

Neuer Leitfaden  
„Solarthermische Anlagen“

# Inbetriebnahme, Wartung und Service

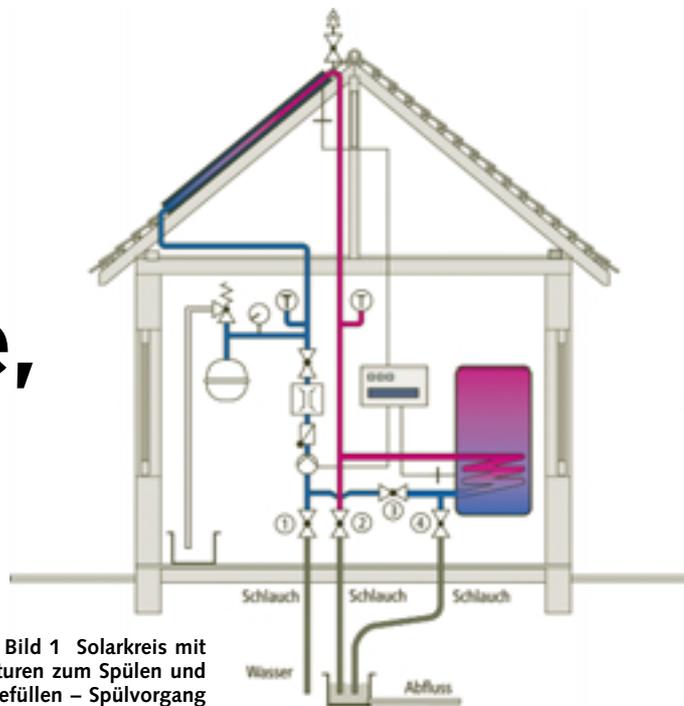


Bild 1 Solarkreis mit Armaturen zum Spülen und Befüllen – Spülvorgang

Neben der Planung und Installation einer thermischen Solaranlage sind auch die Themen Inbetriebnahme, Wartung und Service von hoher Bedeutung. Und zwar mit Blick auf die Betriebssicherheit, auf einen gleichbleibend hohen Solarertrag sowie mit Blick auf die Kundenbindung. Der nachfolgende Textauszug dazu stammt aus dem aktuellen Leitfaden „Solarthermische Anlagen“ (siehe Kasten).

Die notwendigen Schritte zur Inbetriebnahme einer thermischen Solaranlage sind: Spülen des Solarkreises, Dichtigkeitsprüfung, Befüllen mit Solarflüssigkeit und Entlüften, Befüllen des Speichers sowie Einstellen von Pumpe und Regelung.

## Spülen des Solarkreises

Ein gründliches Spülen entfernt Schmutz und Flussmittelreste aus dem Solarkreis. Das Spülen sollte nicht bei Sonnenschein oder Frost erfolgen, da sonst die Gefahr der Verdampfung bzw. des Einfrierens besteht. Der Spülvorgang (Bild 1) erfolgt zunächst über die KFE-Hähne 1 und 2. An KFE-Hahn 1 wird über einen Schlauch die Kaltwasserleitung angeschlossen, an KFE-Hahn 2 ein weiterer Schlauch zum Abfluss gelegt. Sämtliche Armaturen im Solarkreis sind auf Durchfluss zu stellen (Schwerkraftbremse, Absperrhähne). Abschließend wird zum Spülen des Wärmetauschers KFE-Hahn 2

geschlossen und nach Anschluss eines Schlauches KFE-Hahn 4 geöffnet, Ventil 3 geschlossen. Der gesamte Spülvorgang sollte ca. 10 Minuten dauern.

### Praxishinweis

Beim Spülen des Solarkreises mit Wasser ist Folgendes zu beachten: Häufig ist nach dem Spülvorgang keine vollständige Entleerung von Solarkreis und/oder Kollektor möglich, etwa infolge einer nicht permanent steigend verlegten Leitung oder eines im Verhältnis zum Vor- und Rücklaufanschluss tiefer sitzenden Kollektors. Hier ist zweierlei zu beachten:

1. Es muss bei der Berechnung des Frostschutzes die Restwassermenge abgeschätzt und berücksichtigt werden und
2. im Winter, bei Gefahr von Nachfrösten, kann die Anlage über Nacht nicht in diesem Zustand gelassen werden. Das Restwasser muss unbedingt mit Frostschutz vermischt werden. Wird nun die Solarkreispumpe nach dem Befüllen der Anlage mit

einem Propylenglykol-Wassergemisch eingeschaltet, um eine Durchmischung der beiden Flüssigkeiten zu bewirken, kann es bei mangelhafter Entlüftung passieren, dass trotz einer über längere Zeit eingeschalteten Umwälzpumpe keine Durchmischung stattfindet und ein sehr teurer Frostschaden im Kollektor vorprogrammiert ist. Dies lässt sich durch eine Kontrolle des Durchflusses im Flowmeter verhindern.

## Dichtigkeitsprüfung

Nach dem Spülen erfolgt die Druckprobe. Hierfür wird der KFE-Hahn 4 geschlossen und über den KFE-Hahn 1 die Anlage mit Wasser befüllt. Der Anlagendruck wird dabei bis kurz unterhalb des Ansprechdruckes des Sicherheitsventiles erhöht, maximal auf 6 bar. Anschließend wird der KFE-Hahn 1 geschlossen, die Pumpe manuell in Betrieb gesetzt und der Solarkreis über den Entlüfter bzw. die Pumpe (Entlüftungsschraube) entlüftet. Fällt der Druck als Folge des Entlüftens stark ab, wird er durch Nachfüllen wieder erhöht. Die Anlage ist nun auf Undichtigkeiten zu prüfen (optisch und mit der Hand). Eine Dichtigkeitskontrolle über das Manometer ist infolge von einstrahlungsbedingten Druckschwankungen tagsüber nicht möglich. Am Ende der Dichtigkeitsprüfung kann durch weitere Druckerhöhung die Funktionstüchtigkeit des Sicherheitsventils geprüft werden. Anschließend wird der Solarkreis durch Öffnen von Hahn 1 und 4 vollständig entleert. Mit der Menge des auslaufenden Wassers lässt sich bei einem Wasser-Frostschutz-Gemisch von beispielsweise 60 zu 40 % die Menge des Frostschutzes bestimmen. Da immer ein wenig Wasser im Solarkreis zurückbleibt



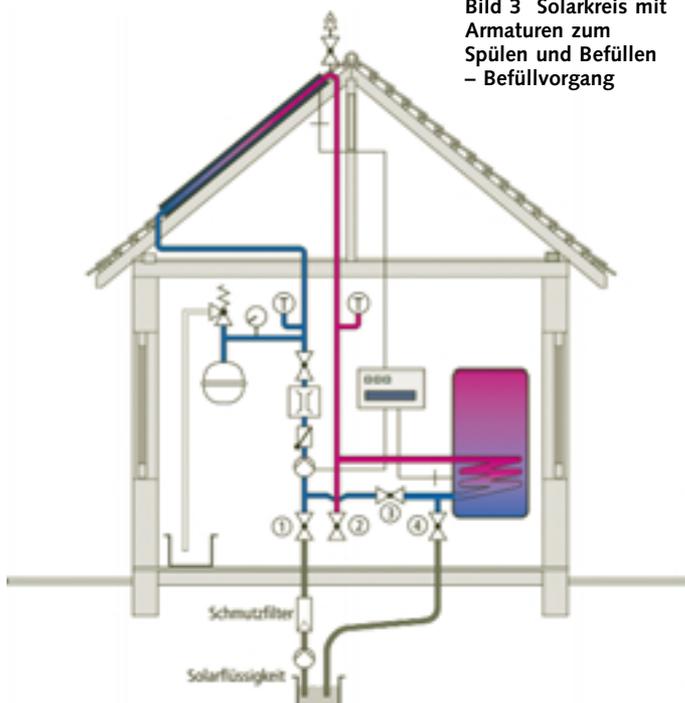
Bild 2 Power-Box mit Füllpumpe (Resol, Hattingen)

(z. B. in den Kollektoren, im Wärmetauscher) ist die gemessene Wassermenge für die Bestimmung des Frostschutzes entsprechend zu erhöhen.

## Befüllen mit Solarflüssigkeit und Entlüften

Nach dem Mischen des Frostschutzkonzentrates mit Wasser zum Erreichen des gewünschten Frostschutzes (eventuelle Überprüfung mittels Aräometer; bereits fertig gemischte Solarflüssigkeit erleichtert die Inbetriebnahme) wird die Solarflüssigkeit mit Hilfe einer Pumpe über den KFE-Hahn 1 in den Solarkreis gedrückt (Bild 3). Da die Solarflüssigkeit gegenüber Wasser bedeutend kriechfreudiger ist, sollte bei der Gelegenheit erneut die Dichtigkeit der Anlage per Hand geprüft werden. Um die Luft aus der Solarflüssigkeit herauszuholen, wird folgendermaßen vorgegangen:

- Durch anfängliches Umpumpen der Solarflüssigkeit durch die Anlage und den Mischbehälter wird schon ein großer Teil der Luft entfernt, die Schlauchenden müssen hierbei vollständig in der Flüssigkeit liegen. Wenn keine Luftblasen mehr aufsteigen, kann der KFE-Hahn 4 geschlossen werden.
- Druckaufbau bis auf Anlagendruck (= statischer Druck + 0,5 bar) plus Zuschlag für Druckabfall durch weiteres Entlüften.
- Einschalten der Umwälzpumpe. Am besten ist mehrfaches Ein- und Ausschalten in 10-Minuten-Abständen.



**Bild 3 Solarkreis mit Armaturen zum Spülen und Befüllen – Befüllvorgang**

- Zur Entlüftung der Umwälzpumpe wird die Messingschraube an der Stirnseite aufgedreht.

Fällt der Druck infolge von Entlüftung unter den Anlagendruck, ist entsprechend Solarflüssigkeit nachzufüllen. Nach einigen Tagen werden dann die Absperrhähne unter den Entlüftern zudreht.

## Befüllen des Speichers

Erst den KFE-Hahn in der Kaltwasserleitung vor dem Speicher schließen, dann einen Warmwasserhahn möglichst in Speichernähe öffnen und das Absperrventil in der KW-Leitung vor dem Speicher. Aus dem Warmwasserhahn entweicht nun die Luft aus dem Speicher, dann Luft und Wasser. Erst wenn nur noch Wasser aus dem Warmwasserhahn kommt, kann dieser geschlossen werden. Die Verbindungsleitung zum Sicherheitsventil ist durch Öffnen desselben zu entlüften, bis Wasser ausströmt. Danach sind der Flanschdeckel und sämtliche Speicheranschlüsse auf Dichtigkeit zu überprüfen. Erst dann sollte der Speicher gedämmt werden.

## Einstellen von Mischventil, Pumpe und Regelung

Die Warmwasserzapfentemperatur (max. 60 °C) lässt sich am Regulierknopf des Mischventils einstellen und ist am Wasserhahn zu prüfen, oder einfacher an einem in Fließrichtung hinter dem Mischventil montierten

Thermometer abzulesen.

Der Volumenstrom bei Kleinanlagen beträgt meist etwa 40 l/m<sup>2</sup>h (High-Flow-Betrieb), in Anlagen mit Schichtenspeichern 15 l/m<sup>2</sup>h (Low-Flow-Betrieb). Die Pumpe sollte in ihrem mittleren Leistungsbereich den hierfür notwendigen Druck erzeugen können. Dies führt bei voller Sonneneinstrahlung dazu, dass sich zwischen Vor- und Rücklauf im High-Flow-Betrieb eine Temperaturdifferenz von etwa 10 bis 15 K, im Low-Flow-



**Bild 4 Befülleinrichtung (Resol, Hattingen)**

Betrieb von 30 bis 50 K einstellt. Kontrolliert werden kann der tatsächliche Volumenstrom mit Hilfe eines Taco-Setters oder Flow-Meters, der/das meist in der Solarstation integriert ist.

An der Regelung wird die Einschalttemperaturdifferenz von 5 bis 10 K und wenn möglich die Ausschalttemperaturdifferenz von etwa 2 K eingestellt. Hierdurch wird erreicht, dass einerseits die am Kollektor erzeugte Wärme auf einem brauchbaren Temperaturniveau in den Speicher übertragen wird und andererseits keine unnötige Pumpenenergie verbraucht wird, ohne dass es solare Wärme zu ernten gibt.

## Abnahme der Solaranlage

Ist die Solaranlage fertiggestellt, so kann der Auftragnehmer vom Auftraggeber die Abnahme seiner Leistung verlangen. Bei der dazu durchzuführenden Abnahmeverhandlung prüft der Auftraggeber Umfang, Qualität und Funktion der Anlage. Gibt es keine oder nur geringfügige Mängel oder Restarbeiten, wird von beiden Parteien ein Abnahmeprotokoll (Muster auf CD) ausgefüllt und unterschrieben. In ihm sind aufgeführt:

- Beschreibung der erbrachten Leistung
- Feststellung etwaiger kleiner Mängel oder Restarbeiten mit Terminfestlegung für die Erledigung
- Datum und Unterschrift beider Parteien.

Damit ist die Abnahme erfolgt. Rechtsfolgen sind:

- Fälligkeitsvoraussetzung für die Bezahlung der Rechnung bzw. Schlussrechnung
  - Gefahrenübergang (d. h., die Haftung für Beschädigung oder Verlust geht von Installationsfirma auf den Eigentümer über)
  - Beginn der Gewährleistungsfrist
- Gibt es schwerwiegende Mängel, muss die Abnahmeverhandlung wiederholt werden.

## Wartungsaufgaben bei einer Solaranlage

Solarthermische Anlagen sind ausgesprochen wartungsarm, eine regelmäßige Überprüfung ist jedoch empfehlenswert. Die Wartungsarbeiten sollten in einem Abstand von etwa zwei Jahren, möglichst jeweils im Frühjahr an einem sonnigen Tag, durchgeführt werden. Im Rahmen der Wartung sollte sich auch nach der Zufriedenheit der Nutzer erkundigt werden. Die Wartungsarbeiten sind in einem Wartungsprotokoll (Muster auf CD-ROM) beschrieben und beinhalten im Einzelnen:

### Sichtprüfung

Die Sichtprüfung beinhaltet die Prüfung der Kollektoren und des Solarkreises auf optische Veränderungen:

- Kollektoren: Verschmutzung, Befestigung, Verbindungen, Leckagen, Glasbruch, beschlagene Scheiben/Röhren
- Solarkreis und Speicher: Lückenhaftigkeit der Wärmedämmung, Leckagen, eventuell vorhandenen Schmutzfänger prüfen/säubern, Druck, Füllstand des Kanisters

### Überprüfung des Frostschutzes

Der Frostschutz wird mit einem Aräometer (Dichteheber) geprüft. Hierzu wird eine bestimmte Menge an Solarflüssigkeit entnommen. Am Aräometer wird entweder direkt die Temperatur angezeigt, bis zu der



Bild 5 Service-Koffer (Resol, Hattingen)

die Anlage geschützt ist, oder es wird die spezifische Dichte angezeigt. Damit lassen sich über ein Dichte-Konzentrations-Diagramm der aktuelle Gehalt an Frostschutzmittel und damit der Stockpunkt bestimmen.

### Überprüfung des Korrosionsschutzes

Im Solarkreis erfolgt die Überprüfung des Korrosionsschutzes der Solarflüssigkeit indirekt über die Ermittlung des pH-Wertes. Hierfür sind pH-Teststreifen geeignet, bei denen die Ablesung des pH-Wertes über eine Farbskala erfolgt. Sinkt der pH-Wert gegenüber dem ursprünglichen Wert (siehe Abnahmeprotokoll) auf unter 7, sollte die Frostschutzmischung gewechselt werden.

Beim Speicher erfolgt eine Prüfung der Magnesiumopferanode durch Messung des Stromflusses zwischen gelöstem Kabel und Anode mittels Amperemeter. Über 0,5 mA ist ein Austausch nicht erforderlich. Bei vorhandener Fremdstromanode reduziert sich das Überprüfen des Korrosionsschutzes auf die Kontrolle der grünen Leuchtdiode.

### Kontrolle der Anlagenparameter

Die Anlagengrößen Druck, Temperatur sowie die Reglereinstellungen sind zu prüfen. Im Betrieb schwankt der Anlagendruck in Abhängigkeit von der Temperatur. Nach vollständiger Entlüftung darf er vom bei der Abnahme eingestellten Wert um nicht mehr als max. 0,3 bar abweichen. Keinesfalls darf er unter den Vordruck des MAG absinken. Die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf sollte in High-Flow-Anlagen bei voller Sonneneinstrahlung nicht über 20 K (Luft im Solarkreis, Verstopfung durch Schmutz) und nicht unter 5 K liegen (Verkalkung Wärmetauscher). Die Reglereinstellungen (Abnahmeprotokoll) und Funktionen sind zu prüfen. Falls vorhanden, können im Rahmen der Wartung auch Daten zur Funktions- und Ertragskontrolle der Anlage aufgenommen werden. Hierzu zählen die Betriebsstunden der Solarkreispumpe und die vom Solarkreis erbrachte Wärmemenge.

Die Solarkreispumpe sollte in etwa eine jährliche Laufzeit entsprechend der Sonnenscheindauer des Standortes besitzen (Beispiel: Berlin 1700 Stunden). Im Mittel liegt die jährlich geerntete Wärmemenge einer solarthermischen Anlage zur Warmwasserbereitung mit Flachkollektoren bei etwa 350–400 kWh (Kombianlage 250–300 kWh), mit Vakuumröhrenkollektoren bei etwa 450–500 kWh (Kombianlage 300–400 kWh) pro installiertem Quadratmeter Absorberfläche. \*



## Leitfaden „Solarthermische Anlagen“

Der Leitfaden „Solarthermische Anlagen“ ist in der vollständig überarbeiteten 7. Auflage 2004 auf ca. 500 Seiten und 350 farbige Abbildungen angewachsen (Preis: 79 Euro, inkl. MwSt., zzgl. Versand). Abgerundet werden die zahlreichen Facetten der Technik, Planung und Montage mit Basiswissen zu Marketing und Verkauf. Die zwölf Hauptkapitel des DIN A4 Ringordners sind:

1. Allgemeines
  2. Warum Sonnenenergie nutzen?
  3. Vom Wärmebedarf zum Energiebedarf – die EnEV
  4. Komponenten solarthermischer Anlagen
  5. Kleine und mittlere Anlagen (Systeme zur WW-Bereitung, Systeme zur Heizungsunterstützung, Einbindung von Solaranlagen in bestehende Systeme, Planung und Dimensionierung, Kosten und Erträge etc.)
  6. Montage, Inbetriebnahme, Wartung und Service
  7. Großanlagen
  8. Solare Freibadbeheizung
  9. Solare Luftsysteme
  10. Solare Kühlung und solarthermische Kraftwerke
  11. Elektronische Medien und Software
  12. Marketing und Förderung
- Ergänzend ist dem Ordner eine praktische CD-ROM beigelegt mit Produktübersichten, Checklisten, Mustervorträgen, Demoversionen von Simulationsprogrammen etc.

**SBZ-Fazit:** Ein sehr empfehlenswertes Standardwerk für Planer, SHK-Handwerksbetriebe sowie für die Aus- und Weiterbildung.

### Weitere Infos und Bestellung:

DGS Landesverband Berlin Brandenburg, Erich-Steinfurth-Str. 6, 10243 Berlin, Telefon (0 30) 29 38 12 60, Telefax (0 30) 29 38 12 61, [www.dgs-berlin.de](http://www.dgs-berlin.de)