



Schichtenspeicher für solare WW-Bereitung und Heizungsunterstützung

Stufenlose Wärmeschichtung

*Roland Sailer**

Ziel bei der thermischen Solarenergienutzung muß es sein, bei ausreichender Solarstrahlung und erzielbarer Sonnenkollektortemperatur das Speicherwasser schnell auf ein nutzbares Temperaturniveau zu erwärmen, um möglichst auf eine konventionelle Nachheizung verzichten zu können. Wie sich dies realisieren läßt, zeigt der nachfolgende Beitrag am Beispiel des „Hybrid“-Schichtenspeichers.

Ein zentrales Problem der Sonnenenergienutzung ist das Thema Speicherung, denn der Großteil der Sonnenstrahlung fällt zu Tages- bzw. Jahreszeiten ein, in denen sie nicht direkt genutzt werden kann. Prinzipiell lassen sich zwei Speichertypen unterscheiden: Kurzzeitspeicher (Stunden bis einige Wochen) und Langzeitspeicher (Wochen bis einige Monate). Hierbei läßt sich Wärme sensibel, latent oder thermochemisch speichern. Die erreichbare Energiedichte ist bei der sensiblen Wärmespeicherung proportional dem Produkt Dichte mal spezifische Wärmekapazität des verwendeten Speichermediums, sowie zur nutzbaren Temperaturdifferenz zwischen Ladung und Entladung. Wird Wasser mit seiner vergleichsweise hohen spezifischen Wärmekapazität als Wärmespeichermedium verwendet, so liegt die Aufgabe darin, die nutzbare Speicherkapazität durch den Aufbau und Erhalt einer ausgeprägten Schichtung in einem Wärmeschichtenspeicher, im Vergleich zu Standardspeichern, zu erhöhen.

* Roland Sailer ist Geschäftsführer der Sailer Solarsysteme GmbH, 89601 Schmiechen, Tel. (0 73 94) 91 62 80, Telefax (0 73 94) 91 62 81, Internet: www.sailer-solarsysteme.de

Effektiv speichern per Schichtenladetechnik

Ausgehend von der Variabilität der solaren Strahlung und einhergehend mit variablen Kollektor-Umgebungstemperaturen ist zur solaren Energieertragssteigerung eine stetige Adaption der Kollektorumlaufumgebungstemperatur an die genannten Rahmenbedingungen sinnvoll. Ziel ist es, daß bei ausreichender Solarstrahlung und erzielbarer Sonnenkollektortemperatur das Speicherwasser schnell auf ein nutzbares Temperaturniveau erwärmt wird, um möglichst auf eine konventionelle Nachheizung verzichten zu können. Liegt jedoch eine geringe Solarstrahlung bei einer niedrigeren Kollektorumgebungstemperatur vor, z. B. morgens oder an Herbsttagen, so soll das System trotzdem

einen Wärmeertrag bei einem akzeptablen Kollektorwirkungsgrad erzielen. Dies ist allerdings nur bei reduzierten Kollektorumlaufumgebungstemperaturen möglich. Dieses Management des Solarkreises kann sowohl mit einer elektronischen Regelung, als auch mit einer photovoltaisch versorgten Pumpe im Solarkreis, mit einigen Einschränkungen, realisiert sein. Die sich somit nicht diskret ändernden Kollektor-Vorlaufumgebungstemperaturen erfordern Einstrommöglichkeiten, bei dem das erwärmte Speicherwasser über die Speicherwassersäule in die Wärmeschicht äquivalenter Dichte eingespeichert wird. Ist dies nicht der Fall, so stellt sich, wie bei konventionellen Speichern üblich, eine Mischtemperatur ein. Das nachfolgend vorgestellte Schichtungsverfahren bewirkt, trotz variablen Kollektorumlaufumgebungstemperaturen, eine Wärmeschichtung im Speicher, die zwei entscheidende Vorteile bietet: Zum einen kann das sich auf nutzbarer Temperatur befindliche Speicherwasser direkt zur Warmwassererwär-

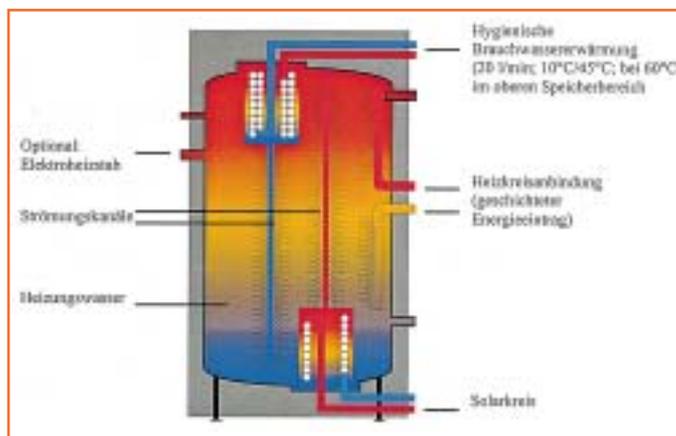


Bild 1 Schematischer Aufbau des Wärmeschichtenspeichers „Hybrid“

mung ohne Nachheizung verwendet werden. Zum anderen führt der kältere untere Speicherbereich zu einer starken Abkühlung des Kollektorrücklaufs. Dies bewirkt höhere Wirkungsgrade des Kollektors und führt somit zu einer deutlich höheren solaren Ausbeute. Ist eine Schichtung im Speicher vorhanden, so muß bei der Wärme- bzw. Kältezufuhr in den Speicher darauf geachtet werden, daß diese Schichtung aus oben genannten Gründen nicht zerstört wird. Dies wird nur dann erreicht, wenn ein Wärmeeintrag bzw. ein Wärmeentzug in bzw. aus dem Speicher so gestaltet ist, daß das übrige Speichervolumen in Ruhe bleibt.

Wärmeschichtenspeicher-System „Hybrid“

Die nachfolgend vorgestellte Schichtleittechnik ermöglicht durch ihre über die gesamte Speicherhöhe stufenlose Einschichtmöglichkeit, ihrer kreisrunden Einströmung und durch die stark verlangsamte, horizontale Einströmung (in den Speicherbereich) eine Energiezufuhr oder einen Energieentzug, ohne daß im Speicherinnern signifikante Verwirbelungen entstehen und die Schichtung zerstört wird. Die Schichtleittechnik arbeitet rein physikalisch und ohne mechanisch bewegliche Teile. Die „Hybrid“-Baureihe ist speziell für den effizienten Betrieb von thermischen Solaranlagen in Verbindung mit Gas-, Öl-, oder Festbrennstoffkesseln entwickelt worden. Hierbei steht der Sonnenenergie grundsätzlich das gesamte Speichervolumen zur Erwärmung zur Verfügung. Der Speicher kann in zwei Variationen in den Heizkreis mit eingebunden werden:

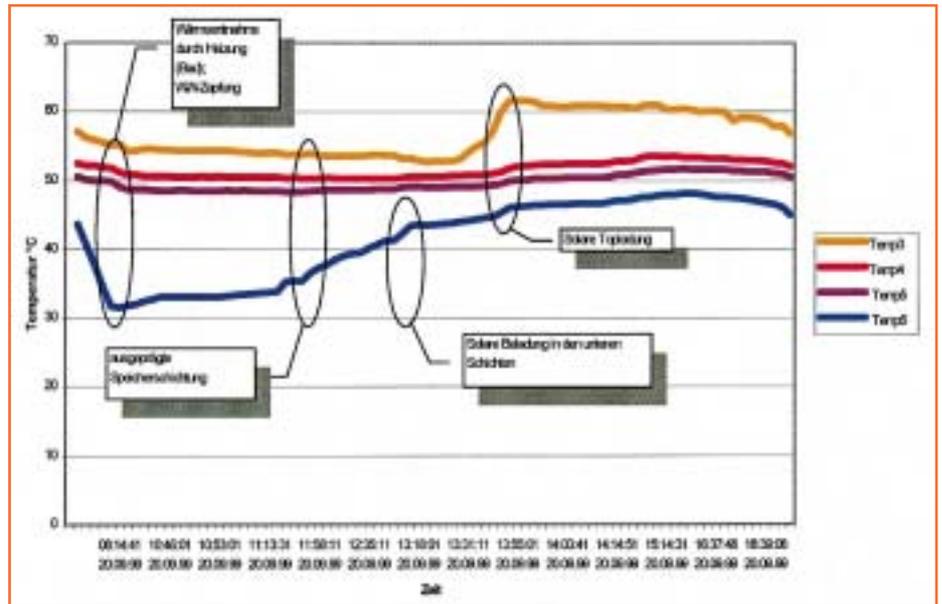


Bild 3 Temperaturschichtung eines „Hybrid“-Speichers im Praxisbetrieb

- Wärmespeicher mit der Funktion einer Heizkesselrücklaufanhebung
- Wärmespeicher zur Pufferung von Heizkesselwärme

Bei diesem Wärmespeicher werden alle Massenströme eingeschichtet. Die Warmwasserbereitung erfolgt mit einem innenliegenden Wärmetauscher. Die Speicherkonzeption ist so gestaltet, daß das System als fertige Einheit keine Zusatzsensorik, externe Wärmetauscher und Regelungstechnik benötigt. Installationsseitig läßt sich das System schnell und einfach einbinden, darüber hinaus liegt keinerlei Bedarf an elektrischer Hilfsenergie, mit Ausnahme des Solarkreises, zum Betrieb des Speichers vor.

Wärmeschichtung im Praxisbetrieb

Die Schichtung eines sich real in Betrieb befindlichen Speichers gestaltete sich am 20. 9. 1999 entsprechend Bild 3. Der Speicher wurde ausschließlich mit solarer Wärme beheizt. Die vier Temperatursensoren (Temp. 3–Temp. 6) sind an der Metallwand des Speicher, von oben nach unten über die Höhe des Speicher verteilt, montiert. Die Beladung des Speichers erfolgt über eine photovoltaisch betriebene Pumpe im Solarkreis. Der sich entsprechend der solaren Einstrahlung verändernde Volumenstrom bewirkt eine ebenfalls sich ständig ändernde Kollektorvorlauftemperatur. Trotz dieser Variablen ist über den gesamten Tagesverlauf im Speicher eine ausgeprägte Wärmeschichtung zu erkennen. Signifikant hierbei zeigt sich nach einer Wärmeentnahme durch Heizung und Warmwasserbereitung, daß sich die obere Speichertemperatur kaum ändert, wobei eine deutliche Abkühlung des unteren Speicherbereichs feststellbar ist. Im Verlauf der ersten Tageshälfte führt eine geringe Solarstrahlungsleistung, in Verbindung mit der photovoltaisch betriebenen Solarkreispumpe zu einer erwünschten niederen Kollektorvorlauftemperatur. Hierbei zeigt sich deutlich die Wärmeeinschichtung in den unteren Speicherbereich. Die oberen, wärmeren Schichten werden durch diesen Energieeintrag in den Speicher nicht beeinflusst. In der zweiten Tageshälfte steigt die Solarstrahlungsleistung. Man sieht deutlich die Beladung des oberen Speicherbereichs.

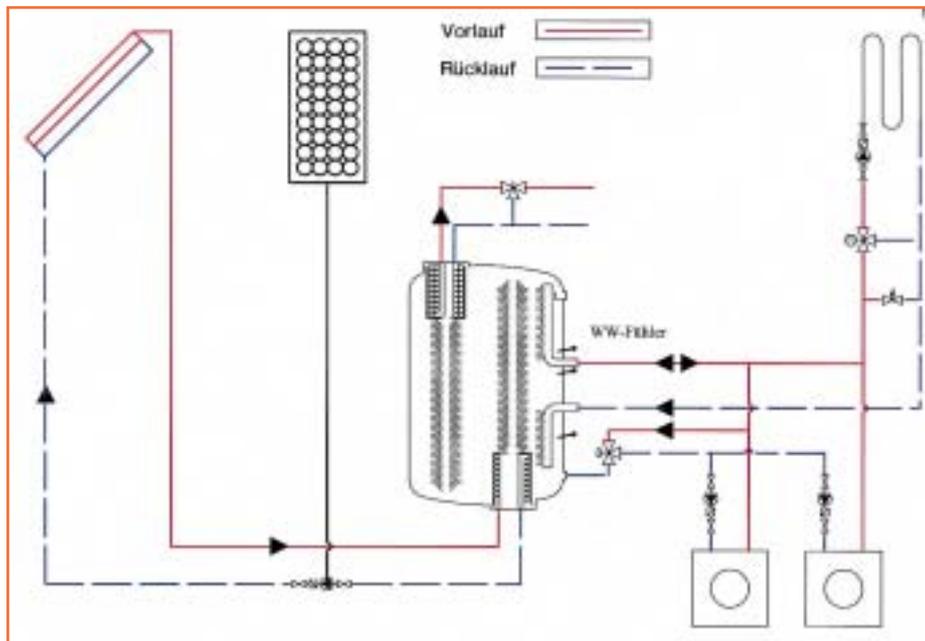


Bild 2 Hydraulikschema: Heizkreis mit zwei Heizkesseln (z. B. Holz und Öl)

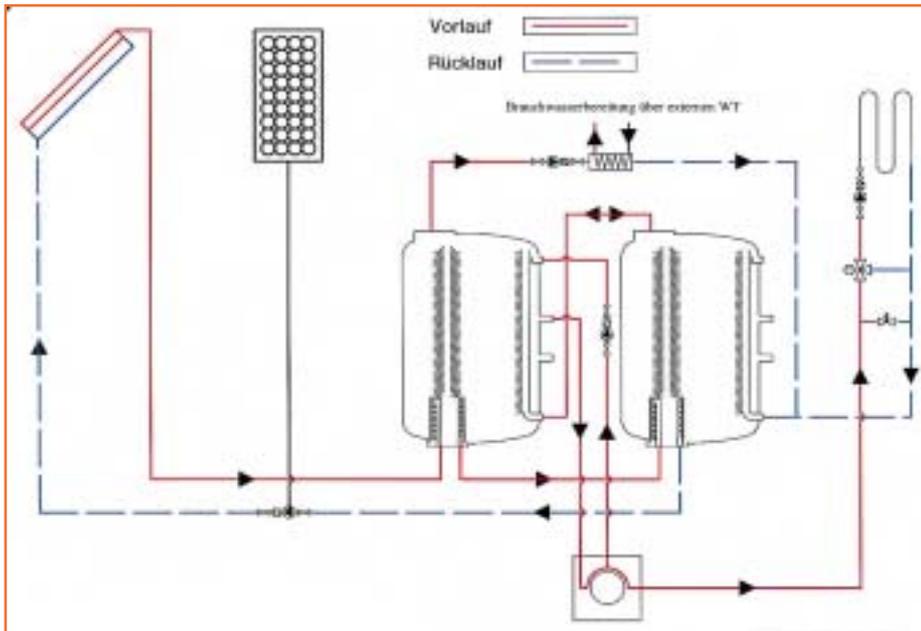


Bild 4 Hydraulikschema: Solare Großanlage mit mehreren „Hybrid“-Schichtenspeichern

Die Speicherfamilie

Für das Ein- und Zweifamilienhaus werden Speicher mit 550, 850 und 1050 l Volumen zur Warmwasserbereitung (Warmwasserleistungen bei 10/45 °C: ca. 20 l/min bzw. beim 1050-l-Speicher 40 l/min) und zur Einspeisung solarer Wärme ins Heizungsnetz gefertigt. Der 350-l-Speicher (Fertigung ab 5/2000) ist ein reiner Schichtenspeicher zur Warmwasserbereitung. Die solare Beladetechnik stammt aus den bekannten größeren Systemen, wobei die solare Wärmeübergabe mittels eines Edelstahlwärmetauscher realisiert wird. Die Nachheizung erfolgt elektrisch oder über ein im oberen Speicherbereich befindliches Rohrheizbündel.

Anlage mit mehreren Schichtenspeichern

Bei solaren Großanlagen mit mehreren „Hybrid“-Schichtenspeichern (ohne Warmwasserbereitungseinheit) ermöglicht die Kaskadenverschaltung im Speicher, der mit dem Heizkessel verbunden ist, die höchste und im Speicher mit der Heizkreisrücklauf-Ankopplung die niederste Temperatur im System. Der Vorteil ist bei der solaren Beladung leicht ersichtlich. Der Solarkreisvorlauf übergibt an den ersten Speicher das höchste und an den letzten Speicher das niederste Temperaturniveau. Werden den Speichern schwankende Heizwassertemperaturen angeboten, so regeln dies die Einschichtvorrichtungen aus, und schichten das Wasser in die Schicht mit der äquivalenten Temperatur ein. Der Heizkreisrücklauf wird ebenfalls temperaturorientiert eingeschichtet. Die Warmwasserbereitung wird mittels

eines externen Plattenwärmetauschers oder eines Warmwasserspeichers ermöglicht. Funktionsweise (Prinzip):

1. Kollektorfeld: Die Kollektoren werden im „Matched Flow“ mit einer Zieltemperatur von ca. 60 °C betrieben.
2. Funktion: Speicher 1 wird mit der Zieltemperatur T_{Ziel} beladen. Die nachfolgenden Speicher werden aufgrund der Kaskadierung auf tieferen Temperaturniveaus gehalten.
3. Der Kollektor erhält immer die niedrigst möglichen Rücklauftemperaturen.
4. Der Heizkessel zieht über den Rücklauf solar erwärmtes Wasser an und erwärmt es vollends auf die erforderliche Heizkreistemperatur (Kesselwärmepufferung ist durch eine Abänderung des Hydraulikschemas ebenfalls möglich).
5. Der Heizkreisrücklauf wird über die Einschichtvorrichtungen dem letzten Speicher zugeführt. Ist die Heizkreisrücklauftemperatur höher als die Temperatur des letzten Speichers, so steigt es in den obersten Speicherbereich. Hier wird es sofort, ohne im letzten Speicher einen Vermischungseffekt zu bewirken, in den zweiten Speicher weitergeleitet. Dieser Vorgang kann sich auch in diesem und in den weiteren Speicher wiederholen, falls die Rücklauftemperatur entsprechend hoch ist.
6. Es kann einfachst eine bedarfsorientierte Speichermasse realisiert werden.
7. Größere Anlagen sind ohne zusätzlichen regelungstechnischen Aufwand möglich. Dies ist investitionskosten- und wartungsrelevant. □