

Trinkwassererwärmung gemäß DVGW W551 bei Solaranlagen

# Solarsysteme im Überblick

Dr. Sonne\*

*Bei der Errichtung von Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung wird oft das Thema „Legionellen“ diskutiert. Insbesondere Großanlagen in Mehrfamilienhäusern, öffentlichen Gebäuden, Altersheimen etc. erfordern gemäß DVWG W551 einmal täglich die Aufheizung des Speichers auf 60 °C. Bei der praktischen Umsetzung dieser Anforderung gilt es zwischen den Lösungsvarianten Zweikreisystem, Systeme mit Pufferspeichern und Drain-Back-Systemen zu unterscheiden.*

Im Zusammenhang mit der Errichtung von Solaranlagen wird oft das Thema „Legionellen“ diskutiert. Das DVGW Arbeitsblatt W551 unterscheidet die folgenden Anlagentypen:

- **Kleinanlagen:** Hierunter fallen alle Ein- und Zweifamilienhäuser sowie Anlagen mit Trinkwassererwärmern mit einem Inhalt unter 400 l und einem Inhalt unter 3 l in jeder Rohrleitung zwischen dem Abgang des Trinkwassererwärmers und jeder Entnahmestelle. Zirkulationsleitungen werden nicht berücksichtigt. Aufgrund des geringen Infektionsrisikos gelten für Kleinanlagen reduzierte Anforderungen hinsichtlich der Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums.
- **Großanlagen:** Diese Bezeichnung umfaßt alle Anlagen außerhalb der Definition der Kleinanlagen. Auch Anlagen unter 400 l Inhalt des Trinkwassererwärmers gelten als Großanlage, wenn die nachgeschaltete Warmwasserleitung zur entferntesten Entnahmestelle mehr als 3 l beinhaltet. Bei allen Großanlagen muß am Warmwasseraus-

tritt des Trinkwassererwärmers eine Temperatur von 60 °C eingehalten werden. Bei Anlagen mit Vorwärmstufe muß der gesamte Trinkwasserinhalt einmal am Tag auf 60 °C erwärmt werden.

Da im Bereich von Ein- und Zweifamilienhäusern meist keine Aufheizung des Speichervolumens auf 60 °C vorgenommen wird, sind die dort eingesetzten Solaranlagen nicht den Auswirkungen der erhöhten Temperaturen im Speicher aufgrund der Aufheizung ausgesetzt. Daher werden dort meist nur Anlagen mit einem Trinkwasserspeicher oder einem Kombispeicher zur Heizungsunterstützung eingebaut. Bei Anlagen in Mehrfamilienhäusern, öffentlichen Gebäuden, Altersheimen etc. muß die Aufheizung des Speichers auf 60 °C gemäß DVWG W551 einmal täglich erfolgen. Hier gilt es zwischen nachfolgenden Lösungsvarianten zu unterscheiden.

Solarexperte Dipl.-Ing. Karl-Heinz Remmers, alias Dr. Sonne, ist Geschäftsführer der Solarpraxis Supernova AG, 10115 Berlin, Telefon (0 30) 28 38 75 11, Telefax (0 30) 28 38 75 40, Internet: <http://www.solarpraxis.de>



## Zweikreisysteme

Die als Zweikreisystem beschriebenen Anlagen besitzen einen Kollektorkreis und einen Trinkwasserkreis. Die Bezeichnung wird üblicherweise auch für in gleicher Weise aufgebaute kleine Solaranlagen gewählt.

**Anlagen mit einem Trinkwasserspeicher**  
Aufgrund von Betriebserfahrungen empfiehlt es sich, für Solaranlagen bis 30 m<sup>2</sup> Kollektorfeld einfach aufgebaute und betriebssichere Ein-Speicher-Systeme zu errichten und den Speicher mit der Möglichkeit einer thermischen Desinfektion zu versehen (Bild 1). Der Aufbau des Speichers sollte dem eines „kleinen“ Solarspeichers entsprechen. Alternativ kann für die Nachheizung des Speichers eine externe Speicherladeeinrichtung verwendet werden (siehe Abbildung). Zunächst erwärmen bei diesem System die Kollektoren den Kollektorkreis, um nach Erreichen einer nutzbaren Temperaturdifferenz über den unteren Wär-

metauscher den Solar-/Trinkwasserspeicher zu beheizen. Eine sogenannte Bypasschaltung im Kollektorkreis verhindert dabei ein Auskühlen des Speichers beim morgendlichen Anlaufen der Solaranlage. Erreicht der Trinkwasserspeicher nicht die gewünschte Solltemperatur im oberen Bereich, schaltet sich die Nachheizung ein. Diese Nachheizung ermöglicht auch die thermische Desinfektion des gesamten Trinkwasserspeichers.

- Vorteile:**
- einfacher Anlagenaufbau, bekannte Systemkomponenten
  - günstiger Preis
- Nachteil:**
- unter Umständen niedrige Erträge durch die thermische Desinfektion
- Die thermische Desinfektion bringt den gesamten Speicher auf ein hohes Temperaturniveau. Um

den Solarertrag nur minimal zu verringern, sollte sie am späten Nachmittag vor einer großen Wasserzapfung erfolgen. Der Speicher wird dadurch am darauffolgenden Tag im unteren Bereich auf ein möglichst niedriges Temperaturniveau gebracht und so ein frühes Einschalten der Anlage ermöglicht.

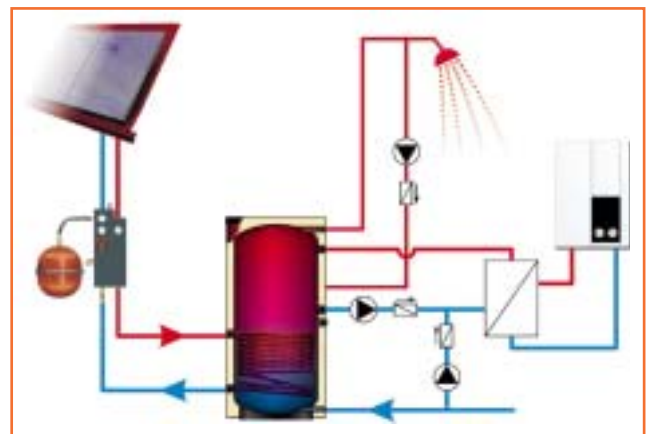


Bild 1 Zweikreisanlage mit einem Trinkwasserspeicher

**Anlagen mit mehreren Trinkwasserspeichern**

**• Solaranlage mit parallel/seriell verschalteten Trinkwasserspeichern und internen Wärmetauschern**

Wie in Bild 2 dargestellt, erwärmt sich der Kollektorkreis zunächst über eine Bypassstrecke, ohne die internen Wärmetauscher zu durchströmen. Diese werden nach Erreichen einer nutzbaren Temperaturdifferenz freigegeben und die Speicher erwärmen sich. Um bereits von geringen Temperaturen im Kollektor zu profitieren, wird zuerst der kalte Speicher und dann der wärmere beladen.

Die Speicher sind von der Beladeseite durch den Kollektorkreis parallel geschaltet. Beide Speichereinheiten sind entladeseitig in Reihe geschaltet. Im Betrieb werden auch zwei parallele Speicher die gleiche Temperatur annehmen. Durch Reihenschaltung auf der Entladeseite entstehen zudem unterschiedliche Temperaturniveaus in den Speichereinheiten. Es bilden sich Schichten unterschiedlich warmen Wassers, die Nachheizung erfolgt in den oberen Teil der wärmeren Speicher.

**Vorteile der internen Wärmetauscher:**

- einfacher Aufbau der Anlage mit wenigen Bauteilen
- ohne Trinkwasserzapfung in den einzelnen Speichern nur Durchmischung durch Konvektion

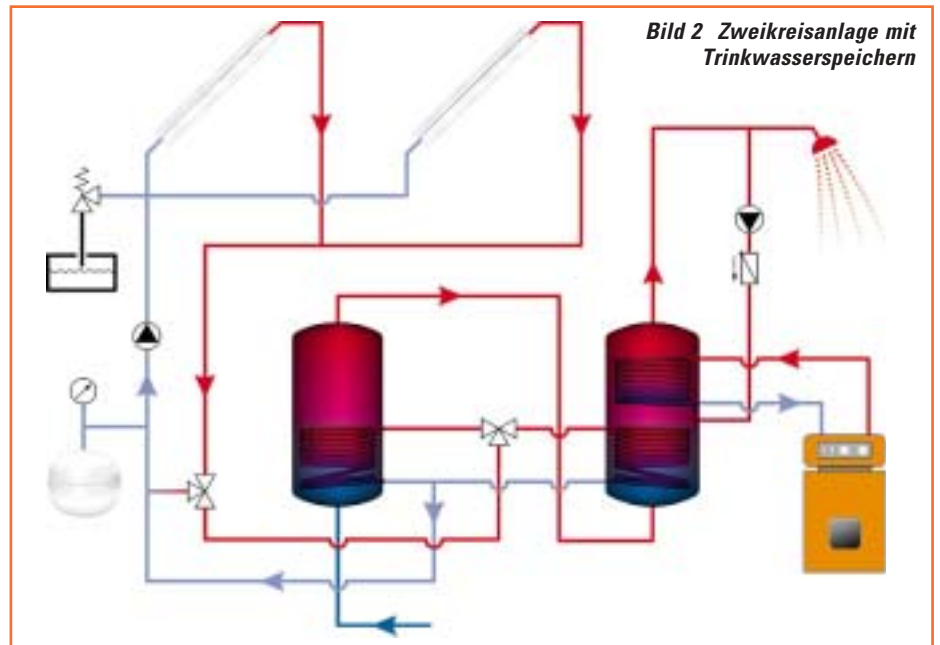


**• Solaranlage mit parallel/seriell verschalteten Trinkwasserspeichern und externen Wärmetauschern**

Die in Bild 3 dargestellte, weit verbreitete Systemkonfiguration besitzt einen externen Wärmetauscher zwischen Kollektor- und Trinkwasserkreis. Im Betrieb erwärmt sich zunächst der Kollektorkreis, nach Erreichen einer sinnvoll nutzbaren Temperaturdifferenz zwischen Kollektorkreis und dem Speicherkreis belädt die Trinkwasserpumpe die beiden Speicherebenen. Wie beim System mit internen Wärmetauschern erfolgt die Entladung seriell, und ermöglicht so den Aufbau von Temperaturschichten in den Speichergruppen. Als Ergänzung zum Aufbau in Bild 3 kann die Einführung der Warmwasserzirkulation wahlweise in dem unteren oder oberen Teil der Speicher erfolgen. Mittels einer Umschaltung können so bei ausreichender Solarwärme im Speicher die Zirkulationsverluste solar gedeckt werden (diese Variante ist auch bei internen WT realisierbar).

**Vorteile der externen Wärmetauscher:**

- geringere Kosten als interne WT
- Schichtladesysteme sind einfacher realisierbar

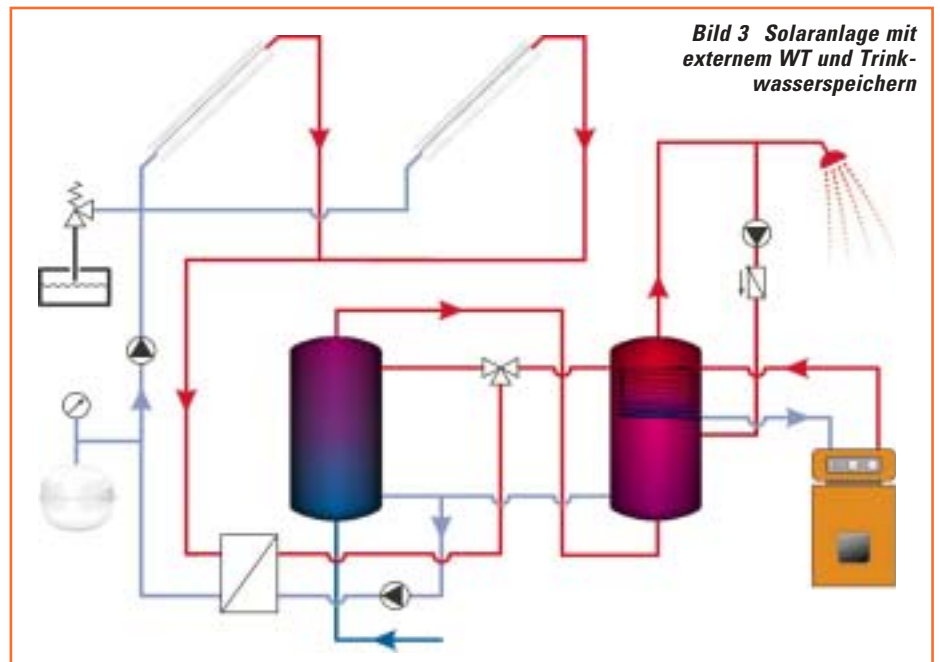


**Bild 2 Zweikreisanlage mit Trinkwasserspeichern**

**Nachteile der internen Wärmetauscher:**

- für jeden Speicherteil wird ein für die gesamte Leistung des Kollektorfeldes dimensionierter Wärmetauscher benötigt; dies führt zu hohen Kosten
- Schichtladesysteme können nur mit spez. Wärmetauschern zum Einsatz kommen

Die Wärmetauscher dieser Systeme wurden in der Vergangenheit aufgrund der irrtümlichen Annahme, man könne die Leistungen aller Einzelwärmetauscher addieren, zu klein dimensioniert. Dies führte oftmals zu enttäuschenden Ergebnissen im Betrieb der Solaranlage.



**Bild 3 Solaranlage mit externem WT und Trinkwasserspeichern**

**Nachteile der externen Wärmetauscher:**

- weitere Bauteile, kompliziertere Montage auf der Baustelle

- bei ungünstiger Anordnung der Einströmung auf der Beladeseite Störung der Temperaturschichtung in den Speichern

## ● Gleichmäßige Durchströmung notwendig

In beiden Systemen müssen zur Vermeidung unterschiedlicher Temperaturen in parallel geschalteten Speichern diese so verrohrt werden, daß sie gleichmäßig durchströmt werden. Die Temperaturmessung für den Betrieb des Kollektorkreises kann ansonsten verfälscht werden. Eine gleichmäßige Be- und Entladung der Speicher kann durch gleiche Rohrlängen der Speicheranschlüsse oder durch eine Verschaltung nach dem Tichelmannprinzip erreicht

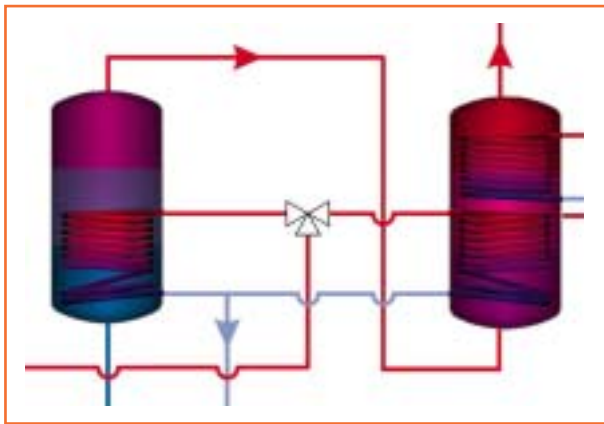


Bild 4 Speicher parallel/seriell (Schichten)



## Systeme mit Pufferspeichern

Eine Erhöhung des Temperaturniveaus im gesamten Trinkwasserspeicher durch Beachtung der Richtlinie DVGW 551 führt zwangsläufig zu höheren Energieverlusten im betrachteten System. Bei großen Trinkwasserspeichern, die dem Solarsystem als Energiespeicher dienen, werden die Verluste größer sein als bei konventionellen Systemen zur Warmwasserbereitung mit entsprechend kleineren Speichern. Zudem führt eine Aufheizung des Energiespeichers aufgrund der mit den höheren Temperaturen verbundenen Wärmeverluste zu einer Senkung des Kollektorkreisnutzungsgrades. Der Energieertrag kann bei sonst gleichen

werden. Das Volumen der einzelnen Parallelschaltungen darf dabei nicht zu groß werden, um eine Schichtladung auf unterschiedlichen Temperaturniveaus zu ermöglichen. Der Aufbau von mehr als zwei Schichtbereichen mittels Speichern und Ventilen hat sich dabei als nur wenig effizient und mit Fehlern behaftet erwiesen. Die Anlagen werden unter Einsatz von Ventilen oder Pumpen mit max. zwei Schicht-/Speicherebenen ausgeführt (Bild 4). Der Vorteil der Systeme mit direkter Trinkwassererwärmung liegt in der Einsparung des Pufferspeichers und der durch ihn verursachten höheren Temperaturen im Kollektorkreis. Im unteren Speicherteil stellt sich die minimal erreichbare Temperatur des kalten Wassers aus dem Trinkwassernetz ein. Die Solaranlage kann so bereits auf niedrigem Temperaturniveau ihre Leistung abgeben und erreicht hohe Erträge. Seit Einführung der Richtlinien entsprechend DVGW W551 ist die Verwendung dieser



Systemkonfiguration in Deutschland stark zurückgegangen. Die im Arbeitsblatt geforderte tägliche Aufheizung auf 60 °C im gesamten Speicher inklusive der Vorwärmstufen läßt den Solarertrag stark sinken. Da für die Speicherung der solaren Wärme große Trinkwasservolumina erforderlich sind, kann zudem der Energiebedarf der Nachheizung steigen. Die Systeme können bei Überwachung des Trinkwassers durch den Betreiber oder bei Nutzung einer anderen effektiven Desinfektion des Warmwassers (z. B. UV-Bestrahlung) sowie in allen Ländern außerhalb des Geltungsbereichs der DVGW-Richtlinie errichtet werden.

### Vorteile:

- beste Nutzung auch niedriger Kollektortemperaturen
- einfache Anlagentechnik
- bei geschickter Materialwahl geringe Kosten
- Wegfall von Entladeregelungen und Wärmetauschern

### Nachteile:

- durch die Trinkwasserspeicher unter Umständen höhere Kosten als bei Puffersystemen
- schlechte Solarerträge bei Durchführung der Aufheizung gemäß DVGW W551



ren interner Beladung), auch die Art der Beladung gemeinsam. Bei Erreichen einer Mindesteinstrahlung oder einer nutzbaren Temperaturdifferenz zwischen Kollektorfeld und Pufferspeicher startet zunächst die Kollektorkreispumpe und erwärmt den Kollektorkreis. Liegt dann am Eintritt des Kollektorkreiswärmetauschers eine nutzbare Temperaturdifferenz vor, wird die Pufferkreisladepumpe zugeschaltet, und die Pufferspeicher werden über die Umschaltung z. B. eines Dreiwegeventils oder mittels einer Schichtladeeinrichtung im Pufferspeicher beladen.

# Wo

finden Sie **alle** Handwerksbetriebe ...

Natürlich unter

[www.shk.de](http://www.shk.de)



## Puffersysteme im Speicherladeprinzip

### ● Nachheizung in den Bereitschaftsspeicher

Erreicht die Temperatur im wärmeren Pufferspeicherbereich (in Bild 5 der rechte Pufferspeicher) ein für die Erwärmung des Trinkwassers im Bereitschaftsspeicher nutzbares Temperaturniveau, laufen die Pufferkreisladepumpe und die Speicherladepumpe des Trinkwasserspeichers an. Der Bereitschaftsspeicher wird solar beladen. Wenn möglich, sollte der Bereitschaftsspeicher in einen Bereich für die Nachheizung und einen (unteren) Bereich für die Beladung durch die Solaranlage unterteilt sein. Der obere Teil des Bereit-

schaftsspeichers wird kontinuierlich durch die konventionelle Nachheizung auf dem für die Versorgungssicherheit erforderlichen Temperaturniveau gehalten. Bei Beachtung der Bestimmungen gemäß DVGW W551 wird der gesamte Bereitschaftsspeicher einmal täglich auf 60 °C erwärmt. Somit wird die Nacherwärmung des Trinkwassers durch konventionelle Heiztechnik ausschließlich im Bereitschaftsspeicher vorgenommen. Dies hat sich im Vergleich verschiedener Konzepte zur Nacherwärmung des Trinkwassers auf die erforderlichen Zapftemperaturen in Hinblick auf ma-

ximale Systemnutzungsgrade der Solaranlage als am zweckmäßigsten erwiesen.

#### Vorteile:

- Die Entladung der Pufferspeicher ist unabhängig vom momentanen Wasserverbrauch möglich.
- Durch Nachheizung nur in den Bereitschaftsspeicher werden hohe Systemnutzungsgrade des Gesamtsystems erzielt (der Solarteil erhält keine Wärme aus der Nachheizung und ist immer voll für die Aufnahme der Solarwärme bereit).
- Der Entladewärmetauscher kann relativ klein und preisgünstig gehalten werden.

#### Nachteile:

- Der Bereitschaftsspeicher benötigt einen Solarteil im unteren Bereich, oder die Temperatur der Nachheizung muß gesenkt werden, um eine Beladung durch die Solaranlage auch auf niedrigem Temperaturniveau zu ermöglichen.
- Die Regelung der Pufferentladung ist kompliziert, eine zu hohe Temperatur im Pufferentladekreisrücklauf mindert den Solarertrag (da hohe Temperaturen auch im kälteren Pufferspeicherbereich auftreten).
- Bei Neuanlagen wird durch die zwei Wärmetauscher in der Pufferentladung und in der Nachheizung des Trinkwasserspeichers der Aufbau der Gesamtanlage komplizierter als bei einer Nachheizung durch den Heizkessel mehr erforderlich).

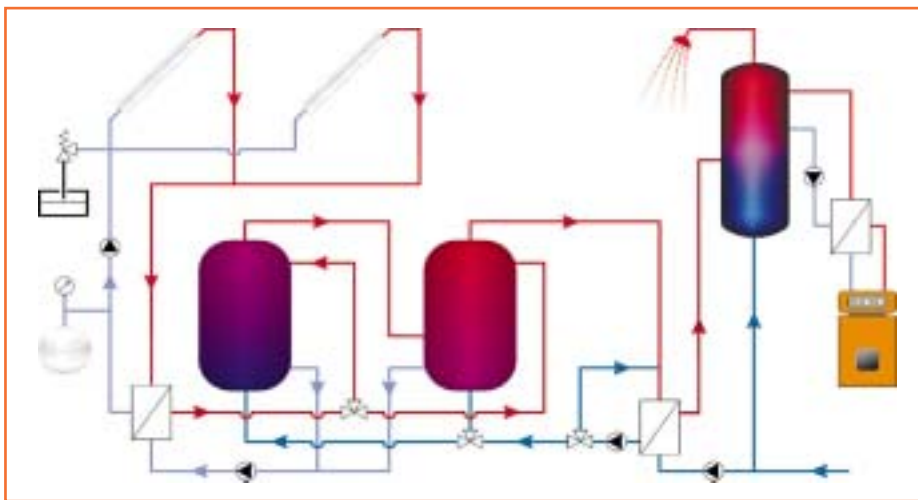


Bild 5 Puffer mit Speicherladeprinzip und Nachheizung in den Bereitschaftsspeicher



### ● Nachheizung in den Pufferspeicher

Beim Anlagenkonzept in Bild 6 erfolgt die Nachheizung in den wärmeren Pufferspeicher und von dort die Beladung des Bereitschaftsspeichers. Im Pufferspeicher werden hier Solar- und konventionelle Energie kombiniert. Der Nachheizungsteil des Pufferspeichers wird mit konventioneller Nachheizung auf 70 °C erwärmt, um im Bereitschaftsspeicher eine Temperatur von z. B. 60 °C zu erzeugen. Der Entladewärmetauscher wird gemäß den Erfordernissen der Versorgungssicherheit des Trinkwassersystems dimensioniert. Der Bereitschaftsspeicher und der Nachheizungsteil im Pufferspeicher werden ebenfalls in Hinblick auf die Versorgungssicherheit ausgelegt.

#### Vorteile:

- Durch die Nachheizung in den Pufferspeicher entfällt ein weiterer Wärmetauscher, die Anlage wird einfacher und damit betriebssicherer.
- Der Bereitschaftsspeicher muß keinen So-

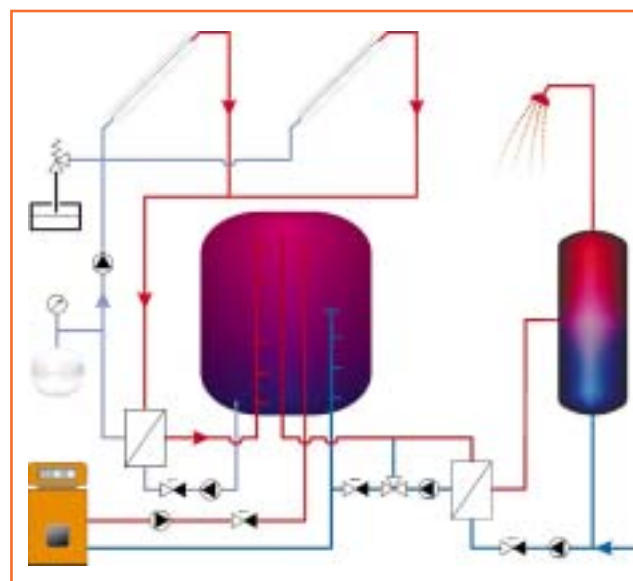


Bild 6 Puffer mit Speicherladeprinzip und Nachheizung in den oberen Teil des Pufferspeichers

larteil enthalten, ein vorhandener Speicher kann problemlos weiter genutzt werden.

#### Nachteile:

- Durch die Aufheizung des wärmeren Pufferspeichers auf Temperaturen oberhalb der erforderlichen Trinkwassertemperatur entstehen höhere Wärmeverluste.
- Der Pufferentladekreiswärmewärmetauscher muß sehr groß dimensioniert werden, um die erforderlichen Leistungen zu übertragen.
- Im Entladekreiswärmewärmetauscher entsteht durch die hohen Temperaturen eine erhöhte Verkalkungsgefahr.

## Puffersysteme im Durchlaufprinzip

Beim dem in Bild 7 dargestellten Anlagentyp erfolgt die Entladung der Pufferspeicher im Durchlaufprinzip. Wird Trinkwasser gezapft und ist gleichzeitig ein nutzbares Temperaturniveau im wärmeren Pufferspeicher vorhanden, startet die Pufferentladepumpe. Die Solarwärme wird auf das Trink-

wasser übertragen. Durch eine Steuerung des Volumenstroms im Entladekreis kann dabei das Pufferwasser beispielsweise bis auf 5 K oberhalb der kalten Trinkwasser-eintrittstemperatur abgekühlt werden. Diese Abkühlung ist sowohl bei kleinen als auch großen Zapfungen möglich, und der kältere Pufferspeicherbereich nimmt so die

niedrigst möglichen Temperaturen an. Durch die Wärmeabgabe auf niedrigem Temperaturniveau steigt der Solarertrag.

### Vorteile:

- Vorhandene Bereitschaftsspeicher können nach Einbau der Solaranlage unverändert weiter betrieben werden; auch reine Durchlaufsysteme können durch die Solaranlage ergänzt werden.
- Die Solaranlage wird durch den Einbau des Entladekreiswärmetauschers sehr einfach in das bestehende Trinkwassernetz eingebunden.
- Durch einen sehr kalten Rücklauf in den Pufferspeicher wird ein hoher Solarertrag erzielt.

### Nachteile:

- Die Regelung der Entladung muß sehr exakt arbeiten
- Bei starken Schwankungen der Zapfraten und sehr großen Puffervolumina ist das Durchlaufsystem evtl. zu träge und kann die Wärme des Pufferspeichers nicht ausreichend abgeben
- Der Entladekreiswärmetauscher muß auf mittlere oder maximale Zapfspitzen ausgelegt werden und wird somit groß und teuer

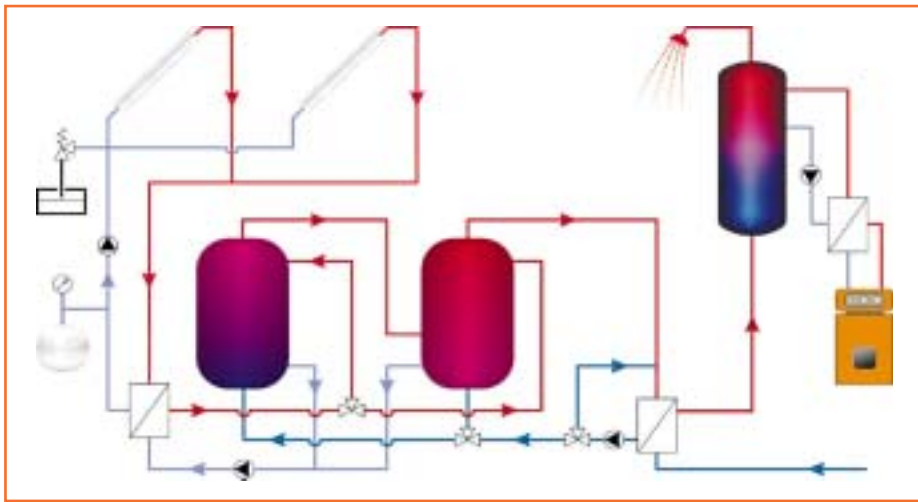


Bild 7 Puffer mit Durchlaufprinzip



## Puffersystem mit integriertem Trinkwasserspeicher

Das aus der Schweiz stammende Puffersystem mit im Pufferspeicher integriertem Trinkwassererwärmer (Bild 8) wird meist für Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung oder für sogenannte Nullenergiehäuser (solarer Deckungsgrad 100 %) eingesetzt. Die von der Anlagentechnik sehr einfachen und gegen Störungen unempfindlichen Systeme arbeiten nach dem Funktionsprinzip eines

Puffersystems mit Speicherbeladung und im Pufferspeicher integrierter Nachheizung. Der Bereitschaftsspeicher befindet sich im Pufferspeicher, externe Wärmetauscher entfallen in der Regel. Zuerst erwärmt sich der Kollektorkreis, um dann die Wärme über interne Wärmetauscher an den Pufferspeicher abzugeben. Im Pufferspeicher entsteht durch die Wärmeabnahme der Trinkwasserzapfung eine Temperaturschichtung. Der bis in den unteren Pufferbereich gezogene innere Trinkwasserspeicher kühlt so

zunächst den unteren Bereich des Speichers aus und ermöglicht eine Wärmeabgabe des Kollektorkreises an den Pufferspeicher auch auf niedrigem Temperaturniveau. Der innenliegende Trinkwasserspeicher muß so dimensioniert werden, daß sein im Bereich der Nachheizung befindlicher Bereitschaftsteil die Versorgungssicherheit des Gebäudes mit warmem Trinkwasser gewährleisten kann. Dieses System kommt bei großen solarthermischen Anlagen zur Warmwasserbereitung in Deutschland selten zum Einsatz, da für die thermische Desinfektion (gemäß DVGW W551) der gesamte Pufferbereich einmal am Tag auf 60 °C aufgeheizt werden muß und dies zu erheblichen Einbußen beim Solarertrag und sehr hohen Wärmeverlusten führen würde. In Anlagen zur Wassererwärmung mit einer Unterstützung der Raumheizung konnten sich dagegen dieses und verwandte Systeme durchsetzen. In der Schweiz und in Österreich wird dieses sehr betriebssichere System auch in Anlagen zur ausschließlichen Wassererwärmung erfolgreich eingesetzt, die Anlagen erzielen dort sehr gute Betriebsergebnisse.

### Vorteile:

- sehr einfach und klar aufgebautes System (sehr wenige Störquellen)
- gute solare Erträge

### Nachteile:

- hohe Wärmeverluste durch thermische Desinfektion und die hohen Temperaturen im oberen Pufferspeicher (Nachheizungsteil)
- meist sehr große, sperrige Speichereinheiten erforderlich (Platzprobleme)
- eine manuelle Reinigung des inneren Speichers ist häufig nicht möglich, da Hand-/Mannlöcher in der Regel fehlen

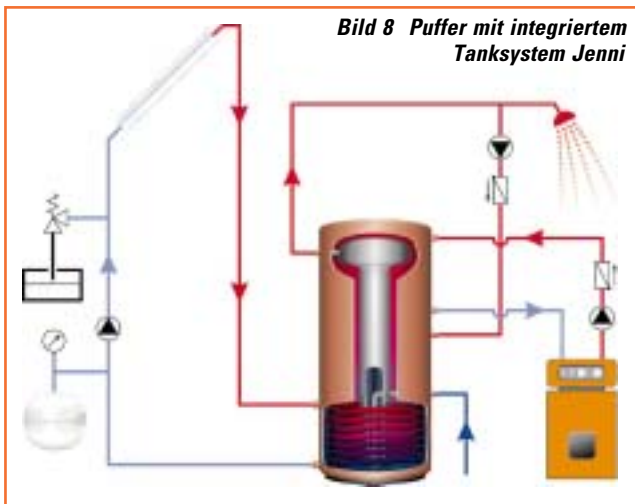


Bild 8 Puffer mit integriertem Tanksystem Jenni

## Drain-Back-Systeme

Eine weitere, in den Niederlanden und den USA stark verbreitete Systemvariante findet im deutschsprachigen Raum bislang nur ansatzweise Anwendung. Im Kollektorkreis befindet sich bei dem Drain-Back-System kein Frostschutzmittel, sondern ausschließlich Wasser (Bild 9). Bei zur Wärmeabgabe ausreichenden Temperaturen im Kollektorfeld startet die Kollektorkreisregelung die Umwälzpumpe und fördert Wasser in das Kollektorfeld. Dieses erwärmt sich und

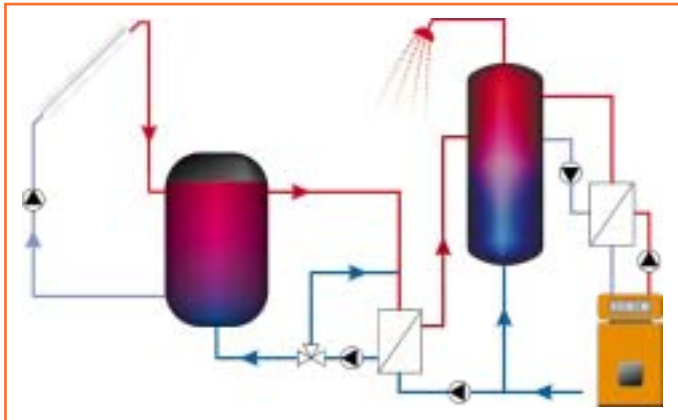


Bild 9 Drain-Back-Pufferkreisanlage



## Einbindung von Zirkulationssystemen

Um die solare Wärme auch zur Deckung entstehender Zirkulationsverluste zu verwenden, sind die folgenden Rahmenbedingungen zu beachten: Zirkulationssysteme erreichen im Rücklauf in der Regel minimale Temperaturen  $>35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , bei einer Auslegung nach den Richtlinien des DVGW  $>55\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Dieses Temperaturniveau wird an einer Stelle in den Warmwasserspeicher zurückgeführt. Je nach Laufzeit der Zirkulation wird somit eine mehr oder weniger starke Temperaturerhöhung auch im kälteren Bereich eines Speichers stattfinden (Bild 10). Die Aufheizung des Solarteils der Speicher durch die Zirkulationsleitung ist zu vermeiden. Das gegenüber der Kaltwassertemperatur wesentlich höhere Temperaturniveau führt ansonsten zu einer Senkung des Kollektorkreisnutzungsgrades. Lediglich bei einer starken Verringerung der Laufzeit der Zirkulationspumpe, durch eine thermostatische Regelung oder bei einer Umschaltung -zwischen einem Zirkulationsrücklauf in den unteren oder mittleren Speicherteil, kann auch der Solarteil einer

fließt zum Pufferspeicher. Gibt das Kollektorfeld keine Wärme ab, schaltet sich die Pumpe aus, und das gesamte Wasser fließt in den Pufferspeicher oder den Auffangbehälter.

Genauso arbeitet die Anlage auch im Winter. Die Entladung der Pufferspeicher erfolgt wie in den Puffersystemen beschrieben. Bei Erreichen hoher Temperaturen im Kollektorfeld schaltet die Kollektorkreispumpe ab, bevor es zu einer Dampfbildung im Kollektorfeld kommen kann und entleert so den Kollektorkreis. Solange die Temperaturen im Kollektor eine Dampfbildung ermöglichen, bleibt der Kollektorkreis außer Betrieb. Das gesamte System arbeitet drucklos; somit können Sicherheitseinrichtungen entfallen. Werden Pufferspeicher aus Kunststoff verwendet (wegen eventuellen Korrosionsprobleme), müssen diese mittels Kollektorkreisregelung oder

STB verriegelt werden, um eine Beschädigung sicher auszuschließen. Der Kollektorkreiswärmetauscher wird eingespart, wodurch sich ein Temperatursprung erübrigt und die Energieverluste verringert werden. Durch den Wegfall des Frostschutzes, des Wärmetauschers und die Verwendung von Pufferspeichern aus Kunststoff können zudem erhebliche Kosten eingespart werden. Alles in allem eine Systemvariante, deren weitere Verbreitung erwägenswert ist.

**Vorteile:**

- durch offenes, druckloses System keine Sicherheitstechnik im Kollektorkreis erforderlich
- kein Kollektorkreiswärmetauscher erforderlich; eine Temperaturstufe kann so entfallen und der Solarertrag steigt
- kein Frostschutzmittel erforderlich
- keine Entlüftung erforderlich
- geringe Kosten durch Einsparung der genannten Bauteile

**Nachteile:**

- Kollektoren und Leitungen im Frostbereich müssen restlos entleerbar sein (hoher Verlegeaufwand)
- höherer Stromverbrauch der Kollektorkreispumpe
- Korrosionsgefahr bei ungeeigneten Werkstoffen (z. B. Stahlrohr)

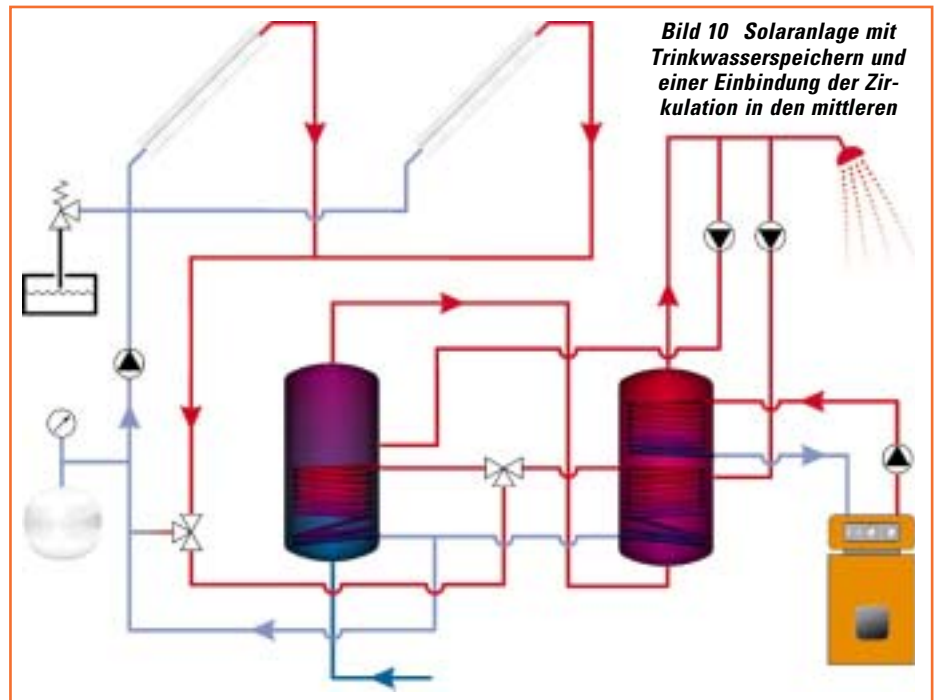


Bild 10 Solaranlage mit Trinkwasserspeichern und einer Einbindung der Zirkulation in den mittleren

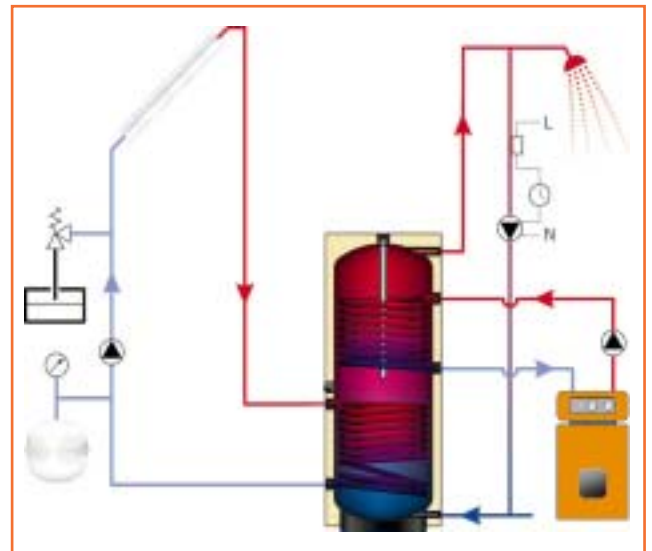
Solaranlage mit mittlerem oder hohem Deckungsgrad sinnvoll an die Zirkulation

angeschlossen werden. Die folgenden Schaltungen stehen zur Verfügung:

**Zirkulationsrücklauf im unteren Speicherteil mit thermostatischer Schaltung der Zirkulationspumpe**

In der in Bild 11 dargestellten Schaltungsvariante wird der Zirkulationspumpe nach der letzten Stichleitung oder wenige Meter vor dem Eintritt des Zirkulationsrücklaufs in den Speicher ein Anlegethermostat elektrisch in Reihe geschaltet. Dieser Thermostat schaltet die Zirkulationspumpe auch während ihrer an der Schaltuhr eingestellten Laufzeit nach Erreichen einer bestimmten Temperatur im Zirkulationsrücklauf ab. Mit Einstellung einer Temperatur von z. B. 55 °C an den genannten Stellen des Zirkulationsrücklaufs wird die gesamte Zirkulationsleitung mindestens diese Temperatur aufweisen. Bei einer Zapfung an einer der Zapfstellen wird dann umgehend warmes Wasser zur Verfügung stehen. Durch eine Schalthysterese des Anlegethermostats wird dieser erst bei Unterschreitung einer Temperatur von z. B. 50 °C im Zirkulationsrücklauf die Zirkulationspumpe wieder frei-

geben. Diese An- und Abschaltung der Zirkulationspumpe neben der reinen Zeitschaltung führt zu einer deutlichen Reduktion der Laufzeiten und einer drastischen Verringerung der Zirkulationsverluste. Auch die Temperaturen im unteren Speicherbereich bleiben bei kontinuierlichen Wasserzapfungen auf einem niedrigen Niveau. Der Aufbau einer solchen Schaltung entspricht nicht den in Deutschland gültigen Bestimmungen des Arbeitsblatts W551 des DVGW, da die erforderlichen Mindestlaufzeiten der Zirkulationspumpe nicht eingehalten werden.



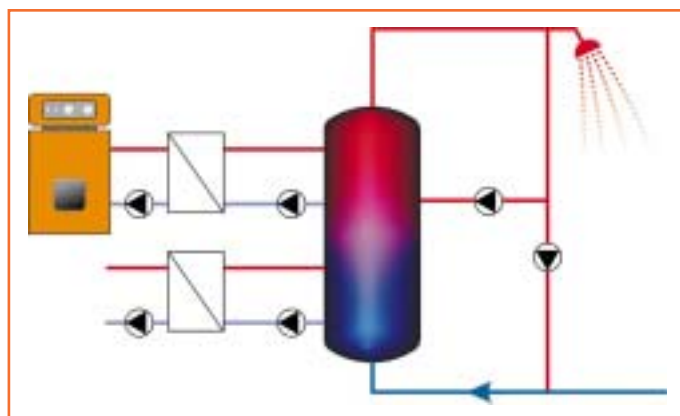
**Bild 11** Zirkulationsrücklauf in den unteren Speicherbereich mit einer der Zirkulationspumpe stromseitig in Reihe geschalteten Anlegethermostat



**Zirkulationsrücklauf zwischen (unterem) solaren Bereich und Anschluß in mittlerer Speicherhöhe**

Bei der Variante in Bild 12 vergleicht eine Temperaturdifferenzsteuerung die solare Ladetemperatur des unteren Speicherteils mit der Temperatur des Zirkulationsrücklaufs. Ist die Temperatur der Speicherladung durch die Solaranlage höher als die des Zirkulationsrücklaufs, läuft die Zirkulations-

pumpe zur Führung des Zirkulationsrücklaufs in den (unteren) solaren Speicherteil. Liegt im umgekehrten Fall die Temperatur des Zirkulationsrücklaufs über der der Speicherladung durch die Solaranlage, läuft die Zirkulationspumpe zur Führung des Zirkulationsrücklaufs in die mittlere Speicherebene. Bei Vorwärmanlagen bzw. Anlagen mit niedrigem Deckungsgrad in Verbindung mit einem Zirkulationssystem und einem Rücklauf > 55°C macht die Einbindung einer Zirkulationsleitung wenig Sinn. In einer Solaranlage mit niedrigem Deckungsgrad wird nur an wenigen Tagen im Sommer ein Temperaturniveau > 55 °C erreicht, weshalb eine Deckung der Zirkulationsverluste auf diesem Temperaturniveau praktisch entfällt



**Bild 12** Solarspeicher mit zwei Zirkulationspumpen unten/Mitte

**Buchtip:  
Große Solaranlagen**

Karl-Heinz Remmers, 450 Seiten, Paperback, inklusive CD-ROM, durchgängig vierfarbig, zahlreiche farbige Illustrationen und Fotos, erhältlich im Buchhandel (ISBN 3-901626-16-6) oder direkt bei Solarpraxis, Telefax (0 30) 28 38 75 40, Internet: [www.solarpraxis.de](http://www.solarpraxis.de) (Shop) für 78 DM + 6,90 DM Versand.

Dieses Werk von „Dr. Sonne“ stellt neueste wissenschaftliche Erkenntnisse und aktuelles Praxiswissen rund um die Planung und Praxis von großen Solaranlagen in leichtverständlicher Übersichtlichkeit dar. Es ist Fachbuch, Nachschlagewerk sowie Planungs-, Kalkulations- und Verkaufshilfe in einem. Konsequenterweise auf die Bedürfnisse des Solarprofis abgestimmt, hilft die beiliegende CD durch weiterführende Informationen und Werkzeuge (z. B. ein Muster-Leistungsverzeichnis und ein Programm zur Wärmetauscher-Berechnung).