schaltzeiten und Intervallbetrieb prüfen

Störung: Pumpe schaltet nicht ab.

Ursache:	Behebung:
1. Die Fühler sind nicht i. O. bzw. die Fühlerposition ist nicht korrekt.	<ul style="list-style-type: none"> • Fühlerfunktion und Fühlerposition prüfen • Fühlerkabel und Anschlüsse prüfen • Widerstandswerte des abgeklemmten Fühlers bei bekannten Temperaturen messen und mit Herstellerangaben vergleichen
2. Die Regelung ist defekt.	Regler prüfen Hinweis: Drehzahlgeregelte Pumpen schalten nicht sofort ab, sondern erst nach Erreichen der kleinsten Drehzahl.

Für weitere Fragen stehen Ihnen die Mitgliedsunternehmen des BDH gerne zur Verfügung. Beachten Sie auch die BDH-Informationsblätter

- Nr. 17 „Thermische Solaranlagen Teil 1: Anlagenkonfigurationen und Informationen zur Kundenberatung“ und „Teil 2: Praxistipps zur Dimensionierung und Installation“
- Nr. 27 „Solare Heizungsunterstützung Teil 1, Grundlagen und Systeme“ und Teil 2 „Praxistipps zu Planung und Installation“
- Nr. 34 „Betriebssicherheit thermischer Solaranlagen“
- Nr. 44 „Thermische Solaranlagen – Dokumentation von Übergabe und Inspektion“

Herausgeber:
 Interessengemeinschaft
 Energie Umwelt Feuerungen GmbH
 Infoblatt 17/3 März/2011



Solare Heizungsunterstützung

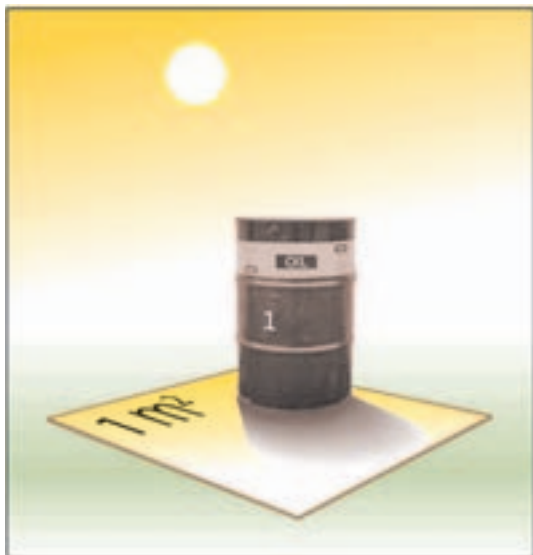
Teil 1: Grundlagen und Systeme

Für grundlegende und ergänzende Informationen beachten Sie bitte auch das BDH-Informationsblatt Nr. 17 „Thermische Solaranlagen“, Teil 1 und 2 und das BDH-Informationsblatt Nr. 34 „Betriebssicherheit thermischer Solaranlagen“.

1 Verkaufsmotivation

Schon heute handelt es sich bereits bei über 30 % aller verkauften thermischen Solaranlagen um Systeme zur Heizungsunterstützung. Angesichts steigender Preise für fossile Energieträger suchen viele Bauherren nach Alternativen für die Gebäudebeheizung.

Durch ihre unbegrenzte und kostenlose Verfügbarkeit rückt dabei die Sonne zunehmend in den Blickpunkt. Trotz seiner nördlichen Lage verfügt Deutschland über ein erhebliches Potenzial an Sonnenenergie.



*Bild 1:
Das Öl-Äquivalent von 100 l zur jährlichen solaren Einstrahlung von 1000 kWh/m² bedeutet: Deutschland ist ein Sonnenland*

Wichtige Argumente für die Kundenberatung

Solaranlagen zur Heizungsunterstützung erfreuen sich wachsender Beliebtheit, denn:

- Sie übernehmen sowohl die sommerliche Trinkwassererwärmung bis weit hinein in die Übergangszeit als auch zusätzlich einen Teil der Heizung
- Da moderne Gebäude besser gedämmt sind, kann die Solaranlage heute Deckungsbeiträge für die Gebäudeheizung von 10–30 %, bei Niedrigenergiehäusern sogar bis 40 % erwirtschaften
- Sie sparen zusätzlich Brennstoff ein
- Sie schonen den vorhandenen Heizkessel, vermindern die Brennerstarts und sorgen dafür, dass der Kessel einen großen Teil des Jahres ausgeschaltet bleibt
- Sie werden vom Staat gefördert
- Sie können im Rahmen der aktuellen Energieeinsparverordnung EnEV gewinnbringend angerechnet werden

Vorteilhafte Berücksichtigung im Rahmen der EnEV

Die aktuelle „Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden“ – Energie-Einsparverordnung (EnEV) – ermöglicht die Berücksichtigung solarer Gewinne im Rahmen des zu planenden

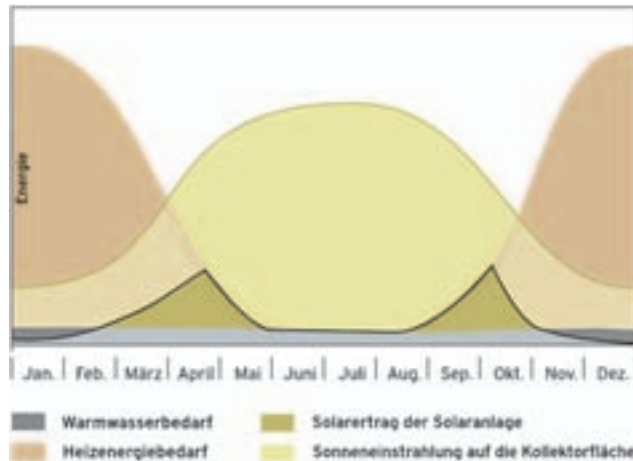


Bild 2:
Sonneneinstrahlung, Solarertrag, Warmwasser- und Heizenergiebedarf einer Solaranlage zur Heizungsunterstützung

Gebäude-Primärenergiebedarfs, das heißt, der Einbau einer Anlage zur Heizungsunterstützung gewinnt dadurch wirtschaftlich an Attraktivität. Als Daumenwert für die „notwendige Kollektorfläche“ (nach EnEV/DIN V 4701-10) in Abhängigkeit von der Wohnfläche gilt bei 100/150/200 m² Nutzfläche eine Kollektorfläche von 6,5/9/11,5 m².

Im Ergebnis verringert sich der Umfang der notwendigen Wärmeschutzmaßnahmen deutlich, Architekt und Haustechnikplaner bekommen mehr Handlungsspielraum.

2 Einführung

Allgemeine Bemerkungen

Am Markt finden sich sowohl kundenspezifisch gefertigte als auch werkseitig vorkonfektionierte Anlagen. Da die Planung von kundenspezifisch gefertigten Anlagen aufwendiger ist, zeichnet sich ein Trend zu werkseitig vorkonfektionierten Anlagen, sogenannten Kombisystemen ab.

Die mögliche Energieeinsparung durch den Einbau einer Solaranlage zur Heizungsunterstützung ist beträchtlich. Die real eingesparte Menge an Brennstoff ist jedoch von einer Vielzahl von Einflussfaktoren abhängig, die sich zwischen verschiedenen Anwendungen in der Praxis unterscheiden können. Typische Einflussfaktoren sind:

- Raumwärme- und Warmwasserbedarf (inkl. ggf. Zirkulation)
- Kollektorfläche, Neigung und Orientierung des Kollektorfeldes
- Wärmebedarf und Wärmeübertragung
- Passive Sonnenenergienutzung (Fensterflächen)
- Warmwasserkomfort (Bereitschaftszeiten, Leistung, Temperatur). Besonders die Warmwassersolltemperatur und die Freigabezeiten der Wassererwärmung wirken sich erheblich auf die Energieeinsparung aus.

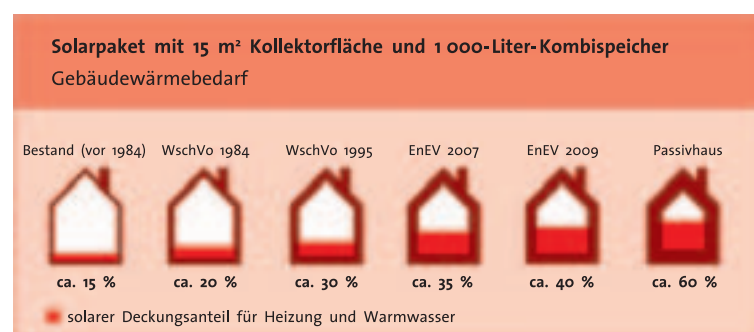


Bild 3: Je nach Gebäudewärmebedarf oder Dämmstandard kann die Solaranlage unterschiedliche Deckungsbeiträge erwirtschaften

3 Komponenten

Zunächst die wichtigsten Komponenten einer Solaranlage zur Heizungsunterstützung im Überblick:

- Kollektoren
- Pumpen, Fittings und Armaturen
- Ausdehnungsgefäße
- Regelungen und Fühler
- Solarfluid
- Sicherheitseinrichtungen

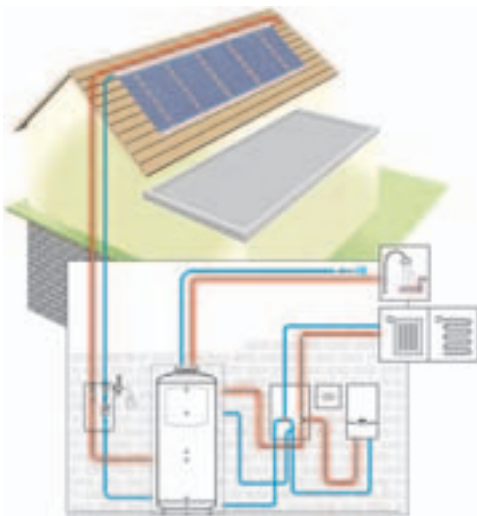


Bild 4:
Die Komponenten einer Solaranlage zur Heizungsunterstützung sollten gut aufeinander abgestimmt sein

3.1 Kollektoren

Da Solaranlagen zur Heizungsunterstützung ihr Haupteinsatzgebiet in der Übergangszeit Frühling/Herbst sowie im Winter haben, sollte der Wirkungsgrad der verwendeten Kollektoren hier möglichst hoch sein. Es gibt am Markt eine Reihe von Flach- und Röhrenkollektoren, die diese Vorgaben erfüllen und auch bei niedrigen Außentemperaturen hohe Systemtemperaturen erreichen. Zum Vergleich verschiedener Hersteller lohnt sich der Kennlinienvergleich zweier Kollektoren: Achten Sie auf den Wirkungsgrad des Kollektors bei einer Temperaturdifferenz zur Umgebung von 50–60 K (= Kelvin). Dies entspricht annähernd den Verhältnissen, unter denen er später arbeitet, und hier sollte sein Wirkungsgrad möglichst hoch sein.

Beispiel: An einem klaren Herbsttag bei 0 °C Außentemperatur und einer Heizungsrücklauftemperatur von 40 °C muss ein Kollektor eine Temperatur von ca. 50 °C erzeugen um diese Rücklauftemperatur anzuheben. Er arbeitet so mit einer Temperaturdifferenz zur Außenluft von (50 °C zu 0 °C =) 50 K.

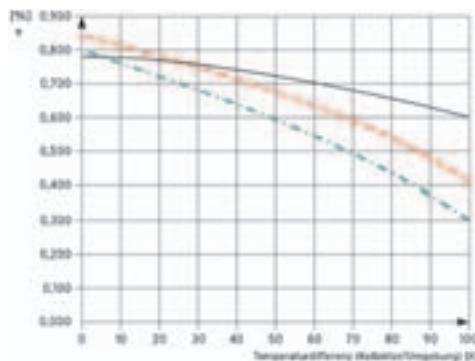


Bild 5:
Vergleich dreier Kollektorkennlinien:
zwei Flachkollektoren und ein Röhrenkollektor (durchgezogene Linie)

Eine Anmerkung zum unterschiedlichen Verdampfungsverhalten bei Stillstand: Bei allen Kollektoren mit oben liegenden Anschlüssen muss im Stillstandsfall stets der

gesamte Kollektorinhalt verdampfen, ehe die Wärmeübertragung in das System (mangels Flüssigkeit im Absorber) zum Stillstand kommt.

Kollektoren mit mindestens einem unten liegenden Anschluss dampfen hingegen schneller leer, da schon kleinste Dampfmen gen im Kollektor die Flüssigkeit nach unten in Richtung Ausdehnungsgefäß herausdrücken. Das Kollektorfeld sollte in diesem Fall so aufgebaut werden, dass die Anschlussleitungen zum Ausdehnungsgefäß fallend verlegt werden. Weitere Hinweise dazu finden Sie im BDH- Informationsblatt Nr. 34 „Betriebssicherheit thermischer Solaranlagen“.

3.2 Pumpen, Fittings und Armaturen

Bei diesen Komponenten bestehen zunächst keine erhöhten Anforderungen beim Einsatz in Systemen zur Heizungsunterstützung. Es muss jedoch Wert auf eine ausreichende Temperaturbeständigkeit gelegt werden. Beachten Sie dazu auch die Tipps zum Umgang mit erhöhter thermischer Belastung im Kapitel „Planung“ im zweiten Teil dieser Broschüre.

3.3 Regelungen und Fühler

Verwendete Regelungen sollten ausdrücklich für Systeme zur Heizungsunterstützung konzeptioniert sein. Achten Sie auch auf eine leicht verständliche Dokumentation, die keine Fragen zu Fühlerpositionierung etc. offen lässt. Die im BDH vertretenen Mitgliedsunternehmen bieten eine Reihe von hoch entwickelten, vorkonfektionierten und benutzerfreundlichen Systemen mit ausführlichen Beschreibungen an.

3.4 Solarfluid

Da sich Systeme zur Heizungsunterstützung über einen großen Teil des Sommers häufiger im Stillstand befinden, ist besonderer Wert auf eine ausreichende thermische Beständigkeit des verwendeten Solarfluids zu legen. Verwenden Sie deshalb ausschließlich vom Hersteller für das Einsatzgebiet freigegebenes Solarfluid.

Um im Anlagenstillstand das Solarfluid zu schonen, sollte der Inhalt eines Kollektors möglichst schnell ausdampfen können. Stellen Sie deshalb den Betriebsdruck genau nach Vorgabe des Systemherstellers ein, da jede unnötige Erhöhung ein Verdampfen des Solarfluids verzögert. Befindet sich während eines Anlagenstillstands im Kollektor nicht verdampftes (flüssiges) Solarfluid, kommt es zu einer verstärkten thermischen Belastung.

3.5 Speicher

Grundsätzlich unterscheidet man die große Gruppe der Speicher in

- Bivalente Trinkwasserspeicher
- Kombispeicher
- Pufferspeicher

3.5.1 Bivalente Trinkwasserspeicher

Bivalente Trinkwasserspeicher kommen in Systemen zur Heizungsunterstützung nur für die solare Trinkwassererwärmung zum Einsatz. Sie sollen deshalb hier nicht weiter betrachtet werden.

3.5.2 Kombispeicher

Am Markt ist eine Vielzahl von Kombispeichern im Einsatz. Sie unterscheiden sich sowohl in der Form der solaren Beladung als auch in konstruktiven Lösungen zur Nachheizung und Entladung. Für alle Typen gilt, dass besonders auf eine funktionierende thermische Schichtung während der Be- und Entladung Wert zu legen ist. Einige Hersteller arbeiten zur Optimierung der thermischen Schichtung mit Leitblechen, Prallplatten oder Konvektionskaminen. Hier spricht man von sogenannten Schichtenspeichern. Diese Speicher wurden für eine möglichst hohe ener-

getische Ausnutzung der solaren Wärme konstruiert. Durch erhöhten konstruktiven Aufwand wird hier die Vermischung von Wärme unterschiedlicher Temperatur weitestgehend verhindert.

Für alle Kombispeicher gilt, dass es durch Einbindung einer Trinkwasser-Zirkulation zu einer verstärkten Durchmischung und damit zu einer Zerstörung der Schichtung kommen kann. Eine Zirkulation muss mindestens zeitlich gesteuert sein, nach Möglichkeit sollte sie zusätzlich thermostatisch geregelt betrieben werden.

Hinsichtlich der Trinkwasserbereitung unterscheidet man zwischen Kombispeichern mit innen liegendem Trinkwasserspeicher, sogenannten Tank-in-Tank-Speichern und Kombispeicher mit Trinkwassererwärmung im Durchflussprinzip. Letztere verfügen statt eines innen liegenden Trinkwasserspeichers über eine Rippenrohrschlange oder über externe Plattenwärmetauscher zur fließenden Trinkwassererwärmung.

Ein wichtiges Auswahlkriterium stellt die Schüttleistung dar. Dieser Wert gilt als wesentlicher Indikator für den Warmwasserkomfort in Anlagen mit Kombispeichern. Die im BDH vertretenen Hersteller bieten Ihnen eine breite Auswahl an Speichern, innerhalb derer Sie den gewünschten Speicher entsprechend Ihres Bedarfs an Einmal- bzw. Dauerleistung wählen können.

Vom Kessel wird die zur Raumheizung benötigte Wärme i. d. R. nicht auf dem Umweg über den Speicher, sondern direkt in den Heizkreislauf des Gebäudes geliefert.

Übrigens: Für die Dämmung eines Speichers gilt: Je länger die Wärme gespeichert werden soll bzw. je größer das gewählte Speichervolumen ist, umso höheren Wert sollte auf die Dämmung gelegt werden.

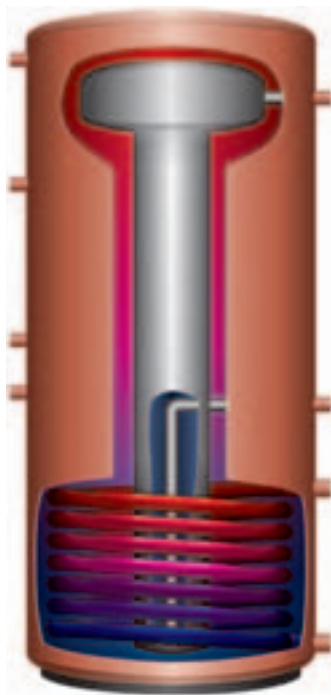


Bild 6:
Tank-in-Tank-Speicher

3.5.3 Pufferspeicher

Pufferspeicher dienen der Aufnahme von Heizungswasser. Da dieses keinen Sauerstoff enthält, wird keine Emaillierung oder sonstige Vergütung der Innenflächen benötigt. Üblich und weitverbreitet sind Speicher ohne jegliche Inneneinbauten, die vor Ort mit Rippenrohr- oder Plattenwärmetauschern zur Be- und Entladung bestückt werden. Bewährt haben sich innen liegende Glatt- oder Rippenrohrwärmetauscher, da es hier während der solaren Beladung nicht zu Verwirbelungen kommt. Durch die räumliche Enge im Speicher sind die möglichen solaren Übertragungsleistungen mit internen Wärmetauschern allerdings auf Kollektorflächen für den Ein- und Zweifamilienhausbereich begrenzt. Auch der Einsatz von Platten-

wärmetauschern ist üblich, jedoch sind diese, genauso wie angeschlossene Primär- und Sekundärpumpen, sorgfältig zu dimensionieren.



Bild 7:
Pufferspeicher

3.6 Thermostatmischer

Da in Solaranlagen zur Heizungsunterstützung im Trinkwasserbereich sehr hohe Temperaturen auftreten können, kommt dem Schutz des Betreibers vor Verbrühung besondere Bedeutung zu. Der Einbau eines Thermostatmischer ist deshalb Pflicht. Besonderer Wert ist im Zusammenhang mit einer Warmwasserzirkulation auf die hydraulische Verbindung des Zirkulationsrücklaufs mit dem Kaltwasserzulauf des Thermostatmischer zu legen. Andernfalls kommt es bei Betrieb der Zirkulation ohne gleichzeitige Zapfung (normaler, häufiger Zustand) zu einem „Überrennen“ des Mischers, da dieser zwar kaltes Wasser zumischen will, ohne Zapfung jedoch keinen Zulauf bekommt. Kommt in einem solchen Fall z. B. 90-gradiges Wasser zum Mischer, passiert es diesen, ohne abgekühlt zu werden. Wird hingegen der Zirkulationsrücklauf eingebunden, kommt es zu einem Bypass im Zirkulationssystem, bis die Warmwassertemperatur wieder den eingestellten Wert (z. B. 60 °C) erreicht hat.

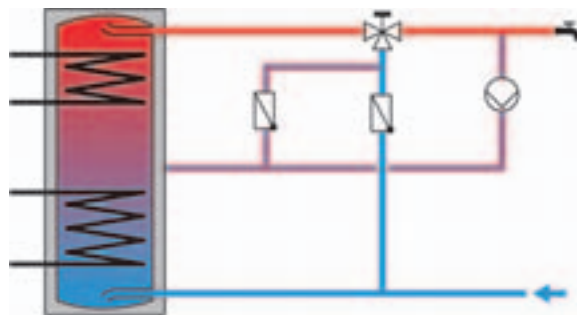


Bild 8:
Richtige Einbindung des Zirkulationsrücklaufes in den Kaltwasserzulauf des Brauchwassermischer

4 Systeme

Verschiedene Mitgliedsfirmen des BDH haben solare Kombisysteme entwickelt, die in hohem Maße vorgefertigt und standardisiert sind. Diese Systeme bieten die Möglichkeit erheblicher Kostenreduktion, vereinfachter Installation und zuverlässiger Funktion.

Prinzipiell unterscheidet man zwischen Zweispeicher- und Kombispeicher-Systemen.

4.1 Zweispeichersysteme

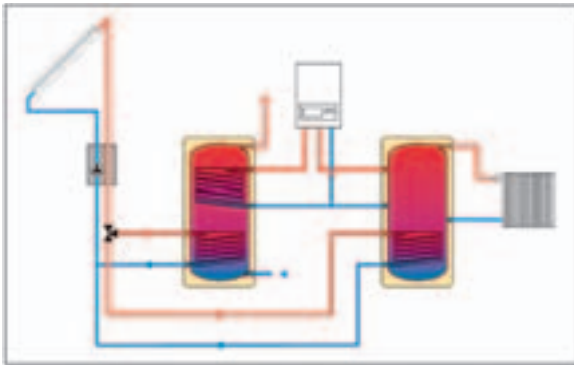


Bild 9:
Solaranlage zur Unterstützung der
Raumheizung mit zwei Speichern
(puffergeführte Heizung).

Aufgrund der Platz- und Kostenersparnis werden heute nach Möglichkeit Kombispeichersysteme verwendet. Zweispeichersysteme kommen dann zum Einsatz, wenn:

- die vorhandene Heizung schlecht abgeglichen ist, d. h. mit hohen Volumenströmen bei geringen Spreizungen arbeitet
- das Temperaturniveau des Heizungsrücklaufs, wie z. B. in Radiatorenheizungen, über 55 °C liegt
- beispielsweise durch Stückholzkessel- zusätzliche Puffervolumina nötig sind.

Zweispeichersysteme bestehen in der Regel aus einem Solarspeicher und einem (oder mehreren) Pufferspeicher(n). Um die Brennerlaufzeiten zu verlängern, besteht hier die Möglichkeit, den Heizkessel puffergeführt zu betreiben. Dies ist insbesondere bei Stückholzkesseln zwingend erforderlich. Prinzipiell lassen sich also zwei Typen unterteilen:

- Zweispeichersysteme mit puffergeführter Heizung
- Zweispeichersysteme ohne puffergeführte Heizung

Der Nachteil einer puffergeführten Heizung liegt in einem relativ geringen Systemnutzungsgrad der Solaranlage, da in der Heizsaison im Puffer auf Vorlauftemperatur gearbeitet werden muss. Dies lässt sich umgehen, wenn – konstruktionsbedingt – der untere Teil des Pufferspeichers mit dem Solarwärmetauscher nicht durch den Heizkessel nachgeheizt wird. Zweispeichersysteme ohne puffergeführte Heizung kommen vor allem in Altbauten und bei der Nachrüstung zum Einsatz. Hier steht das gesamte Puffervolumen der Solaranlage zur Verfügung und ist damit unabhängig von der Vorlauftemperatur des Heizungssystems. Die solare Heizungsunterstützung muss allerdings geregelt erfolgen (über Dreiwege-Ventil und zusätzliche dT-Regelung, siehe Abschnitt: Kombispeichersysteme 4.2.2), da es ansonsten zu einer Wärmeverschleppung aus dem Heizkreis in den (kalten Solar-) Pufferspeicher kommt.

4.2 Kombispeicher-Systeme

Prinzipiell lässt sich hier zwischen Varianten mit permanenter und geregelter Rücklaufeinbindung unterscheiden. Bei Rücklauftemperaturen < 35 °C sollte mit permanenter Einbindung gearbeitet werden, da diese ohne zusätzliche Armaturen auskommt.

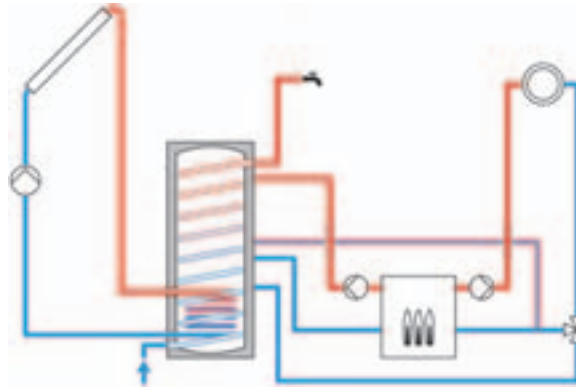


Bild 10:
Solaranlage zur Unterstützung der
Raumheizung mit Kombispeicher
und geregelter Rücklaufeinbin-
dung

4.2.1 Kombispeicher mit permanenter Rücklaufeinbindung

Vorteil: Kostengünstig und hydraulisch einfach zu realisieren. Es werden weder ein Dreiwege-Ventil, noch eine zusätzliche Regler-dT-Funktion, noch ein zusätzlicher Rücklauf-Fühler (für dT-Vergleich Puffer-Rücklauf) benötigt. Ebenfalls entfällt der Speicherfühler in Höhe des Pufferausgangs zum Heizgerät.

Nachteil: Nur bei Heizungssystemen mit permanent niedrigem Rücklauf (<35 °C einsetzbar). Damit kommt in der Praxis nur eine gut eingeregelter Wärmeübergabe infrage. Andernfalls findet vor allem im Winter bei hohen Rücklauf-Temperaturen im Heizkreis eine Wärmeverschleppung aus dem Heizkreis in den Pufferbereich statt, was einen sinkenden Nutzungsgrad der Solaranlage zur Folge hat. Dieses System wird vorrangig im Neubau eingesetzt.

4.2.2 Kombispeicher mit geregelter Rücklaufeinbindung

Als wesentlicher Vorteil gilt die weitgehende Unabhängigkeit von den maximalen Heizkreistemperaturen. Damit bleibt er auch in Verbindung mit Radiatorenheizkreisen einsetzbar, jedoch mit geringerem solaren Deckungsbeitrag als bei einem Zweispeichersystem. Durch exakte Arbeitsweise ist er derjenige Anlagentyp unter den Kombispeichersystemen mit dem höchsten Deckungsbeitrag und dem höchsten Systemnutzungsgrad. Das System kann im Alt- und Neubau eingesetzt werden, ist jedoch hydraulisch etwas aufwendiger und teurer.

Solare Heizungsunterstützung

Teil 2: Praxistipps zu Planung und Installation

1 Planung

Die im BDH vertretenen Hersteller bieten ihren Kunden umfangreiche Hilfestellung von der Anlagenberatung bis hin zu Planung und Simulation. Die exakte und aussagefähige Planung von thermischen Solaranlagen zur Heizungsunterstützung bedarf heute in der Regel einer computergestützten Simulation. Zu groß ist die Reihe von Einflussfaktoren, die es zu berücksichtigen gilt. Dazu gehören insbesondere:

- Gebäudespezifische Daten: Heizleistung und Verlauf der Temperaturanforderung, Höhe des Heizungstemperaturniveaus
- Anlagenspezifische Daten: Zusammensetzung und Zusammenspiel der Komponenten
- Lokale und klimatische Einflussgrößen: Wetter, Einstrahlung, Ausrichtung und Neigung

Der Markt bietet hierfür eine Reihe von bewährten Simulationsprogrammen. Zudem liefern viele Hersteller speziell auf ihre Produkte hin maßgeschneiderte Simulationssoftware. Erst aus dem Zusammenspiel aller Einflussfaktoren ergibt sich der genaue Ertrag einer Anlage. Dies ist auch für den erfahrenen Handwerker oder Planer oftmals kaum oder schwer vorherzusagen. Im Folgenden sollen die wichtigsten Einflussgrößen betrachtet und allgemeingültige Hinweise zur Dimensionierung gegeben werden.

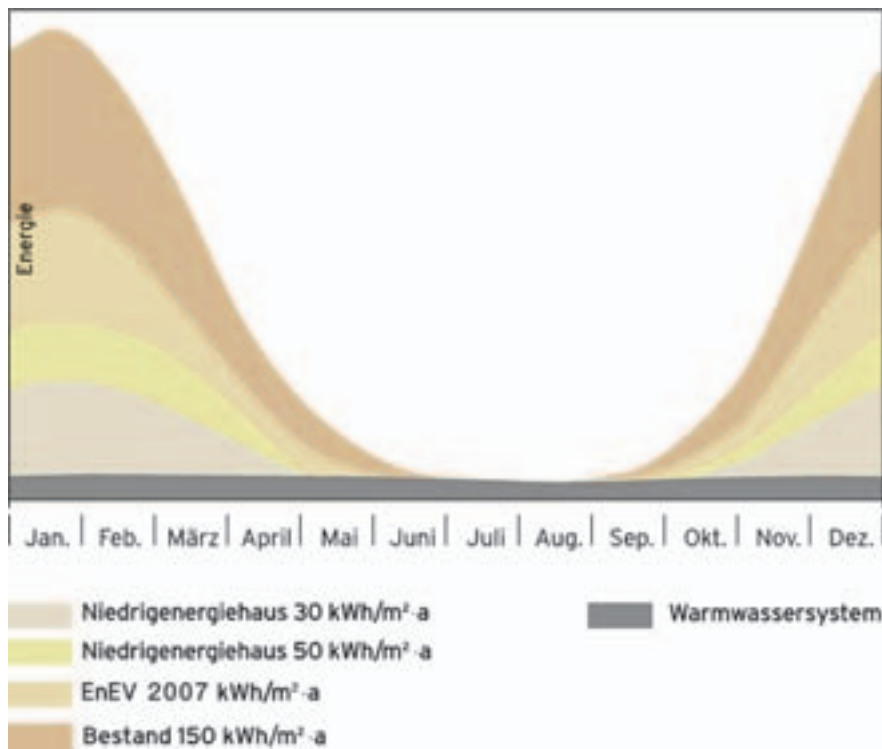


Bild 1: Gebäude unterscheiden sich stark hinsichtlich ihres Wärmebedarfs

1.1 Allgemeines

- Je größer der Wärmebedarf eines Gebäudes, umso größer ist die durch die Solaranlage einzusparende Brennstoffmenge, umso mehr sinkt aber auch der mögliche prozentuale solare Deckungsbeitrag. Während eine bestimmte Kollektorfläche auf einem modernen Niedrigenergiehaus 40 % des Jahresheizwärme-

bedarfes decken kann, würde dieselbe Kollektorfläche auf einem schlecht gedämmten Altbau kaum mehr als 5 % Deckungsbeitrag liefern.

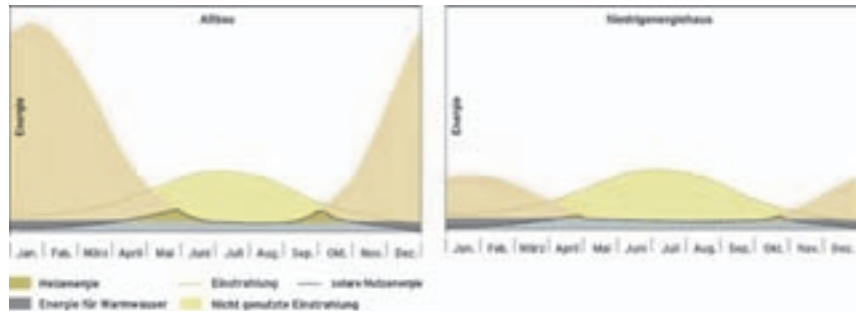


Bild 2 + 3: Vergleich von Deckungsanteilen solarer Heizungsunterstützung für verschiedene Gebäudetypen

- Für die Wirksamkeit einer solaren Heizungsunterstützung ist eine gut abgeglichene Heizung mit großen Spreizungen, niedrigen Volumenströmen und möglichst niedrigen Rücklauftemperaturen besonders wichtig. Im Fall einer Nachrüstung lohnt sich deshalb der Aufwand der nachträglichen Einregulierung.



Bild 4: Vergleich mit/ohne hydr. Abgleich

schlecht abgeglichen = warmer Rücklauf; gut abgeglichen = kalter Rücklauf

- Eine solare Heizungsunterstützung ist keine 100%-Heizung. Sie bedarf immer einer vollwertigen Heizung im Hintergrund. Vermeiden Sie es deshalb, bei Ihrem Kunden zu hohe Erwartungen zu wecken. Bleiben Sie realistisch und demonstrieren Sie stattdessen Ihrem Kunden das jeweils Mögliche an Hand einer Simulation.
- In Verbindung mit regenerativen Heizungssystemen, wie Pellet- oder Stückholzkesseln oder auch der Wärmepumpe ergeben sich unter Umständen andere Dimensionierungsanforderungen: So kann es bei Kombination mit einer Wärmepumpenheizung sinnvoll sein, einen möglichst hohen solaren Deckungsbeitrag zu erzielen, um Nachheizung im Hochtarif zu vermeiden
- Es gilt bereits bei der Planung die erhöhte thermische Belastung aller Komponenten zu berücksichtigen (siehe nachfolgende Tipps).

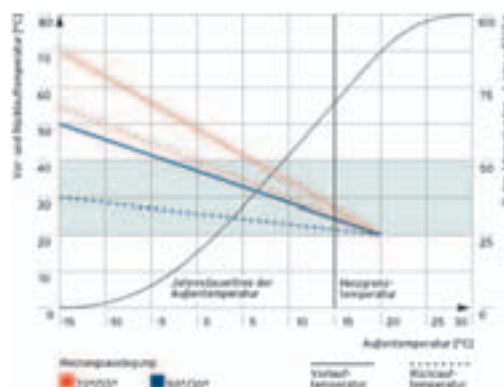


Bild 5:

Solare Heizungsunterstützung erfolgt häufig über die Anhebung des Heizungsrücklaufes. Deshalb ist die Rücklauftemperatur maßgeblich. Je niedriger das der Solaranlage zur Verfügung stehende Temperaturniveau, desto effektiver arbeitet das System. Der optimale Arbeitsbereich für die Einbindung des Heizkreisrücklaufs reicht bis etwa 40 °C

1.2 Tipps zur Vermeidung unnötiger thermischer Belastung

Besondere Beachtung bei Wahl und Zusammenstellung der Komponenten verdient die thermische Belastbarkeit. Neben allgemeinen Ursachen wie häufigem sommerlichem Anlagenstillstand und großem Wärmeüberschuss gibt es drei Hauptursachen für erhöhte thermische Belastung von Komponenten:

- Dampf im System
- Heißwasserschub nach Wiedereinschalten
- Kollektor-„Kühl“-Funktionen des Reglers, Bypassfunktionen u. a.

Nachfolgend sollen Tipps gegeben werden, wie damit umgegangen werden kann.

Dampf im System (wandernde Dampf-Front):

In Kollektorfeldern können – je nach Sonnenscheindauer und Kollektortyp – große Mengen Dampf erzeugt werden. Aus einem Liter Solarflüssigkeit können (rein rechnerisch) bis zu 1000 Liter Dampf entstehen. Die entstehende Dampf-Front wandert (abhängig von Verdampfungsdruck, Wärmeverlusten und Hindernissen) in Richtung Ausdehnungsgefäß.

Wenn durch die Anlagenkonfiguration mit großen Mengen Dampf zu rechnen ist, wird zur Sicherung des Ausdehnungsgefäßes eine Schutzeinrichtung (z. B. ein Vorschaltgefäß) empfohlen.

Heißwasserschub nach Wiedereinschalten:

Nach Anlagenstillstand wird bei wieder eingeschalteter Pumpe überhitzte Solarflüssigkeit aus dem Kollektorfeld und angrenzenden Rohrbereichen in Richtung Speicher gepumpt. Die Heißwasserfront kann dabei bis weit in den Rücklauf vordringen. Hier können dann auch Temperaturen deutlich über 120 °C auftreten, da – besonders bei schon warmem Speicher – im Wärmetauscher nur ein Teil der Temperatur abgebaut wird.

Es ist deshalb empfehlenswert, eine sogenannte Wiederanlaufsperr/Kollektor-Maximaltemperaturbegrenzung im Regler zu aktivieren. Diese Funktion sorgt dafür, dass die Kollektorkreispumpe im überhitzten Zustand des Kollektors nicht anspringt. Sie schützt damit das System vor thermischer Überlastung.

Kollektor-„Kühl“-Funktionen des Reglers, Bypassfunktionen u. a.:

Im Falle der sogenannten Kollektor-Kühl-Funktion schaltet der Regler in konstanten Abständen die Pumpe ein, um den Kollektor zu kühlen bzw. um zu verhindern, dass sich im Kollektor eine Dampfblase bildet. Dies hat einen erheblichen Wärmeeintrag ins Rohrsystem zur Folge. In einem gut isolierten System kommt es jedoch nicht zu ausreichender Abkühlung. Das System „schaukelt“ sich immer weiter auf. Besonders bei relativ großem Kollektorfeld und gleichzeitig kurzen Leitungswegen (Dachheizzentrale), kann dadurch das gesamte System sehr heiß werden. Auch kann es zu einer Dampfbeaufschlagung des Ausdehnungsgefäßes kommen. Besondere Beachtung verdient der „Urlaubsfall“. Es ist deshalb empfehlenswert, diese Funktionen nicht zu aktivieren und stattdessen eine sogenannte Wiederanlaufsperr/Kollektor-Maximaltemperaturbegrenzung im Regler zu nutzen.

1.3 Tipps zur Auswahl der Komponenten

Anlagen zur Heizungsunterstützung unterliegen ganz allgemein einer erhöhten thermischen Beanspruchung. Davon sind prinzipiell alle Komponenten betroffen. Nachfolgend erhalten Sie einige Hinweise zur Auswahl:

Dichtungen, Dichtmaterialien, Armaturen und Pumpen

- Temperatur-, Glykol- und Druckbeständigkeit (Herstellerfreigabe)
- Nach Möglichkeit Einbau im Rücklauf
- Hanf nicht in Kollektornähe, hier nur metallisch dichtend
- Durchflussmesser in Kollektornähe in Bypass-Ausführung

Dämmung

- Achten Sie auf den Einbau von temperaturbeständigem Material zur Dämmung.

Solarfluid

- Zum Schutz des Solarfluids gilt: Anlagenbetriebsdruck beträgt je nach Herstellerangaben 0,7 bis 1,5 bar zuzüglich 0,1 bar pro Meter statischer Höhe (an der höchsten Stelle des Systems im kalten Zustand).
- Kollektoren in Einbaulage waagrecht oder mit unteren Anschlüssen sorgen für eine geringere Belastung des Fluids, da diese nicht leer kochen müssen, sondern leer drücken.
- möglichst wenige Rohrleitungen oberhalb des Kollektors, da deren Inhalt bei Anlagenstillstand in den Kollektor fließt und dort auch verdampfen muss.

Ausdehnungsgefäße

- Vorschaltgefäß (oder andere Schutzeinrichtung für das MAG) installieren (besonders bei großem Kollektorinhalt in Verbindung mit kurzen Rohrleitungen).
- Vordruck nach Anlieferung prüfen und an den Anlagendruck anpassen. Dazu sind Herstellervorgaben/Berechnungstabellen der Hersteller zu beachten. Gegebenenfalls muss Druck aufgepumpt oder abgelassen werden.

Vorschaltgefäße

Der Einbau von Vorschaltgefäßen gewinnt zunehmend an Bedeutung. Wie bereits erwähnt, können in Solaranlagen im Stillstandsfall mitverdampfende Rohrvolumina von 100 % erreicht werden, was zu einer Dampfbeaufschlagung der Membran des Ausdehnungsgefäßes führen kann. Das würde zur Zerstörung der Membran führen. Weitere Informationen zu diesem Thema entnehmen Sie bitte dem BDH-Informationsblatt Nr. 34.

Fühler, Fühlerkabel und andere Kabelisolationen

- Fühler sollten an der durch den Kollektorhersteller vorgesehenen Stelle montiert werden, eine Freigabe als Kollektorfühler durch den Systemanbieter aufweisen und austauschbar sein.

Zusammenfassung und Empfehlungen zur Vermeidung thermischer Überlastung

- Kollektorfeld nicht überdimensionieren (siehe Punkt 2 „Auslegung“)
- Nach Möglichkeit weitere sommerliche Verbraucher mit einbeziehen
- Betriebsdruck nach Herstellerangaben und nicht unnötig hoch
- Kollektor-Kühl- und -Bypassfunktionen des Reglers richtig einsetzen und Auswirkungen überprüfen, Anlagenschutzfunktionen des Reglers nutzen
- Komponenten und Materialien mit Herstellerfreigabe einsetzen
- Vorschaltgefäße (oder andere Schutzeinrichtung für das MAG) verwenden



*Bild 6:
Nicht geeignet für den Einbau in unmittelbarer Kollektornähe: Sicherheitsventil und Durchflussmengenbegrenzer ohne ausreichende thermische Beständigkeit für die gewählte Einbauposition*

2 Auslegung

2.1 Kollektorfläche

Wird die sommerliche Überschusswärme (z. B. durch eine Schwimmbaderwärmung) vollständig genutzt, ist in der Dimensionierung der Kollektorfläche eine Begrenzung nach oben nicht notwendig, da ein Mehr an Kollektorfläche dann auch zu einem vergleichbaren Mehr an Energieeinsparung führt. Hier geben also eher die Kaufkraft des Kunden oder die zur Verfügung stehende Dachfläche den Ausschlag.

Ist eine Nutzung der sommerlichen Überschusswärme nicht möglich, kann in der Planung zunächst mit dem Ansatz des 1,8- bis 2,5-fachen der für die reine Trinkwassererwärmung (TWW) benötigten Kollektorfläche gearbeitet werden. Anschließend wird mittels Simulation die genaue Einsparung an Brennstoff für diese Fläche ermittelt. Alternativ berechnet man dann noch ein oder zwei etwas größere Kollektorflächen. Der Kunde kann sich dann für die eine oder andere Konfiguration entscheiden.

Für die ansatzweise Festlegung der Kollektorfläche (1,8- bis 2,5-fache Fläche TWW) liegt dabei die Überlegung zugrunde, welche Fläche allein für die reine Trinkwassererwärmung mindestens notwendig wäre (1–1,5 m² Kollektorfläche pro Person). Daraus ergibt sich für die Kollektorfläche zur Heizungsunterstützung der untere Grenzwert von etwa dem doppelten des Wertes zur reinen Trinkwassererwärmung. Würde man die Fläche noch kleiner auslegen, wäre ein Beitrag zur Heizung schlicht nicht spürbar.

Beispiel: Für ein EFH mit vier Personen und 200 l Trinkwarmwasserverbrauch pro Tag (45 °C) werden etwa 5 m² Kollektorfläche für die reine Trinkwassererwärmung veranschlagt. Als erster Ansatz für eine mögliche solare Heizungsunterstützung kann also hier von mindestens 9 m² Kollektorfläche ausgegangen werden. Die Simulation dieser Anlage unter Berücksichtigung aller spezifischen Kunden-, Klima- und Gebäudedaten ergibt dann die mögliche Brennstoffersparnis bzw. den erreichbaren solaren Deckungsbeitrag. Wird anschließend statt mit 9 m² zusätzlich mit 14 m² oder 16 m² Kollektorfläche simuliert, kann der Kunde anschaulich den Mehrnutzen der Kollektorfläche erkennen. Der planerische Aufwand hierfür hält sich in Grenzen, da als einziger Parameter lediglich die Kollektorfläche und evtl. noch die Speichergröße verändert wird. Achten Sie darauf, dass Sie Ihrem Kunden stets klar vermitteln, welchen Nutzen er davon hat und stellen Sie Ihre Argumentation auf seine Bedürfnisse ein.

Besteht die Möglichkeit, Kollektorausrichtung und Neigung zu wählen, sollten reine Südausrichtungen mit Abweichungen bis Südost oder Südwest sowie eine Neigung von etwa 45–60° bevorzugt werden. Dies gilt für Kollektorfelder zur Heizungsunterstützung ohne Nutzung der sommerlichen Überschusswärme. Diese etwas steileren Neigungen als in der Trinkwassererwärmung sorgen – neben einem höheren Ertrag in der Übergangszeit – gleichzeitig für geringere Überschüsse im Sommer und schonen damit die gesamte Anlage. Besteht keine Möglichkeit, Dachausrichtung und Neigung zu wählen – was für die Mehrheit aller Dächer zutrifft – gilt prinzipiell keine Einschränkung in der Eignung, es ist lediglich von geringeren Erträgen auszugehen.

Mit zunehmendem Dämmstandard moderner Gebäude wird es aus Sicht möglichst hoher Energieeinsparung lohnend, vorrangig die Heizung zu unterstützen, bevor es an die Trinkwassererwärmung geht. Moderne Flächenheizungen und gut abgeglichenen Radiatorenheizkreise arbeiten schließlich mit Temperaturen weit unter der Bereitschaftstemperatur des Trinkwassers. Moderne Regeltechnik macht diesbezüglich eine Unterscheidung möglich und entscheidet selbsttätig, wo die solare Wärme gerade am effizientesten eingesetzt werden kann. Setzen Sie sich bei der Wahl der optimalen Regelung am besten frühzeitig mit den im BDH vertretenen Unternehmen in Verbindung.

2.2 Speicher

Für die Dimensionierung eines Speichers zur solaren Heizungsunterstützung interessieren die zwei Grenzfälle „zu klein“ und „zu groß“. Eine passende Auslegung wird sich innerhalb dieser Grenzen bewegen.

Fall A: Speicher zu klein

Prinzipiell muss unterschieden werden, ob es sich um ein Einspeichersystem mit Kombispeicher oder ein Zweispeichersystem mit Solar- und Pufferspeicher handelt. Puffer- oder Kombispeicher sollten in der Lage sein, den maximalen Solarertrag eines typischen Tages aufzunehmen. Da der Nutzungszeitraum hier nicht im Sommer liegt, sondern in den Übergangszeiten und im Winter, ergibt sich „ein guter Sonnentag“ in der Übergangszeit Herbst bzw. Frühling als das typische Einsatzgebiet, da hier im Gegensatz zum Winter die höhere Einstrahlung zu erwarten ist.

Pufferdimensionierung in Zweispeichersystemen

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass in aller Regel zuerst die Trinkwasserbereitung erfolgt. Der Pufferspeicher muss also lediglich den Teil der Solarwärme speichern können, der nach Beladung des Trinkwasserspeichers noch übrig ist.

Beispiel: Bei einer Kollektorfläche von 10 m² wird in der Übergangszeit etwa eine Fläche von 6 m² für die reine Trinkwassererwärmung (eines 300-Liter-Speichers) benötigt. Der Pufferspeicher muss nun also mindestens so groß gewählt werden, dass er in der Lage ist, den Ertrag von 4 m² Kollektorfläche aufzunehmen. Es fällt nicht schwer zu überschlagen, dass wenn ein 300-Liter-Speicher im Herbst für 6 m² ausreicht, für 4 m² als minimales Puffervolumen lediglich 200 l benötigt werden.

Kombispeicherdimensionierung

Aus dem zur Pufferdimensionierung Gesagten ergibt sich, dass für eine 10-m²-Kollektorfläche minimal 500 l Kombispeicher (300 l Solarspeicher + 200 l Puffer) ausreichen.

Fall B: Speicher zu groß

Ein Speicher ist dann zu groß, wenn er innerhalb eines Tages nicht auf ein nutzbares Temperaturniveau kommt. Zur Unterstützung (Rücklaufanhebung) einer Fußbodenheizung wird beispielsweise in der Übergangszeit eine Temperatur von ca. 40 °C nötig sein, da diese auf ihrer Heizkurve gerade bei ca. 28–33 °C arbeitet. Je schlechter abgeglichen eine Heizung ist oder je höher die Rücklauftemperaturen, umso höhere Puffertemperaturen werden benötigt.

Das gesamte Puffervolumen sollte also am Abend des Tages deutlich (ca. 10 K) über der Heizungsrücklauftemperatur liegen. Ansonsten ist keine Anhebung des Rücklaufes möglich.

Beispiel: Bei einer Kollektorfläche von 10 m² stehen – nach Abzug des Energiebedarfs für Trinkwassererwärmung – noch ca. 4 m² zur Raumheizung zur Verfügung. Verteilt man diese Energiemenge (ca. 2 kWh/(m²·d)) = 8 kWh = 8 000 Wh) auf einen 500-Liter-Pufferspeicher, stellt sich eine Temperaturdifferenz von $dT = 8\,000 / (1,16 \cdot 500) = 14$ K ein. Fängt ein Speicher morgens mit einer Temperatur von 15 °C an, so käme dieser auf 15 + 14 = 29 °C. Dieser Speicher wäre also zu groß. Daraus ergibt sich für ein angestrebtes Temperaturniveau von beispielsweise 40 °C (von 15 °C auf 40 °C = 25 K) ein maximales Speichervolumen von 275 Litern.

Es ist leicht ersichtlich, dass sich in dem beschriebenen Fall das passende Speichervolumen zwischen den Grenzwerten 200 und 275 Litern bewegt.

In der Praxis ist allerdings zu berücksichtigen, dass ein erheblicher Teil der solaren Tageswärme bereits tagsüber wieder verbraucht wird, wodurch das real benötigte Speichervolumen eher kleiner ausfällt.

Es soll abschließend auch hier darauf hingewiesen werden, dass das exakte Dimensionieren von Speichern auf eine computergestützte Simulation hinausläuft. Im überwiegenden Teil der Planungsfälle ist eine solche Exaktheit allerdings unnötig.

¹⁾ Typischer Ertrag an einem Sommertag: ca. 2,5–3 kWh/(m²·d). Daraus abgeleitet im Herbst/Frühjahr ca. 2 kWh/(m²·d)

3 Daumenwerte und Faustformeln

- Kollektorfläche zur Heizungsunterstützung mindestens 1,8- bis 2,5-mal so groß wie zur Trinkwassererwärmung
- 50–70 Liter Speichervolumen je Quadratmeter Kollektorfläche

Die Verwendung von heizlastabhängigen Daumenwerten ist nach Möglichkeit zu vermeiden, da diese Auslegung zu ungenau ist. Werden trotzdem Daumenwerte verwendet, ist darauf zu achten, für welche Randbedingungen diese Werte ermittelt wurden. Keinesfalls dürfen diese Werte bei Anlagen mit abweichenden Randbedingungen verwendet werden.

Beispielrechnungen ¹⁾	Beispiel A: 5 Quadratmeter Kollektorfläche und 700-Liter-Kombispeicher	Beispiel B: 8 Quadratmeter Kollektorfläche und 700-Liter-Kombispeicher
Heizlast	EFH mit 120 m ² Wohnfläche, 6 kW	
Heizkreis	Fußbodenheizung 40 °C/30 °C	
Belegung	4 Personen/160 l/d	
Standort	Köln	
Ausrichtung	Süd, Dachneigung 45°	
Deckung	57,6 %	62,7 %
Trinkwasserbedarf		
Deckung gesamt	21,2 %	24,6 %
Systemnutzungsgrad	48,5 %	48,6 %

¹⁾ Die Beispielrechnung wurde mit dem Simulationsprogramm für thermische Solaranlagen TSO, unter obigen Randbedingungen durchgeführt.

Bild 7: Beispielsimulation für eine Einfamilienhausanlage zur Heizungsunterstützung mit Variation der Kollektorfläche

4 Installationshinweise und Praxistipps zur Fehlervermeidung

Zu den häufigsten Fehlerursachen gehören

- Falsche Wahl und Zusammenstellung der Komponenten
- Falsche Einregelung der Komponenten
- Fehlerhafte Befestigung oder Positionierung von Temperaturfühlern

Prinzipiell sollten deshalb vorkonfektionierte Systeme zum Einsatz kommen, deren Komponenten werkseitig aufeinander abgestimmt und die speziell für das Einsatzgebiet solare Heizungsunterstützung entwickelt wurden. Die Mitgliedsunternehmen des BDH verfügen hierbei über eine breite Palette bewährter Systeme.

Wenn sich durch bauliche Voraussetzungen oder Kundenwunsch die Notwendigkeit ergibt, vorhandene Komponenten mit neuen zu kombinieren, dann achten Sie auf eine sorgfältige Planung und nehmen Sie rechtzeitig Kontakt mit den Herstellern auf. Legen Sie besonderen Wert auf eine umfassende Dokumentation der Anlage und weisen Sie den Betreiber in die Funktionen ein.

Achten Sie bei der Inbetriebnahme von Speichern besonders auf eine exakte Einstellung der Bereitschaftstemperatur. Zu hohe Bereitschaftstemperaturen gehen auf Kosten des solaren Ertrages und bewirken verstärkten Kalkausfall.

5 Inspektion

Die Inspektion einer Solaranlage zur Heizungsunterstützung unterscheidet sich prinzipiell nicht von der einer Anlage zur Trinkwassererwärmung. Durch die verstärkte thermische Belastung der Komponenten kommt ihr jedoch eine größere Bedeutung zu. Besonders das Solarfluid muss regelmäßig überprüft werden. Versäumen Sie auf keinen Fall, Ihrem Kunden die Inspektion anzubieten.

Weitere Hinweise zur Inspektion von Solaranlagen entnehmen Sie bitte den Herstellerinformationen, dem BDH-Informationsblatt Nr. 34 „Betriebssicherheit thermischer Solaranlagen“ und dem BDH-Informationsblatt Nr. 44 „Thermische Solaranlagen – Dokumentation von Übergabe und Inspektion“.



Betriebsicherheit thermischer Solaranlagen

Für grundlegende und ergänzende Informationen beachten Sie bitte die BDH-Infoblätter Nr. 17 „Thermische Solaranlagen“ Teil 1, 2 und 3 sowie die BDH-Infoblätter Nr. 27 „Solare Heizungsunterstützung“ Teil 1 und 2.

Dieses BDH-Infoblatt legt den Schwerpunkt auf den Einfamilienhausbereich.

1 Einleitung

Thermische Solaranlagen sind Bestandteil moderner Heiztechnik und reduzieren den Verbrauch von fossiler Energie. Das schützt die Umwelt und senkt die Energiekosten. Der Trend geht dabei zu größeren Kollektorflächen; fast die Hälfte der neu gebauten Anlagen dient auch der Heizungsunterstützung. Moderne Kollektoren sind zudem sehr leistungsfähig: Handelsübliche Flachkollektoren erreichen auf dem Prüfstand Stillstandstemperaturen von deutlich über 200 °C, bei Vakuum-Röhrenkollektoren liegen sie über 260 °C.

Eine Besonderheit der Solartechnik ist die Energiequelle, denn die Energiezufuhr der Sonne – der „Brenner“ – lässt sich nicht abschalten. Ein Betriebszustand, bei dem die Kollektoren und Teile des Solarkreises bis zur Stillstandstemperatur erwärmt werden, ist daher normal.

Thermische Solaranlagen müssen grundsätzlich eigensicher ausgeführt sein, d. h., es müssen alle Betriebszustände eigenständig und ohne eingreifende Maßnahmen von außen durchlaufen werden können. Nur bei eigensicheren Solaranlagen ist der zuverlässige, störungsfreie Betrieb langfristig gewährleistet.

In der Praxis der vergangenen Jahre stellte sich heraus, welche Anlagenkonzepte besonders betriebsicher sind, wie sich Belastungen reduzieren und Probleme vermeiden lassen. Dieses Infoblatt fasst die Erfahrungen zusammen und zeigt auf, wie thermische Solaranlagen über 20 Jahre sicher betrieben werden können.

2 Stagnationsverhalten thermischer Solaranlagen

2.1 Anlagenstillstand bei Sonneneinstrahlung

Der Anlagenstillstand bei Sonneneinstrahlung, auch als Stagnation bezeichnet, führt zu einem Temperaturanstieg im Kollektor bis zur maximalen Temperatur, bei der Energiegewinn und -verlust einander die Waage halten. In den Kollektoren werden dabei Temperaturen erreicht, die in der Regel den Siedepunkt der Solarflüssigkeit überschreiten.

Ein Grund für den Anlagenstillstand bei Sonneneinstrahlung ist zumeist ein voller Speicher. Aber auch Stromausfall oder technische Defekte können Ursache der Stagnation sein. Die Dampfbildung im Kollektor gilt insofern als „normaler Betriebszustand“, und zwar unabhängig von der Kollektorart, von der Größe der Kollektorfläche und von der Betriebsweise (Heizungsunterstützung, Trinkwassererwärmung).

Das Konzept, mit hohem Druck im System den Zeitpunkt des Siedens und damit der Dampfbildung möglichst weit hinauszuschieben oder gar zu vermeiden, hat sich in der Praxis nicht bewährt und wird daher hier nicht weiter betrachtet.

Der Stagnationsfall führt zu Belastungen von Komponenten und Solarflüssigkeit:

- Dampfbildung im Kollektor und angrenzendem Solarkreis
- Beschleunigte Alterung der Solarflüssigkeit

2.2 Dampfvolumen

Die Dampfbildung im Kollektor wird nur dann zum Risiko, wenn das produzierte Dampfvolumen bei der Ausdehnung Anlagenkomponenten thermisch überlastet.

Es kommt daher darauf an, das Dampfvolmen möglichst gering zu halten. Die Menge des produzierten Dampfes ist u. a. abhängig von der Dauer des Siedens der Solarflüssigkeit. Je länger diese also während der Stagnation im Wärmeerzeuger (Kollektor) verbleibt, desto größer wird das Dampfvolmen (mehr dazu unter Punkt 3.1 Hydraulik).

Zudem muss sich die Dampfblase gezielt ausdehnen können, ohne dass es dabei zur thermischen Überlastung von Anlagenteilen kommt. Durch geeignete Dimensionierung und Anordnung der entsprechenden Komponenten wird die Dampfblbildung im Stagnationsfall ohne Folgen für die Funktionsfähigkeit der Anlage bleiben (mehr dazu unter Punkt 5.2 Membran-Druckausdehnungsgefäß und 5.3 Vorschaltgefäß).

2.3 Alterung der Solarflüssigkeit

Mit beginnender Dampfblbildung steigt der Druck im System stark an und infolgedessen steigt auch die Siedetemperatur des Solarfluids. Bei marktüblichen Gemischen auf Basis von Propylenglykol beginnt bei Überhitzung eine langsame Zersetzung (Herstellerangaben beachten). Je höher die Fluidtemperatur ist, desto schneller laufen diese Zersetzungsprozesse ab. Während der thermischen Belastung finden chemische Reaktionen statt, die zur Bildung von organischen Säuren führen. Die dem Fluid zugesetzten alkalischen Bestandteile neutralisieren diese Säuren, werden aber dadurch mit der Zeit verbraucht.

Eine zusätzliche Belastung des Wärmeträgers stellt in diesem Zusammenhang Sauerstoff dar. Dieser sorgt dafür, dass die Inhibitoren zur Säurepufferung beschleunigt abgebaut werden. Neben dem Luftsauerstoff, der bei der Befüllung eingetragen wird, sind hier auch Oxide von Verzunderungen im Solarkreis zu beachten. Zudem hat sich herausgestellt, dass auch Sauerstoffeintrag über Dichtungen nicht sicher ausgeschlossen werden kann (mehr dazu unter Punkt 4.3 Verbindungen).

Zunder als Sauerstoffquelle

Eine häufig unbeachtete Ursache für Sauerstoff im Solarkreis ist Zunder auf den Innenflächen von Kupferrohrleitungen, ggf. auch im Kollektor. Zum einen entsteht dieser Zunder beim Löten, zum anderen kann auch die Sonneneinstrahlung auf den leeren Kollektor zur Zunderbildung führen. Das ist dann der Fall, wenn der unbefüllte Kollektor ungeschützt, d. h. ohne Abdeckung über längere Zeit der Einstrahlung ausgesetzt ist. Lässt sich eine Zunderbildung nicht mit Sicherheit ausschließen, ist auf eine sorgfältige Beseitigung dieser Verunreinigungen beim Spülen zu achten (mehr dazu unter Punkt 6.1 Befüllen und spülen).

Im ungünstigen Fall treffen beide Belastungen – Überhitzung und Oxidation – zusammen. Die schützenden Bestandteile werden dann sehr rasch verbraucht, das Fluid überaltert. In der Folge wird die Solarflüssigkeit nicht nur korrosiv (Übersäuerung), es kommt auch zur Bildung von teerartigen Zersetzungsprodukten, die im Fluid nicht mehr löslich sind und so zu Verklebungen innerhalb des Solarkreises bis hin zur Zerstörung der Solaranlage führen.



Solarfluid: Ausgangszustand (pH 8,2) und rechts stark gealtert (pH 6,8)



Zerstörtes Solarfluid mit unlöslichen Zersetzungsprodukten

2.4 Gefahr erkannt, Gefahr gebannt

Eine gute Solarwärmanlage zeichnet sich durch einen auf das Gebäude abgestimmten Systemdruck, ein schnell entleerendes Kollektorfeld und durch eine konsequente Entlüftung des Solarfluids im laufenden Betrieb aus. In solchen Anlagen hat die Solarflüssigkeit eine sehr lange Lebensdauer.

Um den dauerhaft sicheren Betrieb sicherzustellen, muss der Alterungszustand der Solarflüssigkeit regelmäßig überprüft werden. Als Maß dafür hat sich in der Praxis der pH-Wert bewährt, der stets im alkalischen Bereich ($\text{pH} > 7,0$ – Herstellerangaben beachten) liegen muss. Oberhalb dieses Wertes ist das Korrosionsrisiko deutlich reduziert, darunter besitzt das Solarfluid keine ausreichende Korrosionsschutzwirkung mehr und muss ausgewechselt werden (mehr dazu unter Punkt 7.3 Solarflüssigkeit).

3 Kollektorfeld

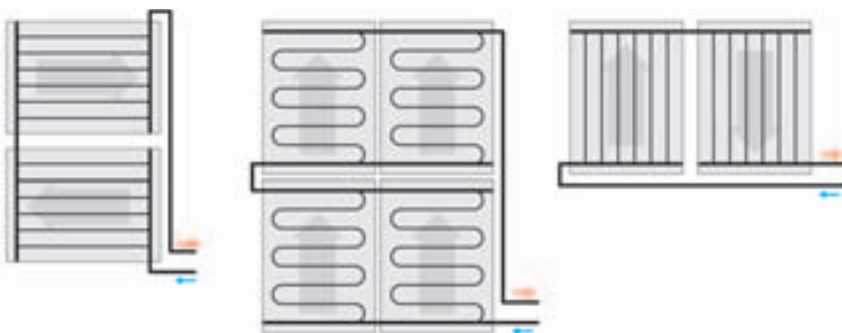
3.1 Hydraulik

Von entscheidender Bedeutung für das Verhalten der Anlage im Stagnationsfall ist die hydraulische Einbindung der Kollektoren in den Solarkreis. Grundsätzlich wird unterschieden in leer drückende und leer kochende Kollektorfelder.

In einem **leer drückenden Kollektorfeld** wird der Wärmeträger relativ schnell von der sich bildenden Dampfblase über die Vor- und Rücklaufleitung aus dem Kollektor gedrängt. Je schneller dieser Vorgang abläuft, desto geringer sind die thermische Belastung des Fluids und das entstehende Dampfvolumen mit entsprechend geringen Dampfreichweiten. Ist der Kollektor vollständig mit Dampf gefüllt, erwärmt er sich bis zur Stagnationstemperatur und bleibt in diesem Zustand bis die Einstrahlung abnimmt und die Dampfblase kondensiert.



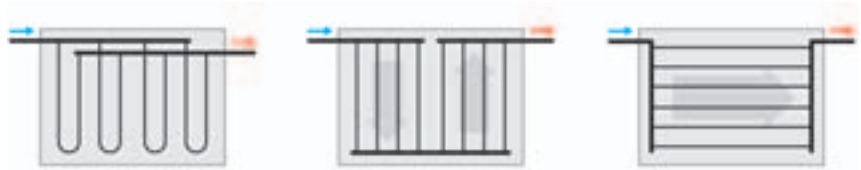
Prinzip: Leer drückender Kollektor.



Leer drückendes Kollektorfeld mit von Kollektoranschlüssen fallenden Rohrleitungen

Das verdrängte Volumen aus dem Kollektor und den unmittelbaren Anschlussleitungen wird vom Membran-Druckausdehnungsgefäß (MAG) aufgenommen und bei Kondensation der Dampfblase wieder in den Solarkreis zurückgedrückt. Die Anlage ist somit wieder betriebsbereit.

Im Gegensatz dazu wird bei einem **leer kochenden Kollektorfeld** der Wärmeträger nicht (vollständig) von der Dampfblase aus dem Kollektor gedrängt, sondern kann nur als Dampf den Kollektor verlassen, d. h. er kocht entsprechend lange vor sich hin. Bei Verwendung von glykolhaltigen Wärmeträgern kommt es aufgrund des höheren Siedepunktes des Glykols zur Aufkonzentration mit immer weiter ansteigendem Siedepunkt und entsprechend zunehmender thermischer Belastung des Fluids. Zudem ist bei leer kochenden Kollektorfeldern das maximale Dampfvolumen deutlich größer als bei leer drückenden Kollektorfeldern.



Prinzip: Leer kochender Kollektor.



Leer kochendes Kollektorfeld mit von Kollektoranschlüssen steigenden Rohrleitungen

Werden jedoch gute, leer drückende Kollektoren ungünstig hydraulisch eingebunden, so bilden sich „Flüssigkeitssäcke“, aus denen während der Stillstandsphase ständig Fluid in den Kollektor fließen und dort neuen Dampf bilden kann. Je konsequenter die hydraulische Einbindung der Kollektoren (fallende Rohrleitung) ein Leerdrücken ermöglicht, desto geringer sind die Belastungen für das System.

Alternative Wärmeträger

In der Praxis hat sich der Einsatz von Propylenglykol-Wasser-Gemischen als Wärmeträger bewährt und weitestgehend im Markt durchgesetzt. Vereinzelt werden aber auch Alternativen angeboten:

Thermoöl

Temperaturbeständige Öle bieten unter dem Aspekt der thermischen Belastbarkeit zwar Vorteile, sie sind aber in der praktischen Anwendung schwerer zu handhaben. Zudem haben sie eine geringere Wärmekapazität als Propylenglykol-Wasser-Gemische und kosten deutlich mehr.

Wasser

Systeme, die Wasser als Wärmeträgermedium verwenden, müssen den Frostschutz durch Wärmeeintrag sicherstellen, d. h. im Frostfall müssen gefährdete Bereiche mit durchströmendem Wasser beheizt werden. In Bezug auf Dampfbildung ist mit vergleichbaren Risiken für thermisch sensible Komponenten zu rechnen.

Ionische Flüssigkeiten

Versuche mit ionischen Flüssigkeiten (Salzlösungen) haben zu keinen befriedigenden Ergebnissen geführt und gelten als nicht praxistauglich.

3.2 Entlüfter

Kann im Bereich der Kollektoren nicht auf einen Entlüfter verzichtet werden, wird ein Luftabscheider mit Handentlüfter (thermisch belastbar) empfohlen. Der Einsatz von Automatikentlüftern ist nur dann zulässig, wenn sie entsprechend temperaturbeständig sind und nach Inbetriebnahme der Anlage mit einem geeigneten Absperrorgan verschlossen werden, um Dampfaustritt zu verhindern.

Für die notwendige regelmäßige Entlüftung muss der Handentlüfter bzw. der Absperrhahn kurzzeitig geöffnet werden. Bei schlechter Zugänglichkeit sind Entlüfter an dieser Stelle daher nicht empfehlenswert.

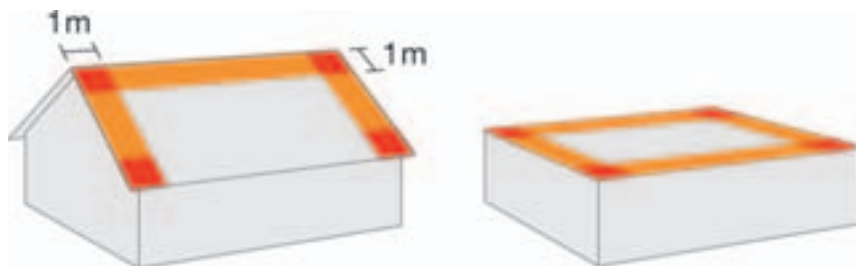
Weitere Informationen zum Thema Entlüftung finden Sie unter den Punkten 5.5 Luftabscheider und 6.4 Entlüften.

3.3 Statik

Grundsätzlich gilt: Der Fachhandwerker übernimmt mit der Errichtung der Solaranlage die Verantwortung dafür, dass die Kombination aus Anlage und Dach den statischen Anforderungen entspricht und dass die Dachhaut ihre Schutzfunktion uneingeschränkt behält.

Die statischen Anforderungen an die Kollektorbefestigung sind in der DIN 1055 detailliert beschrieben. Hier finden sich u. a. die spezifischen Daten zu den Lastannahmen, die bei der Befestigung von Kollektoren zu berücksichtigen sind, wie z. B. die Schnee- und Windlastzonen. Die Objekt-spezifischen Lastannahmen bilden die Voraussetzung für ein geeignetes Befestigungskonzept und sind bei der Bestellung der Komponenten zu berücksichtigen.

Besonders in Eck- und Randbereichen von Dächern jeglicher Form ist die Montage von Kollektoren mit Standard-Befestigungssystemen nicht zulässig. Die dort auftretenden Windlasten (Sog und Druck) sind deutlich höher als im übrigen Dachbereich und übersteigen die statischen Belastungsgrenzen von Standard-Befestigungssystemen. Als Mindestabstand zum äußeren Dachrand gilt für das Kollektorfeld ein Meter. Wenn dieser Mindestabstand nicht eingehalten werden kann, muss das notwendige Befestigungssystem in Absprache mit dem Hersteller bzw. Lieferanten gewählt werden.



Mindestabstand des Kollektorfeldes vom Dachrand 1 Meter (Ausnahme: Traufbereich bei geneigten Dächern)

Bei der Montage von Kollektoren auf Dächern ist sicherzustellen, dass das Dach die zusätzliche Last (Kollektor plus Befestigungssystem) an der vorgesehenen Stelle tragen kann. Das gilt insbesondere für die Flachdachmontage bei der Verwendung eines Ballastbefestigungssystems.

Zudem ist auf den Schutz der äußeren Dachhaut zu achten. Das gilt sowohl für die direkte Montagefläche der Kollektoren als auch für die sonstigen, von den Arbeiten betroffenen Bereiche. Neben der Regendichtheit muss auch die Wind- und Luftdichtheit der Gebäudehülle uneingeschränkt erhalten bleiben. Das bedeutet, dass nach der Verlegung der Solarkreisverrohrung z. B. das durchdrungene Unterdach bzw. die Unterspannbahn oder auch eine Luftdichtheitsebene mit Dampfsperre im Innenbereich nach Abschluss der Montage wieder sorgfältig anzuarbeiten sind.

3.4 Korrosion

Um die statischen Anforderungen an das Befestigungssystem ausreichend zu berücksichtigen, muss Korrosion dauerhaft vermieden werden. Nicht korrodierende Befestigungsmaterialien, wie z. B. Aluminium (ggf. seewasserfest) oder Edelstahl, bieten hier ausreichende Sicherheit. Werden aber verzinkte Komponenten (z. B. Gestelle) eingesetzt, ist auf die Unversehrtheit der Oberfläche zu achten. Die Nachbearbeitung von verzinkten Bauteilen (z. B. bohren oder sägen) auf der Baustelle zerstört deren Korrosionsschutz und ist auch durch Aufbringen von Schutzfarben nicht wieder ausreichend herzustellen. Wenn die Nachbearbeitung nicht vermeidbar ist, müssen diese Stellen regelmäßig überprüft und ggf. gewartet werden.

Schrauben, Scheiben und Muttern aus verzinktem Stahl sind in der Regel nicht geeignet für die Befestigung von Kollektoren, denn die oberflächliche Schutzschicht wird bei der Verarbeitung beschädigt. Das führt schon kurzfristig zur Rostbildung, die die Befestigung beeinträchtigt: Verrostete Schrauben lassen sich nicht lösen, weggerostete U-Scheiben führen zu lockeren Verbindungen.



Korrosion ist zu vermeiden

Korrosionsschutz ist regelmäßig zu überprüfen

Das Korrosionsrisiko gilt nicht nur für den Außenbereich, auch unter der Dacheindeckung muss mit Feuchtigkeit gerechnet werden, die besonders beim Kontakt unterschiedlicher Materialien zu Korrosionsproblemen führt (Kontaktkorrosion).

3.5 Asbestdächer

Für Arbeiten an Dächern, die mit Asbestzementplatten eingedeckt sind, gilt in Deutschland die TRGS 519 (Technische Regeln für Gefahrstoffe: Asbest). Sie dürfen demnach nur von Unternehmen durchgeführt werden, die von den Behörden der jeweils zuständigen Bundesländer zur Durchführung dieser Arbeiten zugelassen worden sind. Bei der Kollektormontage sind zudem die Vorschriften der einzelnen Bundesländer einzuhalten.

3.6 Blitzschutz

Die einschlägigen Regeln für den Blitzschutz finden sich in der DIN EN 62305 Teil 3 / VDE 0185-305-3 (Blitzschutz, Schutz von baulichen Anlagen und Personen) und im Beiblatt 2 (Photovoltaik- und Solarthermie-Anlagen). Die Anforderungen an den Blitzschutz richten sich nach der Blitzschutzklasse des jeweiligen Gebäudes und müssen bei der Planung und Installation thermischer Solaranlagen berücksichtigt werden.

Ist auf einem Gebäude eine Blitzschutzanlage als äußerer Blitzschutz vorhanden, sind die Kollektoren und deren Befestigung so in diesen zu integrieren, dass auch das Kollektorfeld vor einem direkten Blitzeinschlag geschützt ist. Dazu muss sich die gesamte Kollektorfläche innerhalb der Maschen der Blitzschutzanlage befinden, wobei nach allen Seiten ein Sicherheitsabstand von ca. 0,5 m vom Kollektorfeld zu den ableitenden Teilen der Blitzschutzanlage einzuhalten ist. Die genaue Berechnung dieses Trennungsabstandes ist der DIN EN 62305 Teil 3 zu entnehmen. Kann der Trennungsabstand aus baulichen Gründen nicht eingehalten werden, so sind die Kollektoren und deren Befestigung auf kürzestem Weg mit den ableitenden Teilen zu verbinden (Cu-Kabel mit mindestens 16 mm²).



Trennungsabstand bei vorhandener Blitzschutzanlage mind. 0,5 Meter.

Wenn die Blitzschutzanlage veraltet und nicht mehr normgerecht ist, erlischt aufgrund der Montage der Kollektoren der bis dahin geltende Bestandsschutz. In diesem Fall muss das Blitzschutzkonzept bzw. die Blitzschutzanlage komplett überarbeitet werden

Zum Schutz des Kollektorfühlers gegen induzierte Überspannungen kann eine Überspannungsschutzdose eingesetzt werden. Bei ortsnahen Blitzen können in der Fühlerleitung Spannungsspitzen induziert werden, die zur Zerstörung des Fühlers führen. Mithilfe von Schutzdioden werden diese Überspannungen auf einen unschädlichen Wert begrenzt. Das Gehäuse ist üblicherweise als Aufputzdose ausgeführt und dient gleichzeitig der ordnungsgemäßen Verbindung zwischen Kollektorfühler und weiterführender Fühlerleitung.

Um den Regler vor Überspannungen aus dem Netz zu schützen, ist auf Konzepte zurückzugreifen, die zum Schutz empfindlicher Geräte (z. B. Computer oder Fernseher) entwickelt wurden (Grob-/Mittel-/Feinschutz). Die Rohrleitungen des Solar- kreises sind in jedem Fall mit der Hauptpotenzialausgleichsschiene zu verbinden (Cu-Kabel mit mindestens 16 mm²).

4 Solarkreisverrohrung

4.1 Wärmedehnung

Bei der Verlegung und Befestigung der Rohre des Solarkreises ist die Wärmedehnung aufgrund des großen Temperaturunterschiedes zu beachten, der für Solaranlagen bei 200 K (-25 °C bis > 175 °C) liegt. Für üblicherweise verwendetes Kupferrohr muss eine Wärmedehnung von 3,4 mm pro Meter berücksichtigt werden. Das gilt auch im Kollektorfeld, wenn mehrere Kollektoren mit durchgehenden Sammelleitungen fest miteinander verbunden werden. Hier sind ggf. Maßnahmen zur Kompensation erforderlich.

4.2 Dämmung

Für die Dämmung des Solarkreises ist nur Material mit einer hohen thermischen Belastbarkeit (mindestens 150 °C) einzusetzen. Wird thermisch belastbares Dämmmaterial aus EPDM-Kautschuk eingesetzt, so ist eine kurzfristige Überschreitung der zulässigen Temperatur dieses Materials im Stagnationsfall akzeptabel. Denn es stellt keine Gefahr für den Anlagenbetrieb dar, sondern führt nur zu einer leichten Verkrustung auf der Innenseite (bräunliche Verfärbung) der Dämmung und zu einer geringen Abnahme der Dämmwirkung.

Die Dämmung des Solarkreises ist zudem im Außenbereich gegen Feuchtigkeit, UV-Strahlung und Kleintierverbiss zu schützen. Entweder muss ein entsprechender Schutz zusätzlich erstellt werden oder das Dämmmaterial muss so beschaffen sein, dass der Schutz gewährleistet ist.



Biss- und Pickspuren



Fehlende UV-Beständigkeit

4.3 Verbindungen

Für die Rohrverbindungen im Solarkreis sind am besten metallische Dichtsysteme (konische bzw. Klemm-/Schneidring-Verschraubungen) geeignet. Werden andere Dichtungen (Flachdichtungen, Dichtringe etc.) verwendet, so muss eine ausreichende Glykol-, Druck- und Temperaturbeständigkeit gegeben sein. Teflon ist aufgrund fehlender Glykolbeständigkeit ungeeignet. Hanf ist weitestgehend zu vermeiden, da eingehanfte Verbindungen nicht ausreichend gasdicht sind.

Bei allen nicht metallischen Dichtungen muss mit Diffusion von Luft gerechnet werden, da diese zwar wasserdicht (von innen nach außen), nicht aber gasdicht (von außen nach innen) sind. Gase diffundieren stets in Richtung der geringeren Konzentration, d. h. durch die Dichtungen hindurch in das Solarfluid. Auch wenn es sich jeweils nur um geringe Mengen handelt, wird je nach Anzahl der „Undichtheiten“ eine entsprechende Menge Luftsauerstoff in das Solarfluid transportiert. Die physikalische Grenze dieser Diffusion ist die temperatur- und druckabhängige Sättigung der Solarflüssigkeit, die jedoch unerwünscht ist und über permanente Entlüftung verhindert wird.

4.4 Fühlerkabel

In Zusammenhang mit der Solarkreisverrohrung sind ebenso der Fühler und das Fühlerkabel sorgfältig zu verlegen, zu befestigen und zu schützen. Es ist zu beachten, dass Kleintiere Kabel beschädigen können (vgl. Zündkabel im Auto), was im Falle des Kollektorfühlers zu einem Anlagenausfall führen würde.



Bissspuren am Fühlerkabel



Fühlerkabel nicht befestigt

Als Fühlerleitung zwischen Kollektorfühler und Regler sind nur geeignete Kabel zu verwenden. Dabei sind die Hinweise des Reglerherstellers zu beachten, die üblicherweise der Bedienungsanleitung zu entnehmen sind.

5 Solarstation

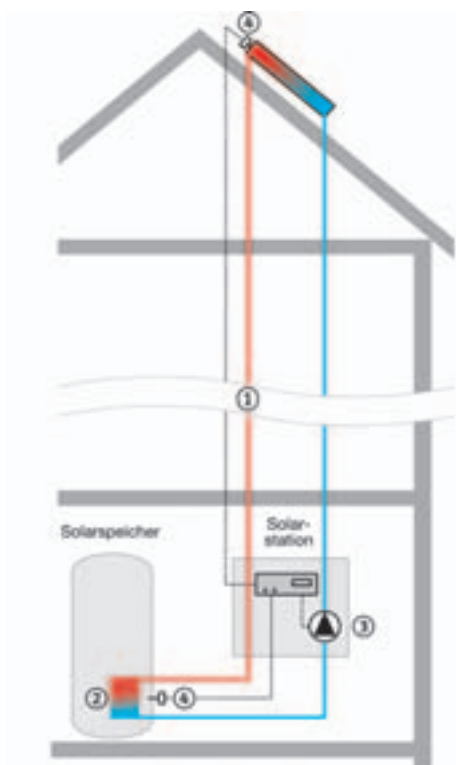
Marktübliche Solarstationen werden in verschiedenen Standardgrößen als wärmedämmte Einheiten mit allen notwendigen Komponenten geliefert und reduzieren den Montageaufwand auf ein Minimum. Es ist jedoch zu beachten, dass die Solarstation im Auslieferungszustand noch nicht betriebsbereit ist, sondern stets an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden muss (Pumpe, Regler, MAG).

5.1 Reglereinstellungen

Die „Schaltzentrale“ der thermischen Solaranlage ist der Regler und wird vom Hersteller mit Standardeinstellungen geliefert. Die einzelnen Regelparameter müssen für den ordnungsgemäßen Betrieb auf die jeweilige Anlage eingestellt werden. Dabei sind grundsätzlich die Herstellerunterlagen zu berücksichtigen.

Bei der Einstellung der Ein- und Ausschaltwerte der Solarpumpe sind die zu erwartenden Wärmeverluste im Solarkreis zu berücksichtigen. Im durchschnittlichen Einfamilienhaus sind Verluste im Solarkreis vom 2–3 K durchaus normal, d. h. die Schaltwerte müssen deutlich über diesem Wert liegen. Unter Berücksichtigung von Messtoleranzen und des Energiebedarfs für die Solarpumpe sollte die Einschalt-Temperaturdifferenz in diesem Fall bei mindestens 6–7 K liegen, um einen realen Energiegewinn zu erzielen.

Der Unterschied zwischen Ein- und Ausschaltwert (Hysterese) muss so hoch (> 2 K) sein, dass ein Takten der Pumpe vermieden wird, bei dem die Wärme aus dem Kollektor gar nicht bis in den Speicher gelangt.



① Verluste im Solar-Vorlauf	2–3 K
② Minimale Temperaturdifferenz am Wärmetauscher	2–3 K
③ Berücksichtigung des Energiebedarfs der Solarpumpe	≈ 1 K
④ Berücksichtigung von Messtoleranzen der Speicher- und Kollektorfühler	≈ 1 K
Einschalt-Temperaturdifferenz	≈ 6–8 K

Einflussgrößen für den Solarregler

Ein weiterer anzupassender Parameter ist die Temperaturbegrenzung im Speicher. Eine hohe Maximaltemperatur im Speicher (z. B. 80 °C) erhöht dessen Kapazität und reduziert damit den Nachheizbedarf. In diesem Fall muss mit einem thermostatischen Mischer die Temperatur im Warmwassernetz begrenzt werden.

Eine niedrige Maximaltemperatur im Speicher (< 60 °C) ist als „Verbrühschutz“ nicht zu empfehlen, denn dadurch reduziert sich die Kapazität des Speichers und es erhöht sich der Nachheizbedarf. Zudem nehmen die Stagnationszeiten deutlich zu, mit den entsprechenden Belastungen für die Anlage.

In Regionen mit sehr hartem Wasser kann die Begrenzung auf 60 °C jedoch als Verkalkungsschutz notwendig sein. In diesem Fall ist das Anlagenkonzept den Bedingungen anzupassen (z. B. größerer Speicher, kleinerer Kollektor, häufigere Inspektion).

Viele Regler bieten daneben Zusatzfunktionen, wie z. B. Urlaubs- oder Kühlschal-tungen an. Diese Zusatzfunktionen verringern die Stagnationsbelastungen, sie entbinden aber nicht von der Pflicht zur sorgfältigen Berücksichtigung des Sta-gnationsfalls mit den dazu beschriebenen Maßnahmen. Die Stagnationszeiten werden nur reduziert, aber eben nicht vermieden. (Beachten Sie dazu auch das BDH-Informationsblatt Nr. 27 Teil 2.)

5.2 Membran-Druckausdehnungsgefäß (MAG)

Das MAG gleicht die Volumenänderungen des Wärmeträgers im Solarkreis aus. Das geringste Volumen erreicht der Wärmeträger im kalten Zustand – bei Außen-temperaturen von –25 °C und nicht etwa bei der Befülltemperatur von z. B. +20 °C. Um diesen Volumenunterschied auszugleichen, muss der Vordruck im MAG bei Inbetriebnahme um mindestens 0,3 bar niedriger als der Anlagenbe-triebsdruck eingestellt werden.

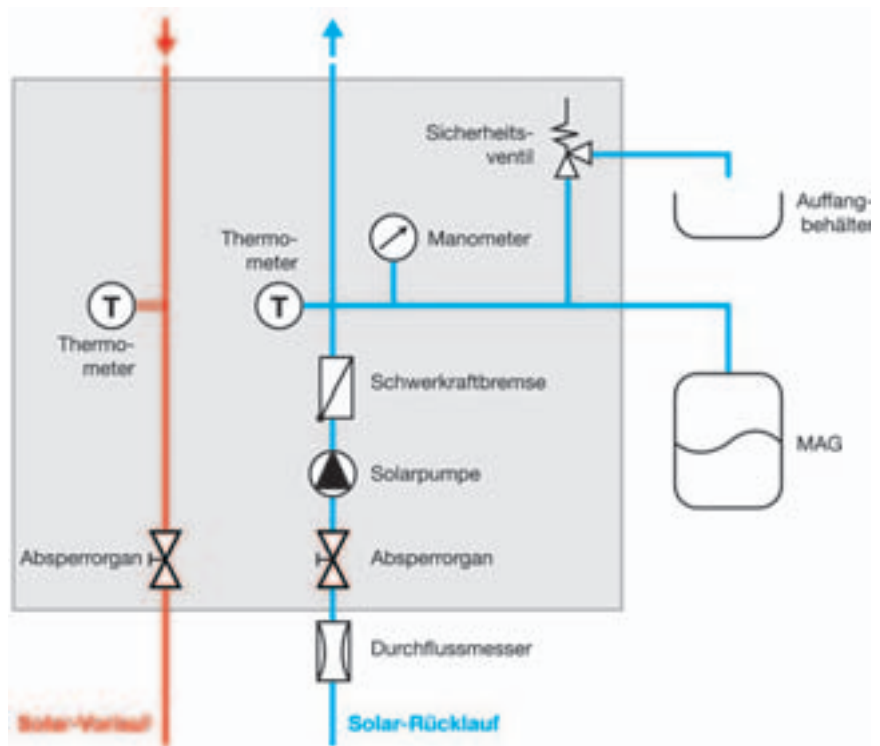
Das Nutzvolumen des MAG muss so groß sein, dass es neben der vergleichsweise geringen Wärmeausdehnung des flüssigen Wärmeträgers vor allem das Volumen der Bereiche aufnehmen kann, die im Stagnationsfall mit Dampf gefüllt sind (Kol-lektor, Teile der Solarkreisleitung).

Eine überschlägige Auslegungsregel findet sich in Teil 2 des BDH-Informationsblattes Nr. 17, Punkt 4.4. Wichtig ist aber, dass im Zweifelsfall stets die größere Variante

gewählt wird, denn ein (etwas) zu kleines MAG führt im Stagnationsfall zum Ansprechen des Sicherheitsventils mit entsprechend weitläufigen Folgen.

Der Vordruck des MAG im Auslieferungszustand darf nicht ungeprüft übernommen, sondern muss für das jeweilige Objekt sorgfältig eingestellt werden. Für eine ggf. notwendige Druckerhöhung darf keine Luft verwendet werden, sondern nur Stickstoff. Der Sauerstoff aus der Luft führt nicht nur im MAG zu Korrosion, er diffundiert auch durch die Membran in die Solarflüssigkeit. Das führt zu sinkendem Anlagendruck bzw. Vordruck im MAG und beschleunigt die Alterung des Solarfluids (mehr dazu unter Punkt 6.3 Druckverhältnis).

Im Gegensatz zur im Heizungsbau üblichen Einbaulage des MAG in Fließrichtung vor der Pumpe (saugseitig), hat sich bei kleinen und mittleren thermischen Solaranlagen der Einbau auf der Druckseite durchgesetzt. Das MAG wird also hinter der Pumpe in den Solarkreis hydraulisch eingebunden. Dabei muss beachtet werden, dass sich die Schwerkraftbremse in Fließrichtung vor dem MAG befindet, damit die Solarflüssigkeit im Stagnationsfall auch über die Rücklaufleitung in das MAG gedrückt werden kann. Es ist darauf zu achten, dass die Schwerkraftbremse entweder ausreichend vom Abzweig zum MAG entfernt oder für Temperaturen über 110 °C geeignet ist.

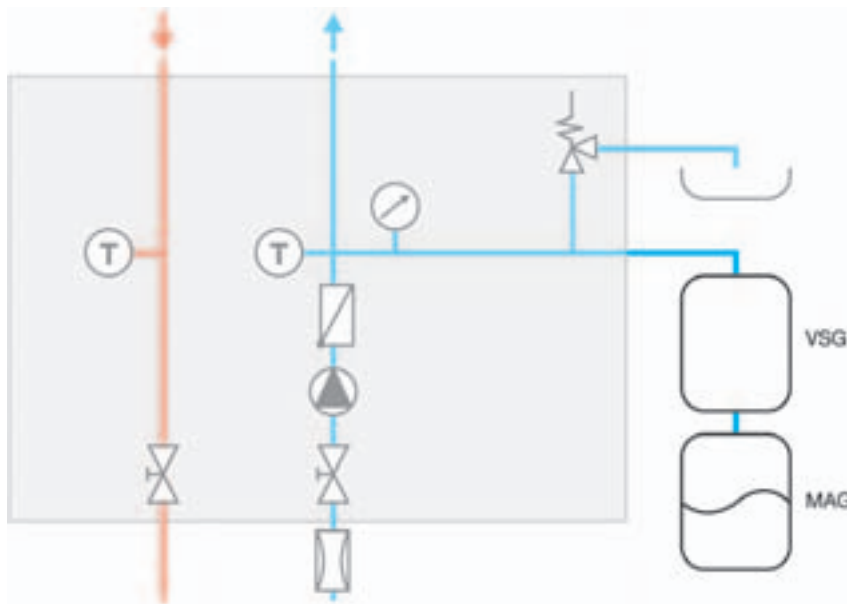


Einbaulage MAG – Sicherheitsventil – Schwerkraftbremse – Solarpumpe

5.3 Vorschaltgefäß (VSG)

Die maximal zulässige Temperatur des MAG wird von der Membran bestimmt und liegt in der Regel bei 70 °C. Wenn nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann, dass das Fluid mit höherer Temperatur oder sogar Dampf das MAG erreicht, ist ein VSG in der Stichleitung vor dem MAG zu installieren. Das ist erfahrungsgemäß der Fall bei Gesamtröhrlängungen von weniger als 20 m, wie sie z. B. bei Dachheizzentralen üblich sind.

Als Orientierung für das Volumen des VSG wird auf die Herstellerangaben verwiesen.



Einbaulage VSG – MAG.

5.4 Sicherheitsventil

Der Vordruck des MAG, der Anlagenbetriebsdruck und der Ansprechdruck des Sicherheitsventils im Solarkreis ergeben im Zusammenspiel die geforderte Sicherheit. Das Sicherheitsventil muss für thermische Solaranlagen und für den eingesetzten Wärmeträger sowie für den Temperaturbereich geeignet sein. Der Ansprechdruck des Sicherheitsventils muss 10 % über dem maximalen Anlagenbetriebsdruck liegen, bei weiteren 10 % muss es dann voll geöffnet sein (DIN 3320).

Für die Dimensionierung muss die maximale Leistung der Kollektorfläche ($\eta_0 \cdot 1000 \text{ W} \cdot \text{m}^2$) herangezogen werden, um sicherzustellen, dass der daraus resultierende Durchfluss das Ventil passieren kann.

Am Auslauf des Sicherheitsventils ist zudem eine temperaturbeständige Ablaufleitung mit ausreichender Nennweite zu installieren, die in einen thermisch belastbaren Behälter mündet, der mindestens den doppelten Kollektorkinhalt aufnehmen kann. Wird der mitgelieferte Fluidbehälter (PE) verwendet, so ist durch eine ausreichend bemessene Wasservorlage (einfacher Kollektorkinhalt) der thermische Schutz des Behälters vorzusehen.

5.5 Luftabscheider

Für den langfristig sicheren Betrieb einer thermischen Solaranlage ist eine permanente Entlüftung des Solarkreises notwendig.

Rein physikalisch gilt: Je höher die Temperatur des Fluids ist und je geringer der Druck, desto schneller treten die Luftanteile (gelöste Gase, Mikroblasen) aus. Am Kollektorausstritt bzw. an der höchsten Stelle dahinter trifft beides zusammen. Aspekte der solarthermischen Praxis sprechen aber gegen Entlüftung an dieser Stelle (vgl. Punkt 3.2 Entlüfter).

Da ab einer Strömungsgeschwindigkeit von 0,4 m/s (Selbstentlüftungsgeschwindigkeit) die ausgetretenen Luftanteile vom Fluidstrom mitgerissen werden, kann auch an tiefer gelegenen Stellen ausreichend sicher entlüftet werden. In der Praxis hat sich dafür die Luftabscheidung im Bereich der Solarstation bewährt. Dabei wird im Vorlauf des Solarkreises (vor dem Wärmetauscher) eine Luftflasche oder ein Lufttopf (Mikroblasenabscheider) integriert, der permanent aus dem durchströmenden Solarfluid die Luftanteile „herausfiltert“. Ist eine Dampfausdehnung im Stagnationsfall bis dorthin mit Sicherheit auszuschließen, kann zur Ausleitung der Luft ein Automatikentlüfter eingesetzt werden. Im anderen Fall wird ein thermisch belastbarer Handentlüfter verwendet, der regelmäßig geöffnet werden muss.



Luftflasche für senkrechten Einbau



Lufttopf für waagerechten Einbau

5.6 Schutz vor thermischer Überlastung

Die Komponenten und Armaturen im Rücklauf der Solarstation sind für Temperaturen über 110 °C nicht geeignet. Um sie vor thermischer Überlastung im Stagnationsfall zu schützen, werden sie in Fließrichtung vor der Schwerkraftbremse angeordnet. Dabei muss sichergestellt sein, dass sie ausreichend vom Abzweig zum MAG entfernt sind.

6 Inbetriebnahme

Im Rahmen der Inbetriebnahme wird der Solarkreis befüllt, gespült und abgedrückt. Aufgrund der großen Relevanz für die Betriebssicherheit der Anlage ist auf sorgfältige Durchführung dieser Arbeitsschritte zu achten. Während der Durchführung darf der Kollektor keine Wärme liefern, d. h., der Kollektor muss entweder abgedeckt oder die Einstrahlung entsprechend gering sein. Generell werden die Arbeiten nur mit dem Wärmeträgermedium durchgeführt.

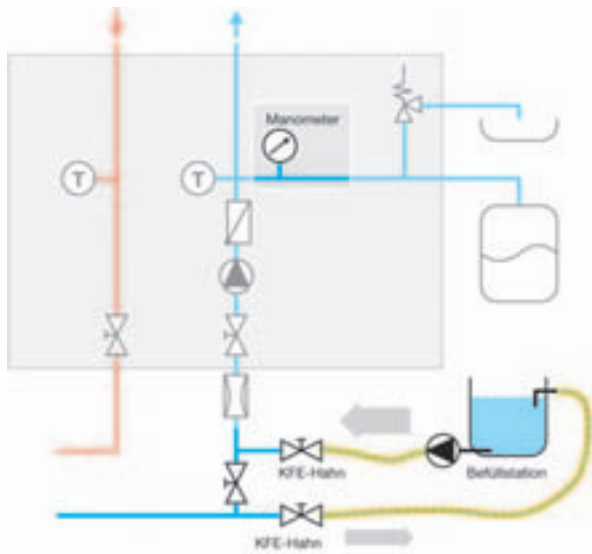
6.1 Befüllen und spülen

Werden bei der Befüllung Pumpen mit geringer Leistung verwendet, muss die Luft an der/den höchsten Stelle/n entweichen können. Dafür sind Handentlüfter in rein metallener Ausführung bestens geeignet. Allerdings wird dann bei der Befüllung eine zweite Person benötigt, die den Entlüfter verschließt, sobald Fluid austritt. Alternativ können thermisch belastbare Automatikentlüfter mit Absperrorgan eingesetzt werden, die dann aber für die Druckprobe und erneut nach Inbetriebnahme verschlossen werden müssen.

Besser bewährt in der Praxis hat sich eine Spül- und Befüllereinheit mit einer leistungsstarken Pumpe und großvolumigem Vorratsbehälter. Dabei kann auf eine Entlüftung an höchster Stelle verzichtet werden. Entscheidend ist, dass in waagerechten und fallenden Abschnitten des Solarkreises die Strömungsgeschwindigkeit größer als 0,4 m/s ist, um die Lufteinschlüsse mit der Strömung mitreißen zu können.

Um eine starke Verschäumung des Solarfluids zu verhindern, empfiehlt es sich, zunächst mit gedrosseltem Volumenstrom das Leitungssystem langsam zu füllen und dann schrittweise zu erhöhen. Auch beim Rückfließen in den Befüllbehälter ist darauf zu achten, dass möglichst keine Verwirbelungen entstehen. Der Flüssigkeitsstand oberhalb des Rücklauf- bzw. Vorlaufstutzens sollte jederzeit so hoch sein, dass im Behälter eine ruhige Oberfläche entsteht.

Vorsicht bei Objekten mit großer statischer Höhe! Es kann sich an hoch gelegenen Stellen aufgrund der dahinter fallenden Wassersäule ein Unterdruck bilden. Dadurch sinkt der Siedepunkt des Fluids stark ab und es kann trotz geringer Temperatur zur Dampfbildung kommen, sodass die Anlage nicht korrekt befüllt werden kann. Abhilfe schafft hier die Drosselung des Auslaufs am KFE-Hahn. Der austretende Volumenstrom wird dabei so weit reduziert, dass stets der erforderliche Anlagenbetriebsdruck am Manometer erhalten bleibt.



Drosselung des Auslaufs am KFE-Hahn

Ist der gesamte Solarkreis inkl. der Kollektoren mit Wärmeträger gefüllt, muss durch intensives Spülen (Strömungsgeschwindigkeit $> 0,4 \text{ m/s}$) sichergestellt werden, dass alle Verunreinigungen (Zunder, Späne etc.) und Lufteinschlüsse entfernt sind. Der Spülvorgang muss erfahrungsgemäß mindestens 20 Minuten dauern, um alle Verunreinigungen und Lufteinschlüsse herauszuspülen.

6.2 Abdrücken

Für die Druckprobe hat sich in der Praxis folgendes Verfahren bewährt:

- Ggf. vorhandene Automatikentlüfter sind abzusperren.
- Der Solarkreis (inkl. Kollektoren) wird anschließend mit Solarflüssigkeit befüllt, bis der Druck 90 % des maximalen Anlagenbetriebsdrucks (Ansprechdruck des Sicherheitsventils minus 10 %) beträgt.
- Dieser Druck wird mindestens 30 Minuten gehalten. (Hinweis: Glykolgemische verhalten sich bei Leckagen deutlich träger als Wasser.)
- Abschließend wird die Leckkontrolle von Verschraubungen und Löt- bzw. Pressverbindungen durchgeführt.
- MAG und Sicherheitsventil bleiben während der Druckprobe integriert.

Ist die Druckprobe positiv verlaufen, wird zunächst entlüftet und dann durch Ablassen von Solarfluid der Druck bis zum Fülldruck der Anlage reduziert (mehr dazu unter Punkt 6.3 Druckverhältnis).

Im anderen Fall wird das Solarfluid soweit abgelassen, dass die Nacharbeiten durchgeführt werden können. Anschließend wird die Druckprobe wiederholt.

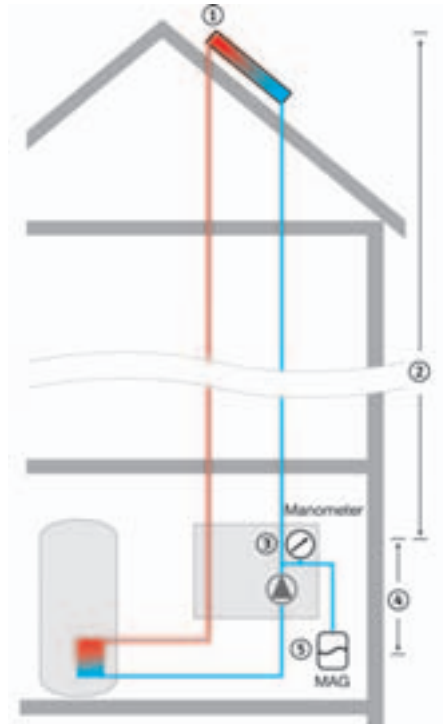
6.3 Druckverhältnis

Als richtiges Maß für den Anlagenbetriebsdruck gilt, dass an der höchsten Stelle des Systems in kaltem Zustand ein Überdruck von $0,7\text{--}1,5 \text{ bar}$ herrscht (Herstellerangaben beachten). Der Anlagenbetriebsdruck an der Solarstation beträgt also diese $0,7\text{--}1,5 \text{ bar}$ zuzüglich je $0,1 \text{ bar}$ pro Meter statischer Höhe zwischen Manometer (Solarstation) und höchstem Anlagenpunkt.

Aufgrund der nach Inbetriebnahme noch austretenden Luft muss der Fülldruck etwas höher (Praxiswert $+0,1 \text{ bar}$) sein als der Anlagenbetriebsdruck (Herstellerhinweise beachten).

Der Vordruck im MAG wird für die notwendige Wasservorlage mindestens $0,3 \text{ bar}$ niedriger eingestellt als der Anlagenbetriebsdruck. Dabei ist der eventuelle Höhenunterschied zwischen dem Manometer und dem MAG zu berücksichtigen. Wird das MAG z. B. einen Meter unterhalb des Manometers installiert, so muss der Vordruck im MAG auf den an dieser Stelle wirkenden Anlagenbetriebsdruck ($+0,1 \text{ bar}$) abgestimmt werden, d. h., der Vordruck muss dann nur $0,2 \text{ bar}$ niedriger sein als das Manometer anzeigt.

Dieses abgestimmte Druckverhältnis zwischen Fülldruck, Anlagenbetriebsdruck und Vordruck im MAG ist eine Voraussetzung für den langfristig sicheren Betrieb einer Solaranlage.



① Systemüberdruck an höchster Stelle	0,7–1,5 bar
② Zuschlag pro Meter statischer Höhe	+ 0,1 bar/m
③ Anlagenbetriebsdruck (Manometer)	_____ bar
Anlagenbetriebsdruck	_____ bar
Füllreserve für Entlüftung	+ 0,1 bar
Fülldruck	_____ bar
Anlagenbetriebsdruck	_____ bar
Abzug für Wasservorlage	-0,3 bar
④ Zuschlag pro Meter Höhen- differenz Manometer – MAG	+0,1 bar/m
⑤ Vordruck MAG	_____ bar

Druckverhältnis im Solarkreis in Abhängigkeit von der statischen Höhe.

Wird der Anlagenbetriebsdruck zu gering eingestellt oder sinkt er aufgrund von Undichtheiten oder Entlüftung etwas ab, kann es zum partiellen Sieden von Solarflüssigkeit während des Betriebs der Anlage kommen. Besonders gefährdet sind die Bereiche mit hoher Temperatur und mit Druckabfall im Vorlauf des Kollektorfeldes bzw. am höchsten Punkt des Solarkreises. Eine Dampfblase an dieser Stelle wird den Durchfluss reduzieren oder sogar ganz unterbrechen. Zudem tritt bei niedrigem Anlagenbetriebsdruck stagnationsbedingte Dampfblasebildung sehr viel häufiger auf.

6.4 Entlüften

Bei der Inbetriebnahme muss auf eine sorgfältige Entlüftung geachtet werden. Aus dem vorher eingefüllten Solarfluid treten üblicherweise noch Mikroblasen aus, die sich an diversen Stellen zu kleinen Luftblasen sammeln können, wie z. B. in der Pumpe, im Wärmetauscher oder vor der Schwerkraftbremse. Diese Luftein-schlüsse müssen gezielt entfernt werden.

Indizien für ausreichende Entlüftung des Systems sind eine konstante Anzeige des erforderlichen Volumenstroms und ein stabiler Druck während des Pumpenbetriebs, d. h. weder am Durchflussmesser noch am Manometer treten dabei Schwankungen auf.

Wurden in dampfgefährdeten Bereichen der Anlage Automatikentlüfter eingebaut, sind sie zum Abschluss der Inbetriebnahme abzusperren.

Nach den ersten Betriebswochen ist es empfehlenswert, an allen Entlüftern ggf. vorhandene Luft erneut abzulassen (mehr dazu unter Punkt 7.1 Inspektionsumfang).

6.5 Volumenstrom

Nach der Entlüftung muss der erforderliche Volumenstrom im Solarkreis eingestellt werden. Je nach Produkt bzw. System wird dabei die richtige Pumpenstufe oder die entsprechende Reglereinstellung gewählt (Herstellerangaben beachten). Eine Einstellung des Volumenstroms über eine Durchflussbegrenzung ist nicht empfehlenswert, denn sie führt zu unnötig hohem Strombedarf für die Pumpe.

7 Inspektion und Wartung

Zur langfristigen Erhaltung der Betriebssicherheit und des Wirkungsgrades der thermischen Solaranlage sollte sie regelmäßig überprüft werden. Nach Intervall und Umfang wird dabei unterschieden in Inspektion (jährlich) und Wartung (alle 3–5 Jahre). Der Abschluss eines Inspektions- und Wartungsvertrags ist für alle thermischen Solaranlagen empfehlenswert.

Zusätzlich wird empfohlen, nach den ersten Betriebswochen eine erste Inspektion mit Kontrolle wesentlicher Funktionen der Anlage durchzuführen. Diese Nachkontrolle bzw. Erstinspektion sollte kalkulatorisch Bestandteil der gesamten „Dienstleistung Solaranlage“ sein und kann ggf. im Angebot gesondert ausgewiesen werden.

In einem Inspektions- bzw. Wartungsprotokoll werden die wesentlichen Anlagenparameter notiert, um ggf. problematische Veränderungen (z. B. Anlagenbetriebsdruck, pH-Wert) erkennen zu können. Für die Erstinspektion ist auf Daten (Fülldruck, Anlagenbetriebsdruck, Regler- und Pumpeneinstellungen etc.) der Anlagendokumentation Bezug zu nehmen.

7.1 Inspektionsumfang

Die jährlich durchzuführende Inspektion sollte mindestens folgenden Umfang haben (gilt auch für die Erstinspektion):

- alle Entlüftungsorgane im Solarkreis entlüften
- Anlagenbetriebsdruck mit Sollwert vergleichen (bei Erstinspektion: Ausgangswert)
- pH-Wert und Frostschutz mit Sollwert und Vorjahreswert vergleichen (bei Erstinspektion: Ausgangswert)
- Pumpe ggf. manuell einschalten
- wenn Durchflussmesser vorhanden: Volumenstrom mit Sollwert vergleichen
- auf Schwankungen am Manometer und ggf. Durchflussmesser achten
- auf Geräusche in der Pumpe achten (Luft)
- Schwerkraftbremse öffnen und schließen
- Gängigkeit des thermostatischen Mischventils prüfen (nicht nötig bei Erstinspektion)
- Betriebsprotokolle des Reglers auf Plausibilität prüfen (z. B. Tmax Kollektor, Tmax Speicher, Ertragssumme etc.)
- Plausibilität prüfen in Abhängigkeit von Strahlung: – Vorlauf- und Rücklauf-temperatur an Thermometern – Anzeigewerte des Reglers
- Dokumentation aller Einstellungen und Messwerte

Das MAG und das Sicherheitsventil müssen nicht überprüft werden, wenn der Anlagenbetriebsdruck in Ordnung ist und das Sicherheitsventil keine Anzeichen eines Ansprechens (Ablagerung, Tropfen, Zunahme im Auffangbehälter) zeigt.

7.2 Wartungsumfang

Darüber hinaus empfiehlt es sich, in längeren Abständen (z. B. alle 3–5 Jahre) eine Wartung als erweiterte Inspektion durchzuführen. Zusätzlich zu den o. g. Inspektionsarbeiten sind dabei folgende Arbeiten sinnvoll:

- Sichtprüfung aller Armaturen, Verbindungen und Anschlüsse
- Sichtprüfung der Kollektoren inkl. Befestigung
- Sichtprüfung Dämmung Solarkreis und Fühlerleitung

Wenn auch der Speicher Bestandteil des Wartungsvertrages ist, muss eine Speicherwartung nach Herstellerangaben durchgeführt werden.

Ergeben sich aus der Wartung bzw. Inspektion notwendige Arbeiten, sind sie dem Kunden gesondert anzubieten (z. B. Reinigung der Kollektoren, Austausch von Solarflüssigkeit oder Anode).

7.3 Erläuterungen zur Inspektion

Anlagenbetriebsdruck

Der Anlagenbetriebsdruck unterliegt in Abhängigkeit von der Temperatur normalen Schwankungen. Aufgrund der Volumenzunahme der Solarflüssigkeit bei Erwärmung wird der Anlagenbetriebsdruck bei einer mittleren Fluidtemperatur von 80 °C etwas höher sein als bei der Fülltemperatur (z. B. 20 °C). Abweichungen vom ursprünglich eingestellten Wert nach oben sind also plausibel, Abweichungen nach unten nicht.

Wird ein Druckabfall festgestellt, der nicht ausreichend erklärt werden kann, muss die Ursache gefunden werden, um Betriebsstörungen zu verhindern. Neben Undichtheiten im Bereich der Kollektoren und des Solarkreises kann auch das Ansprechen des Sicherheitsventils der Grund für den Druckabfall sein.

Ein bloßes Auffüllen von Solarflüssigkeit zur Korrektur des Anlagenbetriebsdrucks, ohne jedoch die Ursache gefunden zu haben, ist nicht ausreichend. Jede Undichtheit im Solarkreis wird über kurz oder lang zu einer Betriebsstörung führen. Und selbstverständlich ist darauf zu achten, dass der Anlagenbetriebsdruck nicht durch Zugabe von Wasser korrigiert wird – auch nicht vom Anlagenbetreiber.

Vordruck MAG

Ein möglicher Grund für den Druckabfall in der Anlage kann auch ein gesunkener Vordruck im MAG sein. Ist dieser aufgrund von Undichtheiten auf der Gasdruckseite gefallen, ändert sich der Anlagenbetriebsdruck entsprechend. Um den Vordruck des MAG zu überprüfen, muss das MAG vom Solarkreis hydraulisch getrennt und entleert werden. (Achtung: bei Einstrahlung Kollektor abdecken!) Mit einem Druckprüfer wird der Vordruck auf der Gasseite gemessen und im Bedarfsfall durch Zugabe von Stickstoffgas erhöht. Zur Druckerhöhung darf keine Luft verwendet werden (vgl. Punkt 5.2 Membran-Druckausdehnungsgefäß).

Solarflüssigkeit

Das Wärmeträgermedium ist als Betriebsmittel der thermischen Solaranlage einem normalen Verschleiß ausgesetzt. Sowohl die Frost- als auch die Korrosionsschutzzusätze altern bzw. verbrauchen sich im Betrieb der Anlage. Die regelmäßige Überprüfung der spezifischen Kennwerte gibt Auskunft über den Fortschritt dieses Alterungsprozesses. Es ist nicht ungewöhnlich, wenn das Solarfluid dann nach zehn bis zwölf Jahren ausgetauscht werden muss.

Je nach Belastung (Überhitzung, Oxidation) beschleunigt sich jedoch der Verschleiß. Wird im Rahmen der jährlichen Inspektion ein deutliches Absinken des pH-Wertes festgestellt, so ist das Fluid ggf. zu wechseln, schon bevor der vom Hersteller angegebene Grenzwert unterschritten wird. Eine deutliche Braunverfärbung und ein stechender Geruch sind Indizien für eine Überalterung. Im Zweifelsfall sollte eine Probe entnommen werden, die an den Hersteller geschickt und dort fachgerecht analysiert werden kann.

Zur Kontrolle des pH-Wertes und des Frostschutzwertes dürfen nur Messgeräte verwendet werden, die vom Hersteller dafür zugelassen sind. Ergänzend wird noch darauf hingewiesen, dass eine Mischung unterschiedlicher Solarflüssigkeiten nur in Absprache mit dem Hersteller bzw. nach Herstellerangaben zulässig ist.

8 Fazit

Der Markt für thermische Solaranlagen ist ein Wachstumsmarkt. Gute Anlagen zeichnen sich durch hohe Effizienz und Langlebigkeit aus. Das schafft zufriedene Kunden, die über Empfehlung das Marktwachstum beschleunigen.

Fachhandwerker, die die Hinweise dieses Informationsblattes berücksichtigen, haben einen Wettbewerbsvorteil beim Verkauf und bei der Installation thermischer Solaranlagen, reduzieren die Kundenreklamationen und leisten einen Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung.

Thermische Solaranlagen können jahrzehntelang sicher und effizient betrieben werden.

Thermische Solaranlagen – Dokumentation von Übergabe und Inspektion

Für grundlegende und ergänzende Informationen beachten Sie bitte die BDH-Infoblätter Nr. 17 „Thermische Solaranlagen“ Teil 1, 2 und 3, die BDH-Infoblätter Nr. 27 „Solare Heizungsunterstützung“ Teil 1 und 2 sowie das BDH-Infoblatt Nr. 34 „Betriebssicherheit thermischer Solaranlagen“.

Dieses BDH-Infoblatt legt den Schwerpunkt auf druckhaltende Solaranlagen im Einfamilienhausbereich mit Frostschutzmitteln auf Glykolbasis. Die hier dargestellten Formulare stehen als Druck- bzw. Kopiervorlage im PDF-Format auf der Internetseite www.bdh-koeln.de zur Verfügung.

1. Einleitung

Thermische Solaranlagen können über 20 Jahre sicher betrieben werden, wenn die Anlagen gut geplant und richtig installiert sind. Um den effizienten Betrieb der Solaranlage langfristig sicherzustellen, sollten zudem regelmäßig Inspektionen durchgeführt werden. Es empfiehlt sich daher, mit dem Betreiber einen Inspektionsvertrag abzuschließen.

Neben dem Formular für Inspektionsarbeiten (Inspektionsprotokoll) wird auf den folgenden Seiten auch das Formular für die Übergabe der Anlage an den Betreiber vorgestellt und erläutert.

Das Übergabeprotokoll dient einerseits zur Feststellung der ordnungsgemäßen Funktion der Anlage, d. h., es dokumentiert die vollständige und korrekte Ausführung der vereinbarten Bauleistung. Andererseits sind die Daten des Übergabeprotokolls auch die Basis für Inspektionsarbeiten.

Das Inspektionsprotokoll beschreibt die notwendigen Arbeitsschritte der Inspektion thermischer Solaranlagen und dient zur Dokumentation der durchgeführten Inspektionsarbeiten.

Die Angaben zu den Messwerten, Maßen und Reglereinstellungen im Übergabe- bzw. Inspektionsprotokoll sind für die anschließenden Inspektionsarbeiten notwendig, um die Funktion bzw. Veränderungen in der Anlage beurteilen zu können. So können Funktionsstörungen vermieden und die thermischen Solaranlagen über 20 Jahre effizient und sicher betrieben werden.

2. Inspektion, Wartung und Instandsetzung

Die unterschiedlichen Begriffe werden wie folgt definiert:

Inspektion

Periodische (jährliche) Feststellung des IST-Zustandes der Solaranlage und Abgleich mit dem SOLL-Zustand

Das betrifft alle (jährlichen) Arbeiten an der Solaranlage:

- Entlüftung
- Prüfung zu Druck und Durchfluss
- Glykolmessungen
- Reglereinstellungen

Ebenfalls trifft es auf die Sichtprüfungen (alle 3–5 Jahre) an der Solaranlage zu:

- Kollektoren
- Rohrleitungen im Außenbereich
- dazugehörige Befestigungen

Wartung

Bedarfsabhängige Tätigkeit zur Erhaltung des SOLL-Zustandes

Das kann bei einer Solaranlage sein:

- Nachfüllen oder Auswechseln von Wärmeträgern
- Nachfüllen von Stickstoff im MAG
- Reinigen der Kollektorabdeckung oder anderer optisch relevanter Bauteile des Kollektors (Spiegel)

Instandsetzung

Bedarfsabhängige Tätigkeit zur Wiederherstellung des SOLL-Zustandes

Das betrifft bei einer Solaranlage den Austausch defekter Teile:

- MAG
- Pumpen
- andere Komponenten

3. Übergabeprotokoll

Die Inbetriebnahme thermischer Solaranlagen wird detailliert im BDH-Informationsblatt Nr. 34 beschrieben. Im vorliegenden Informationsblatt Nr. 44 liegt der Schwerpunkt auf der Dokumentation der eingesetzten Komponenten und der durchgeführten Arbeiten.

Das Übergabeprotokoll dokumentiert die wichtigsten Daten und Maße der Solaranlage. Im Folgenden werden die einzelnen Abschnitte des Übergabeprotokolls detailliert erläutert.

3.0 Anlage

TRINKWASSERERWÄRMUNG HEIZUNGSUNTERSTÜTZUNG _____

Handelt es sich bei der installierten thermischen Solaranlage um eine Anlage zur Trinkwassererwärmung plus Heizungsunterstützung, so sind beide Felder anzukreuzen. Ein ggf. noch vorhandener weiterer Wärmeabnehmer (z. B. Schwimmbad) kann zusätzlich notiert werden.

3.1 Kollektorfläche

1. Kollektor Kollektorfläche gesamt: _____ m² (Bruttofläche) _____ m² (Aperturfläche)

Flachkollektoren ___ Stk. Hersteller, Typ _____

Vakuum-Röhrenkollektoren ___ Stk. Hersteller, Typ _____

Blitzschutz: Anschluss an vorhandener Blitzschutzanlage neu installierter Blitzschutzanlage

Überspannungsschutz (Kollektorfühler)

Die Angabe zur Kollektorfläche bezieht sich sowohl auf die Bruttofläche als auch auf die Aperturfläche. Die Bruttofläche ist der Wert, der bei der Beantragung der Fördermittel beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) angegeben wird. Die Aperturfläche wird für Angaben gemäß dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) benötigt.

Die Flächenangabe zu Einzelkollektoren ist nicht relevant. Die Typenbezeichnung der Kollektoren ist den Herstellerunterlagen zu entnehmen.

3.2 Speicher

The form '2. Speicher' includes the following fields:

- Speichervolumen gesamt: _____ l
- Trinkwarmwasserspeicher: Stk. Volumen _____ l Hersteller, Typ _____
- Kombispeicher: Stk. Volumen _____ l Hersteller, Typ _____
- Pufferspeicher: Stk. Volumen _____ l Hersteller, Typ _____
- Frischwasser-Station: Hersteller, Typ _____
- Korrosionsschutz: nicht erforderlich Fremdstromanode Opferanode
- Trinkwasser-Ausdehngefäß: Volumen _____ l
- Pufferspeicher-Ausdehngefäß: Volumen _____ l
- Ausdehnung im Heizkreis integriert: Volumen _____ l zusätzlich

Werden bei der Integration der Solaranlage in eine bestehende Heizungsanlage ein oder mehrere Speicher zusätzlich installiert, so sind alle Speicher – auch der integrierte vorhandene Trinkwarmwasserspeicher – aufzuführen.

Bei Kombispeichern ist das Gesamtvolumen des Speichers anzugeben. Eine detaillierte Angabe der verschiedenen Volumina (Heizwasser, Trinkwarmwasser) ist ebenso wenig erforderlich, wie Hinweise zur Art der Trinkwassererwärmung (z. B. Tank-in-Tank, interne Wärmetauscher o. Ä.). Wird jedoch mit einem Pufferspeicher auch eine Frischwasser-Station zur Trinkwassererwärmung eingesetzt, so ist dies zu notieren.

Die Angaben zum Korrosionsschutz beziehen sich auf neu installierte Trinkwarmwasserspeicher, d. h. dass ggf. integrierte vorhandene Speicher hier nicht berücksichtigt werden.

Bei den Ausdehnungsgefäßen ist nur das Volumen neu installierter Gefäße anzugeben. Wird das notwendige Ausdehnungsvolumen für den Pufferspeicher in die Ausdehnung des Heizkreises integriert, so ist nur das zusätzlich installierte Ausdehnungsvolumen anzugeben.

3.3 Solarkreisverrohrung

The form '3. Solarkreisverrohrung' includes the following fields:

- Solarkreislänge gesamt: _____ m
- Durchmesser: DN _____ Verbindungstechnik _____
- Dämmung: Stärke _____ x _____
im Außenbereich mit UV-Schutz Pflanzschutz
- Entlüftung: Handentlüfter _____ Stk. Automatikentlüfter (absperrbar) _____ Stk.
- Potenzialausgleich: Hauptpotenzialausgleichsschiene _____
- Spülen: Dauer _____ min

Die Gesamtlänge der Solarkreisverrohrung schließt sowohl den Vor- und Rücklauf als auch ggf. zwischen den Kollektoren bzw. Speichern verlegte Solarleitungen ein. Werden verschiedene Rohrquerschnitte eingesetzt, so sind grobe Längenangaben jeweils ausreichend.

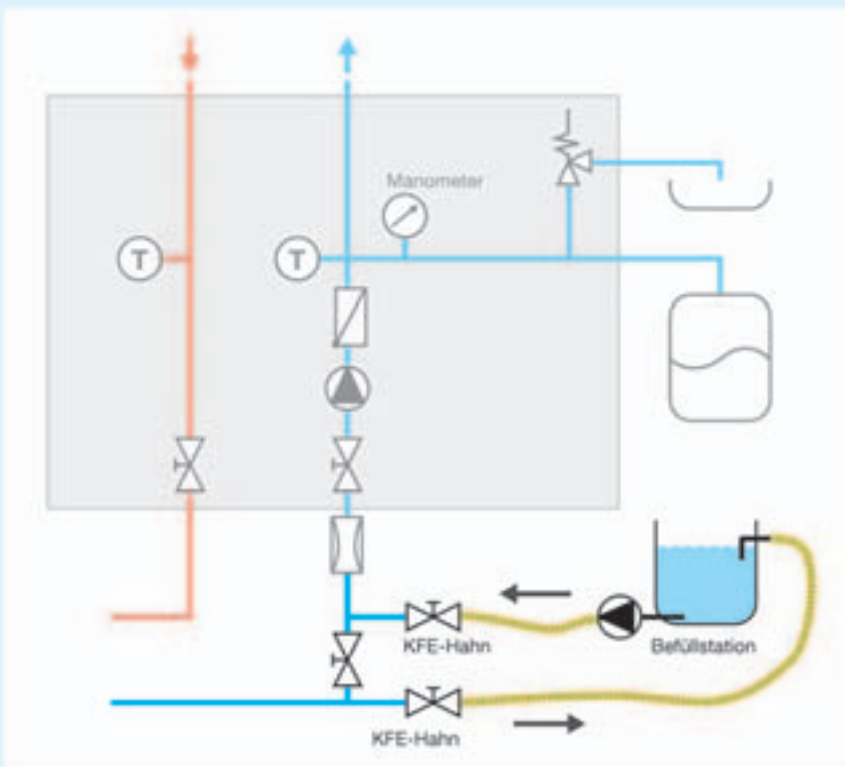
Bei den Punkten zur Dämmung von Rohrleitungen im Außenbereich ist keine Längenangabe erforderlich.

Die Anzahl und Art der Entlüftungsorgane ist zu notieren, wobei Angaben zur Position der einzelnen Entlüfter ggf. in komplexen Fällen hilfreich sein können. Dafür bietet sich das empfohlene Anlagenschema an (mehr dazu unter Punkt 3.9 Einweisung und Dokumentation).

Die Einbindung der Solarkreisverrohrung in den Potenzialausgleich wird in der Regel über die Hauptpotenzialausgleichsschiene durchgeführt. Wird von einer anderen Möglichkeit Gebrauch gemacht, so ist diese zu notieren.

TIPP

Der Vorgang des Spülens der Solarkreisverrohrung ist beschrieben im BDH-Informationsblatt Nr. 34, Punkt 6.1 Befüllen und Spülen. Es hat sich bewährt, die Spül- und Befüllpumpe gemäß dem abgebildeten Schema anzuschließen.



Anschluss der Spül- und Befüllpumpe

3.4 Wärmeträger

4. Wärmeträger	Hersteller, Typ _____	
Füllvolumen _____ l	Frostschutz bis – _____ °C	pH-Wert _____

Wird beim Spülen der Solarkreisverrohrung nur das anschließend in der Anlage verbleibende Wärmeträgermedium verwendet, so können für das Übergabeprotokoll die Angaben zu Frostschutz und pH-Wert den Herstellerunterlagen entnommen werden. Für im Rahmen von Inspektionen erfragte Angaben im Inspektionsprotokoll sind dann allerdings ausschließlich Messwerte zu notieren.

TIPP

Muss der Solarkreis intensiv gereinigt werden, so wird empfohlen, auch dafür ein Wärmeträgergemisch zu verwenden. Nach dem Reinigungsvorgang wird der Solarkreis mit neuem, sauberem Wärmeträgermedium gefüllt und zur Entfernung der Luft erneut gespült.

Das Füllvolumen bezieht sich auf die tatsächlich eingefüllte Menge des Wärmeträgers und nicht auf eventuelle Berechnungen des Füllvolumens.

3.5 Druckverhältnisse

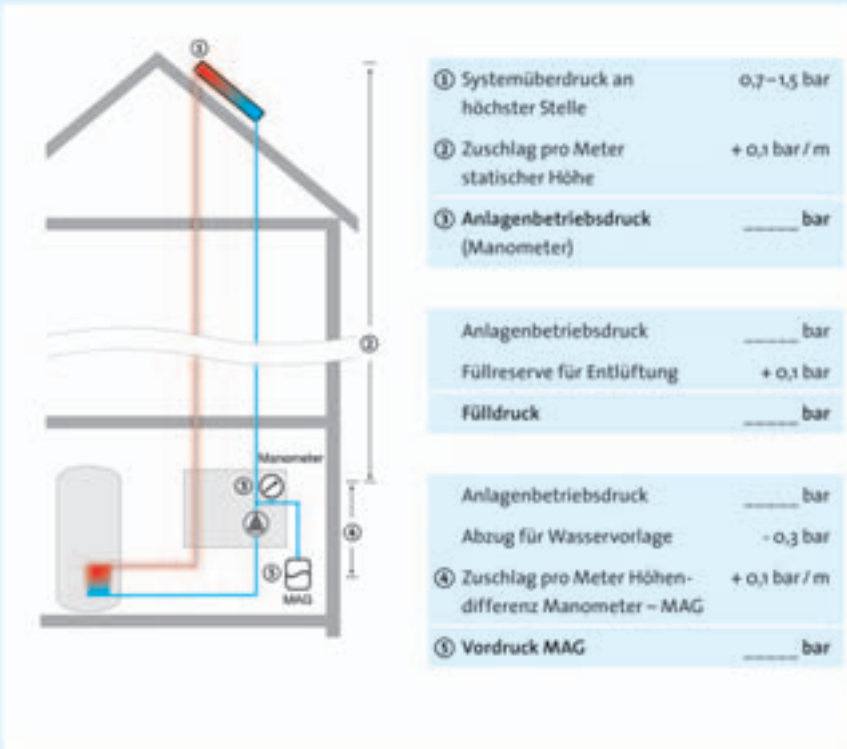
5. Druckverhältnisse	
• IST-Werte	• SOLL-Werte
Fülldruck _____ bar (bei _____ °C Fluidtemperatur)	Systemüberdruck _____ bar an höchster Stelle
Vordruck MAG _____ bar	statische Höhe _____ m
Volumen MAG _____ l	Anlagenbetriebsdruck _____ bar
Sicherheitsventil _____ bar	
<input type="checkbox"/> Druckprobe durchgeführt bei _____ bar Dauer _____ min	

Zu den Druckverhältnissen sind bei den SOLL-Werten die Werte aus der Anlagenplanung, bei den IST-Werten die tatsächlich eingestellten Werte anzugeben.

Wenn beim MAG der tatsächlich eingestellte Vordruck vom Lieferzustand abweicht, wird empfohlen, diesen auf die spezifische Anlage abgestimmten Wert auch auf dem MAG zu notieren.

TIPP

Die Bestimmung der Druckverhältnisse im Solarkreislauf ist genau beschrieben im BDH-Informationsblatt Nr. 34, Punkt 6.3 Druckverhältnis. Das abgebildete Schema gibt einen schnellen Überblick.



Druckverhältnis im Solarkreis in Abhängigkeit von der statischen Höhe

3.6 Reglereinstellungen

6. Regler Hersteller, Typ _____

Alle Solar-Schaltwerte in Herstellerunterlagen eingetragen

Speicher Maximaltemperatur eingestellt auf _____ °C

Schaltzeiten Nachheizung eingestellt auf _____ bis _____ Uhr

Bereitschaftstemperatur eingestellt auf _____ °C

Für die Reglereinstellungen gilt dasselbe wie für den Vordruck des MAG: Es müssen die Werkseinstellungen auf den individuellen Bedarf vor Ort angepasst werden. Alle Schaltwerte sind dabei zu prüfen und ggf. zu korrigieren. Diese korrigierten Werte sind in die spezifischen Unterlagen des Reglers einzutragen und der Anlagendokumentation beizulegen. Zusätzlich wird im Übergabeprotokoll die gewählte Maximaltemperatur des Speichers notiert.

Bei den Einstellungen zur Nachheizung werden nur die Schaltzeiten und die gewählte Bereitschaftstemperatur eingetragen. Die weiteren Modalitäten im Umgang mit der Nachheizung sind unter dem Punkt 3.8 Systemoptimierung zu vermerken.

3.7 Pumpeneinstellungen



7. Pumpe Hersteller, Typ _____

Volumenstrom _____ l/min (bei _____ °C Fluidtemperatur)

Pumpenstufe _____ Drehzahlregelung

Die Angabe zum Volumenstrom bezieht sich bei Pumpen mit Drehzahlregelung auf die Einstellung 100 % Pumpenleistung am Regler. Grundsätzlich ist die Fluidtemperatur anzugeben, denn der Volumenstrom ist davon abhängig.

3.8 Systemoptimierung



8. Systemoptimierung

Für die Optimierung des Systems wurden folgende Betriebsweisen vereinbart:

Unterdrückung der Nachheizung durch den Solarregler

Abschalten des Heizkessels im Sommer

Reduktion der Laufzeit der Zirkulationspumpe

Thermische Desinfektion Intervall Manuell

Je nach Wunsch des Betreibers gibt es verschiedene Möglichkeiten, das System der Trinkwassererwärmung energetisch zu optimieren. Neben der Reduktion der Nachheizzeiten und der Laufzeit der ggf. vorhandenen Zirkulationspumpe betrifft das auch die thermische Desinfektion. Bei der automatischen Regelung sind die Intervalle mit dem Betreiber abzusprechen, alternativ kann der Betreiber bei Bedarf manuell die thermische Desinfektion aktivieren.

Es ist bei der Systemoptimierung zu berücksichtigen, dass die Verantwortlichkeit in Bezug auf die Trinkwasser-Hygiene aufseiten des Betreibers liegt. Es sind dem Betreiber die entsprechenden Hinweise zu geben (siehe Punkt 3.9 Einweisung und Dokumentation).

3.9 Einweisung und Dokumentation

9. Einweisung und Dokumentation

- Anlagenfunktion erläutert
- Verantwortung zur Trinkwasser-Hygiene erläutert
- Datenblätter und Bedienungsanleitungen übergeben
- Rohrleitungen und Armaturen beschriftet
- Kontrollen und Störungsmeldungen erläutert
- Anlagenschema übergeben

Ausführender (Unterschrift)

Firmenstempel

Betreiber (Unterschrift)

Neben der Dokumentation aller durchgeführten Arbeiten mithilfe dieses Übergabeprotokolls sind dem Betreiber der Anlage auch alle Unterlagen (Datenblätter und Bedienungsanleitungen) zu verwendeten Komponenten auszuhändigen. Zusätzlich wird empfohlen, eine Funktionsskizze der Anlage mit allen wesentlichen Daten und Maßen im Bereich der Solarstation zu befestigen. Mithilfe dieser Skizze werden dem Betreiber die Grundfunktionen der Anlage erläutert und die Möglichkeiten zur Kontrolle der ordnungsgemäßen Anlagenfunktion aufgezeigt. Darüber hinaus ist es empfehlenswert, alle wesentlichen Komponenten im Bereich der Solarstation (Sicherheitsventil, Manometer, Durchflussmesser) und die Rohrleitungen zu beschriften.

Mit der Unterschrift bestätigt der Fachhandwerker die ordnungsgemäße Ausführung aller Arbeiten, der Betreiber bestätigt damit die Abnahme der Anlage.

TIPP

Es hat sich in der Praxis bewährt, dem Betreiber eine Kopie des unterschriebenen Übergabeprotokolls mit der Abschlussrechnung zu senden.

4. Inspektionsprotokoll

Im Inspektionsprotokoll werden die durchgeführten Arbeiten, die einzelnen Messwerte und ggf. bemerkenswerte Auffälligkeiten dokumentiert. Bei den jährlichen Inspektionen dient das Inspektionsprotokoll des Vorjahres als Referenz für die Beurteilung des aktuellen Anlagenzustands.

Im Folgenden werden die einzelnen Abschnitte des Inspektionsprotokolls detailliert erläutert.

4.0 Inspektionsart



The image shows a horizontal form with three radio button options: ERSTINSPEKTION, INSPEKTION, and ERWEITERTE INSPEKTION. Below the options, there is a small text label: "1. Erfüllung des Solarvertrags".

Die Erstinspektion wird empfohlen zur Qualitätssicherung nach Inbetriebnahme. In den ersten Wochen ergeben sich ggf. Auffälligkeiten, die auf Betriebsstörungen hinauslaufen können (z. B. Luft im Solarkreis oder Druckabfall). Die Kosten für die Erstinspektion sollten fester Bestandteil der Dienstleistung Solaranlage und im Gesamtpreis der Anlage enthalten sein.

Die Inspektion sollte jährlich durchgeführt werden. Dazu ist es sinnvoll, mit dem Betreiber einen entsprechenden Inspektionsvertrag abzuschließen.

Alle drei bis fünf Jahre ist darüber hinaus eine erweiterte Inspektion durchzuführen. Dabei werden zusätzlich zu den Punkten der Inspektion auch das Kollektorfeld mit Befestigung und weitere Komponenten in Augenschein genommen (mehr dazu unter Punkt 4.7 Sichtprüfungen).

Grundlage aller Inspektionen sind die Daten der jeweils vorherigen Prüfung. Bei der Erstinspektion sind das die Daten des Übergabeprotokolls.

4.1 Entlüftung



The image shows a form section titled "1. Entlüftung des Solarkreises". It contains two radio button options: Handentlüfter geprüft and Automatikentlüfter geprüft. Each option is followed by a "Sik." field and a "Bemerkungen" field. Below the options, there is a small text label: "1. Automatikentlüfterdruck".

Luft im Solarkreislauf gefährdet den Wärmeträger und muss als potenzielle Störungsquelle konsequent unterbunden werden. Die Entlüftung des Solarkreises ist daher Bestandteil der jährlichen Arbeiten. Es sind dabei alle Entlüftungseinrichtungen zu berücksichtigen, d. h., jeder Entlüfter ist zu öffnen und die ggf. vorhandene Luft abzulassen. Die Anzahl der kontrollierten Entlüfter ist jeweils festzuhalten.

Sind dabei auffällige Spuren (Feuchtigkeit, Ablagerungen aufgrund eingetrockneter Tropfen) an Entlüftern zu sehen, so ist das zu notieren. Werden nicht abgespernte Automatikentlüfter in dampfgefährdeten Bereichen vorgefunden, so sind diese zu schließen. Auch dies ist zu notieren.

4.2 Anlagendruck

2. Anlagenbetriebsdruck

Druck geprüft bei Pumpe aus _____ bar

Druck geprüft bei Pumpe ein _____ bar

Druckschwankungen am Manometer Ja Nein

Falls Überprüfung MAG und Sicherheitsventil erforderlich:

Sicherheitsventil trocken Ja Nein Bemerkungen _____

MAG Vordruck geprüft;
korrigiert von _____ bar auf _____ bar. _____

Die Druckunterschiede zwischen Pumpe ein und Pumpe aus sind je nach Druckverlust im Solarkreis und nach Pumpentyp zu berücksichtigen. Der Vergleich des aktuellen Anlagendrucks mit den dokumentierten Daten der letzten Kontrolle muss sich stets auf denselben Messwert beziehen (Pumpe ein oder aus). Ist die Pumpe vom Regler ggf. nicht eingeschaltet, so ist die Pumpe manuell einzuschalten. Bei getakteten Pumpen (Drehzahlregelung) ist am Regler zur Prüfung stets 100 % Pumpenleistung einzustellen.

Druckschwankungen am Manometer können ein Indiz sein für Luft in der Solar- kreisleitung. Bei getakteten Pumpen (Drehzahlregelung) sind Schwankungen im reduzierten Drehzahlbereich jedoch normal. Auch in diesem Fall ist am Regler 100 % Pumpenleistung einzustellen.

Das MAG und das Sicherheitsventil müssen nicht überprüft werden, wenn der Anlagenbetriebsdruck in Ordnung ist und das S-Ventil keine Anzeichen eines Ansprechens (Ablagerung, Tropfen, Zunahme im Auffangbehälter) zeigt.

4.3 Wärmeträger

3. Wärmeträger

Frostschutz geprüft — _____ °C

pH-Wert geprüft _____

Bemerkungen _____

4. Durchfluss

Die Abnahme des Frostschutzes im Laufe einer Messperiode ist nur durch Auffüllen von Wasser zu erklären. Insofern sollte dieser Wert über die Jahre stabil bleiben.

Anders sieht es dagegen mit dem pH-Wert aus. Der im Fluid vorhandene pH-Puffer baut sich im Laufe der Zeit ab, d. h., das Sinken des Wertes in gewissen Grenzen ist ein normaler Alterungsprozess. Es sind jedoch die jeweiligen Herstellerangaben in Bezug auf kritische Grenzwerte zu beachten. Selbst wenn diese Grenzwerte noch nicht erreicht sind, kann es ggf. empfehlenswert sein, den Wärmeträger auszutauschen. Das trifft dann zu, wenn im Laufe einer Messperiode der pH-Wert deutlich abgenommen hat. Das deutet darauf hin, dass die Pufferwirkung der Inhibitoren stark in Anspruch genommen wurde und macht eine Unterschreitung des pH-Wertes ggf. vor der nächsten Kontrolle wahrscheinlich.

Weitere Indizien für eine starke Alterung des Fluids sind der Geruch des Wärmeträgers (stechend, scharf, stark) und die farbliche Veränderung (bräunliche Verfärbung). Finden sich Trubstoffe bzw. feste Bestandteile in der entnommenen Probe, so ist der Austausch des Wärmeträgers erforderlich und mit dem Betreiber zu vereinbaren.

Während des normalen Alterungsprozesses finden die Veränderungen im Laufe von Jahren statt, ein Alter von zehn bis zwölf Jahren ist also durchaus erreichbar (vergl. BDH-Info Nr. 34, Punkt 6.3 Wärmeträger).

TIPP

Es wird empfohlen, die pH-Werte aller Prüfungen in einer Übersicht, z. B. in der Kundenmappe einzutragen, um die Veränderungen im Laufe der Betriebsjahre auf einen Blick erkennen zu können.

4.4 Volumenstrom

4. Durchfluss

Volumenstrom geprüft _____ l/min;
bei Fluidtemperatur _____ °C und Pumpenstufe _____

Schwerkraftbremse geprüft (öffnen und schließen)

Der Volumenstrom ist im Falle von Pumpen mit Drehzahlregelung bei 100 % Pumpenleistung am Regler zu kontrollieren.

Die Abnahme des Volumenstroms im Laufe einer Messperiode kann ein Anzeichen für Luft in der Solarkreisleitung sein. Liegt die Temperatur des Wärmeträgers jedoch deutlich unter derjenigen der Referenzmessung, so kann eine Abnahme des Volumenstroms auch durch die höhere Viskosität (= höherer Durchflusswiderstand) erklärt werden. Besonders im Winterhalbjahr kann bei zuvor ausgeschalteter Pumpe der Wärmeträger im Bereich der Kollektoren deutlich kälter und damit auch zähflüssiger sein, als das Thermometer im Bereich der Solarstation anzeigt.

Es ist in jedem Falle notwendig, bei Abfall des Volumenstroms die Ursache dafür zu finden. Und sollte Luft im Solarkreis die Ursache sein, so ist das auf keinen Fall für den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage zu tolerieren. Die Luft muss gefunden und entfernt werden, denn sie gefährdet den Wärmeträger.

Ein weiterer Hinweis auf Luft im Solarkreis können Geräusche wie Sprudeln, Gluckern o. Ä. sein. Es kann sich z. B. Luft an der Schwerkraftbremse sammeln. Daher ist die Schwerkraftbremse im Zuge der Arbeiten zu öffnen und zu schließen und auf Geräusche von aufsteigender Luft zu achten. Bei dieser Funktionsprüfung ist auch darauf zu achten, ob Öffnen und Schließen sicher funktionieren.

Auch innerhalb des Pumpengehäuses kann bei laufender Pumpe Luft zu entsprechenden Geräuschen führen. Ebenfalls ist an der höchsten Stelle oder an Stellen mit einem Hochpunkt auf entsprechende Geräusche zu achten.

4.5 Warmwasserverteilung

5. Warmwasserverteilung

thermostatisches Mischventil geprüft

Zirkulation geprüft

Bemerkungen _____

Das thermostatische Mischventil ist auf Gängigkeit zu prüfen, d. h., das Einstellrad ist jeweils bis zum Anschlag zu betätigen. Anschließend ist die mit dem Betreiber vereinbarte Temperatur erneut einzustellen.

Die Kaltwasserzuleitung zum Thermomischer ist auf Fehlzirkulation (Erwärmung durch Warmwasser aus dem Speicher) zu überprüfen. Sollte diese Leitung eine auffällige Temperatur zeigen, so ist die Schwerkraftbremse im Mischventil zu überprüfen und ggf. zu ersetzen. Eine Fehlzirkulation über diese Leitung führt zur unerwünschten Vermischung der Temperaturschichten im Speicher, mit negativen Folgen für den Solarertrag.

Auch bei der Zirkulation muss der ordnungsgemäße Betrieb geprüft werden. Entsprechen die Einstellungen (Laufzeit, Takte o. Ä.) noch denen des Übergabeprotokolls? Sind die Temperaturen in der Rücklaufleitung noch im erwarteten Bereich? Insbesondere ist darauf zu achten, dass die Zirkulationspumpe nicht außer Betrieb genommen wurde, denn dadurch wird die Rücklaufleitung zur „toten“ Strecke, mit einer erheblichen hygienischen Gefahr.

Entsprechende Befunde sind im Feld Bemerkungen zu notieren.

4.6 Reglereinstellungen

6. Regler

Reglereinstellungen „Solar“ geprüft

Reglereinstellungen „Nachtelzung“ geprüft

Bemerkungen _____

Messwerte, Betriebsprotokolle

Zählerstand Pumpenlaufzeit: _____ Std.

max. Kollektortemperatur: _____ °C

max. Speichertemperatur: oben _____ °C
unten _____ °C

Zählerstand Warmwasser: _____ l

Zählerstand Wärmemenge Solarkreis: _____ kWh

Bei der Überprüfung der Reglereinstellungen ist auf Abweichungen gegenüber den ursprünglich eingestellten Werten zu achten. Das betrifft auch die Werte, die in Absprache mit dem Betreiber zur Optimierung des Gesamtsystems eingestellt wurden (siehe unter Punkt 8. Systemoptimierung im Übergabeprotokoll). Bei Abweichungen ist eine Rücksprache mit dem Betreiber empfehlenswert.

Soweit vom Regler oder sonstigen Messinstrumenten Zählerstände oder andere Werte zur Verfügung gestellt werden, sind diese zu notieren. Bei der Interpretation der Werte ist auf vorschnelle Aussagen zu verzichten, denn die Leistungsfähigkeit der Solaranlage ist nur unter Berücksichtigung und genauer Abwägung verschiedener Parameter zu beurteilen. So ist ein gesunkener Ertrag im Kollektorkreis noch nicht unbedingt ein Zeichen für eine gesunkene Anlagenleistung, da der Kollektorertrag auch abhängig ist von Einstrahlungssumme und Verbrauchsverhalten.

4.7 Sichtprüfungen

7. Sichtprüfungen (nur bei erweiterter Inspektion)

Kollektoren inkl. Befestigung/Eindeckrahmen geprüft

Rohrleitungen inkl. Befestigung geprüft

Dämmung Solarkreis und Fühlerleitung geprüft

Armaturen, Verbindungen und Anschlüsse geprüft

Bemerkungen _____

Die erweiterte Inspektion beinhaltet zusätzlich zu den o. g. Prüfpunkten eingehende Sichtprüfungen der Anlagenkomponenten, die nicht im Rahmen der jährlichen Inspektion geprüft werden.

Bei den Kollektoren ist auf Beschlag im Inneren des Kollektors bzw. auf der Innenseite der Kollektorabdeckung zu achten. Zudem sind alle Befestigungselemente der Kollektoren und der im Freien verlegten Rohrleitungen auf Korrosion zu überprüfen und einem mechanischen Belastungstest zu unterziehen, d. h., alle Verbindungen, Schrauben usw. sind auf festen Sitz zu überprüfen.

Bei der Dämmung der Rohrleitung im Außenbereich ist auf Pickspuren bzw. Kleintierverbiss und auf Alterung aufgrund von UV-Strahlung zu achten.

Auch ohne auffälligen Druckabfall im Solarkreis sind im Rahmen der erweiterten Inspektion alle Verbindungen und Armaturen auf Dichtheit zu überprüfen. Finden sich eingetrocknete Tropfspuren, sind diese unter Bemerkungen zu notieren und ggf. zu entfernen. Feuchtigkeit ist ein deutliches Zeichen für größere Undichtheit. In diesem Fall sollte mit dem Betreiber der Austausch der Dichtung bzw. der Armatur vereinbart werden.

4.8 Dokumentation

Werden bei der Inspektion Betriebszustände erkannt, die zusätzliche Arbeiten (z. B. Austausch des Wärmeträgermediums) notwendig machen, so sollte mit dem Kunden die Erstellung eines Angebotes vereinbart werden. In diesem Fall ist das Feld „Angebot wird erstellt“ anzukreuzen.

8. Dokumentation

Kopie Inspektionsprotokoll wird dem Betreiber zugestellt

Arbeiten notwendig, und zwar _____

Angebot wird erstellt

Ausführender (Unterschrift) Firmenstempel Betreiber (Unterschrift)

TIPP

Es hat sich in der Praxis bewährt, dem Betreiber eine Kopie des Inspektionsprotokolls mit der Rechnung für die Inspektion zu schicken.



4. Wärmeträger Hersteller, Typ _____

Füllvolumen _____ l Frostschutz bis – _____ °C pH-Wert _____

5. Druckverhältnisse

• **IST-Werte**

Fülldruck _____ bar
(bei _____ °C Fluidtemperatur)

Vordruck MAG _____ bar

Volumen MAG _____ l

Sicherheitsventil _____ bar

• **SOLL-Werte**

Systemüberdruck _____ bar
an höchster Stelle

statische Höhe _____ m

Anlagenbetriebsdruck _____ bar

Druckprobe durchgeführt bei _____ bar Dauer _____ min

6. Regler Hersteller, Typ _____

Alle Solar-Schaltwerte in Herstellerunterlagen eingetragen

Speicher Maximaltemperatur eingestellt auf _____ °C

Schaltzeiten Nachheizung eingestellt auf _____ bis _____ Uhr

Bereitschaftstemperatur eingestellt auf _____ °C

7. Pumpe Hersteller, Typ _____

Volumenstrom _____ l/min (bei _____ °C Fluidtemperatur)

Pumpenstufe _____ Drehzahlregelung

8. Systemoptimierung

Für die Optimierung des Systems wurden folgende Betriebsweisen vereinbart:

Unterdrückung der Nachheizung durch den Solarregler

Abschalten des Heizkessels im Sommer

Reduktion der Laufzeit der Zirkulationspumpe

Thermische Desinfektion Intervall Manuell

9. Einweisung und Dokumentation

Anlagenfunktion erläutert

Verantwortung zur Trinkwasser-Hygiene erläutert

Datenblätter und Bedienungsanleitungen übergeben

Rohrleitungen und Armaturen beschriftet

Kontrollen und Störungsmeldungen erläutert

Anlagenschema übergeben

Ausführender (Unterschrift)

Firmenstempel

Betreiber (Unterschrift)

Inspektionsprotokoll thermische Solaranlage

Name (Betreiber) _____ Datum _____
Adresse _____ Uhrzeit _____

Wetterbedingungen

Temperatur _____ °C Einstrahlung: sonnig leicht bewölkt stark bewölkt ohne
Bei Anlagen mit Strahlungsfühler _____ Watt/qm

ERSTINSPEKTION INSPEKTION ERWEITERTE INSPEKTION

1. Entlüftung des Solarkreises

Handentlüfter geprüft _____ Stk. Bemerkungen _____
 Automatikentlüfter geprüft _____ Stk. _____

2. Anlagenbetriebsdruck

Druck geprüft bei Pumpe aus _____ bar
 Druck geprüft bei Pumpe ein _____ bar
Druckschwankungen am Manometer Ja Nein

Falls Überprüfung MAG und Sicherheitsventil erforderlich:

Sicherheitsventil trocken Ja Nein Bemerkungen _____
 MAG Vordruck geprüft; _____
korrigiert von _____ bar auf _____ bar. _____

3. Wärmeträger

Frostschutz geprüft - _____ °C Bemerkungen _____
 pH-Wert geprüft _____ _____

4. Durchfluss

Volumenstrom geprüft _____ l/min;
bei Fluidtemperatur _____ °C und Pumpenstufe _____
 Schwerkraftbremse geprüft (öffnen und schließen)

5. Warmwasserverteilung

- Thermostatisches Mischventil geprüft
- Zirkulation geprüft

Bemerkungen _____

6. Regler

- Reglereinstellungen „Solar“ geprüft
- Reglereinstellungen „Nachheizung“ geprüft

Bemerkungen _____

Messwerte, Betriebsprotokolle

Zählerstand Pumpenlaufzeit: _____ Std.
 max. Kollektortemperatur: _____ °C
 max. Speichertemperatur: oben _____ °C
 unten _____ °C
 Zählerstand Warmwasser: _____ l
 Zählerstand Wärmemenge Solarkreis: _____ kWh

7. Sichtprüfungen (nur bei erweiterter Inspektion)

- Kollektoren inkl. Befestigung/Eindeckrahmen geprüft
- Rohrleitungen inkl. Befestigung geprüft
- Dämmung Solarkreis und Fühlerleitung geprüft
- Armaturen, Verbindungen und Anschlüsse geprüft

Bemerkungen _____

8. Dokumentation

Kopie Inspektionsprotokoll wird dem Betreiber zugestellt

Arbeiten notwendig, und zwar _____

Angebot wird erstellt

 Ausführender (Unterschrift) Firmenstempel Betreiber (Unterschrift)

4. Wärmeträger Hersteller, Typ _____

Füllvolumen _____ l Frostschutz bis – _____ °C pH-Wert _____

5. Druckverhältnisse

• **IST-Werte**

Fülldruck _____ bar
(bei _____ °C Fluidtemperatur)

Vordruck MAG _____ bar

Volumen MAG _____ l

Sicherheitsventil _____ bar

• **SOLL-Werte**

Systemüberdruck _____ bar
an höchster Stelle

statische Höhe _____ m

Anlagenbetriebsdruck _____ bar

Druckprobe durchgeführt bei _____ bar Dauer _____ min

6. Regler Hersteller, Typ _____

Alle Solar-Schaltwerte in Herstellerunterlagen eingetragen

Speicher Maximaltemperatur eingestellt auf _____ °C

Schaltzeiten Nachheizung eingestellt auf _____ bis _____ Uhr

Bereitschaftstemperatur eingestellt auf _____ °C

7. Pumpe Hersteller, Typ _____

Volumenstrom _____ l/min (bei _____ °C Fluidtemperatur)

Pumpenstufe _____ Drehzahlregelung

8. Systemoptimierung

Für die Optimierung des Systems wurden folgende Betriebsweisen vereinbart:

Unterdrückung der Nachheizung durch den Solarregler

Abschalten des Heizkessels im Sommer

Reduktion der Laufzeit der Zirkulationspumpe

Thermische Desinfektion Intervall Manuell

9. Einweisung und Dokumentation

Anlagenfunktion erläutert

Rohrleitungen und Armaturen beschriftet

Verantwortung zur Trinkwasser-Hygiene erläutert

Kontrollen und Störungsmeldungen erläutert

Datenblätter und Bedienungsanleitungen übergeben

Anlagenschema übergeben

Ausführender (Unterschrift)

Firmenstempel

Betreiber (Unterschrift)



Inspektionsprotokoll thermische Solaranlage

Name (Betreiber) _____ Datum _____
Adresse _____ Uhrzeit _____

Wetterbedingungen

Temperatur _____ °C Einstrahlung: sonnig leicht bewölkt stark bewölkt ohne
Bei Anlagen mit Strahlungsfühler _____ Watt/qm

ERSTINSPEKTION INSPEKTION ERWEITERTE INSPEKTION

1. Entlüftung des Solarkreises

Handentlüfter geprüft _____ Stk. Bemerkungen _____
 Automatikentlüfter geprüft _____ Stk. _____

2. Anlagenbetriebsdruck

Druck geprüft bei Pumpe aus _____ bar
 Druck geprüft bei Pumpe ein _____ bar
Druckschwankungen am Manometer Ja Nein

Falls Überprüfung MAG und Sicherheitsventil erforderlich:

Sicherheitsventil trocken Ja Nein Bemerkungen _____
 MAG Vordruck geprüft; _____
korrigiert von _____ bar auf _____ bar. _____

3. Wärmeträger

Frostschutz geprüft - _____ °C Bemerkungen _____
 pH-Wert geprüft _____ _____

4. Durchfluss

Volumenstrom geprüft _____ l/min;
bei Fluidtemperatur _____ °C und Pumpenstufe _____
 Schwerkraftbremse geprüft (öffnen und schließen)

5. Warmwasserverteilung

- Thermostatisches Mischventil geprüft
- Zirkulation geprüft

Bemerkungen _____

6. Regler

- Reglereinstellungen „Solar“ geprüft
- Reglereinstellungen „Nachheizung“ geprüft

Bemerkungen _____

Messwerte, Betriebsprotokolle

Zählerstand Pumpenlaufzeit: _____ Std.
 max. Kollektortemperatur: _____ °C
 max. Speichertemperatur: oben _____ °C
 unten _____ °C
 Zählerstand Warmwasser: _____ l
 Zählerstand Wärmemenge Solarkreis: _____ kWh

7. Sichtprüfungen (nur bei erweiterter Inspektion)

- Kollektoren inkl. Befestigung/Eindeckrahmen geprüft
- Rohrleitungen inkl. Befestigung geprüft
- Dämmung Solarkreis und Fühlerleitung geprüft
- Armaturen, Verbindungen und Anschlüsse geprüft

Bemerkungen _____

8. Dokumentation

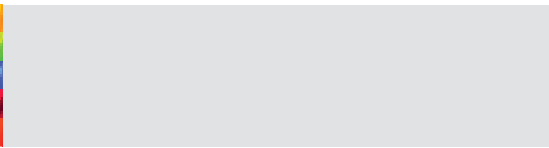
Kopie Inspektionsprotokoll wird dem Betreiber zugestellt

Arbeiten notwendig, und zwar _____

Angebot wird erstellt

 Ausführender (Unterschrift) Firmenstempel Betreiber (Unterschrift)







BDH

Bundesindustrieverband Deutschland
Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V.

Frankfurter Straße 720-726
51145 Köln
Tel.: (0 22 03)-9 35 93-0
Fax: (0 22 03)-9 35 93-22
E-Mail: info@bdh-koeln.de
Internet: www.bdh-koeln.de