

Marktübersicht Solarspeicher

Matthias Hüttmann*

*Was sollte bei der Speicher-
auswahl grundsätzlich be-
achtet werden? Welcher
Solarspeicher ist für den
jeweiligen Einsatzfall der
Richtige? Woran lassen sich
Effizienz- und Qualitätsunter-
schiede erkennen? Antworten
auf diese und weitere
Fragen bekommt der Fach-
handwerker im folgenden
Fachbeitrag. Welche Her-
steller mit welchen Spei-
chersystemen am Markt
sind, listet ergänzend eine
Marktübersicht auf.*

Warmwasserspeicher lassen sich zunächst in drucklose Speicher und in Druckspeicher unterteilen. Drucklose oder auch offene Systeme werden hauptsächlich bei Thermosyphon-Anlagen verwendet. Für solare Warmwassersysteme werden heute meist Druckspeicher verwendet, da sie sich aufgrund ihrer Druck-Belastbarkeit sehr gut für die Anbindung an das Hauswassernetz eignen.

Hoch und schlank

Je schlanker und höher der Speicher ist, desto besser ist die Wärmeschichtung. Der Speicher sollte nach Möglichkeit ein Höhen-Durchmesser-Verhältnis von mindestens 2,5:1 haben. Sobald warmes Wasser aus dem oberen Speicherbereich entnommen wird, strömt kaltes Wasser von unten nach. Bei guten Speichern gibt es dadurch wenig Vermischung. Für den Energieertrag

aus einer Solaranlage ist es von großer Bedeutung, daß der Solarwärmetauscher am tiefsten und damit am kältesten Punkt des Speichers untergebracht ist. Dort ist die Temperaturdifferenz als treibende Kraft des Wärmeübergangs am größten und das gesamte Speichervolumen kann als Energiereservoir genutzt werden. Der obere Teil des Speichers, der bei Bedarf mittels eines zweiten Wärmetauschers nachgeheizt werden kann, wird auch Bereitschaftsvolumen und nimmt bei fast allen Herstellern 35–40 % des Speichervolumens ein.

Durch eine hohe und schlanke Bauart der Speicher wird versucht eine gute Temperaturschichtung herzustellen, was aber bei den herkömmlichen Bivalentenspeichern (nicht explizit Solarspeicher) nur bedingt gelingt und bei den meisten Anlagen durch eine Überdimensionierung der Kollektorfläche teilweise kompensiert wird. Die Anlagenkosten werden dabei aber unnötigerweise in die Höhe getrieben.

Unterschiedliche Speichermaterialien

Ein Solarspeicher muß – wie ein herkömmlicher Warmwasserspeicher – korrosionsbeständig sein. Als Materialien kommen deshalb Stahl mit Vakuum-Emaillierung, Chromstahl, Stahl mit Kunststoffbeschichtung oder auch Kunststoff zur Anwendung. Die preiswerteste Variante ist meist der Kunststoffspeicher. Diese Speichervariante hält aber für gewöhnlich keinem hohen Betriebsdruck bzw. auch nur einer begrenzten Speichertemperatur stand. Der emaillierte Speicher ist nach wie vor der am meisten eingesetzte Speichertyp. Um den Stahl vor Korrosion zu schützen ist er mit einer Emailleschicht überzogen. Diese fest mit dem Stahl verbundene Auskleidung ist allerdings nicht unbedingt ohne Fehlerstellen, d. h. kleine Haarrisse können im Lauf der Zeit zu Korrosion führen und den Speicher zerstören. Deshalb werden je nach Wärmetauschertyp Magnesiumschutz- oder auch Fremdstromanoden eingesetzt. Stahlspeicher mit Kunststoffbeschichtung sind ebenso auf dem Markt erhältlich. Preislich etwas günstiger als emaillierte Speicher

kann der kunststoffbeschichtete Stahlspeicher allerdings weniger Wärmeenergie speichern, da er nur mit geringeren Temperaturen beschickt werden kann. An Stelle von Abplatzungen der Beschichtung, wie sie bei emaillierten Stahlspeichern vorkommen können, muß die Kunststoffbeschichtung nach Möglichkeit frei von Poren und Bläschen sein, da diese nicht mehr durch Anoden ausgebessert werden können.

Als Speichermaterial haben sich neben St 37-2 (Baustahl) auch hochchromhaltige Stähle (nichtrostender Stähle) als geeignete Werkstoffe etabliert. Sogenannte Edelstahl-speicher sind sehr korrosionsbeständig, allerdings auch teurer als Stahlspeicher. Während St 37-2 im Speicherinneren mit Glasemallem oder Kunststoffbeschichtungen und zusätzlicher Magnesiumschutz- und Fremdstromanode vor Korrosion geschützt werden muß, ist dies bei den Edelstahl-

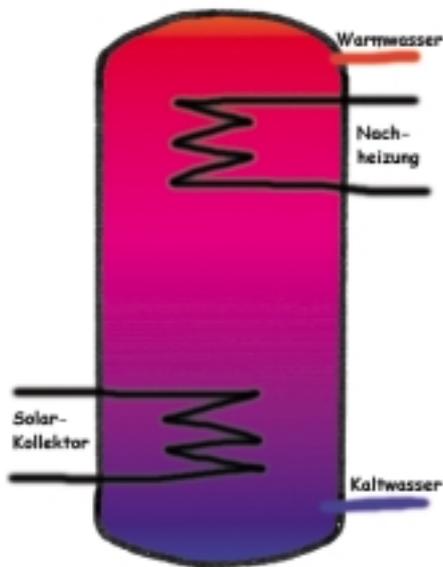
Anmerkungen zur Marktübersicht

• Die Marktübersicht Solarspeicher ist im Frühjahr 2002 zum zweiten Mal nach 1998 erschienen. Sie wurde vom gemeinnützigen Solarenergie Informations- und Demonstrationszentrum (Solid) auf den aktuellen Stand gebracht, wobei Solid finanzielle Unterstützung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) erhielt.

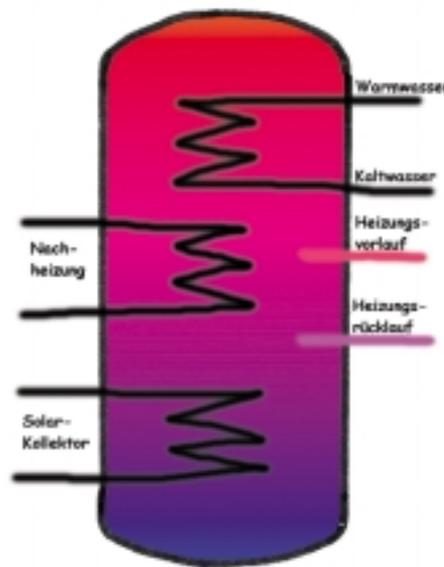
• Speziell für diesen SBZ-Artikel wurde eine Kurzversion der Solid-Marktübersicht zusammengestellt. Die Zuordnung der Speichertypen ist nur von den Firmen erfaßt, die am 27. 5. 2002 in der ausführlichen Solid-Marktübersicht gelistet waren. Diese umfassende Darstellung der Solarspeicher (mit Angaben zu Funktionsweise, Listenpreis und technischen Details etc.) steht im Internet unter www.solid.de/solarspeicher kostenlos zur Verfügung.

• Die Aufstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit. Hinweise auf Fehler sowie noch nicht aufgeführte Hersteller und Modelle nimmt der Autor gerne entgegen (Telefon (09 11) 79-20 35, Telefax: -24 12).

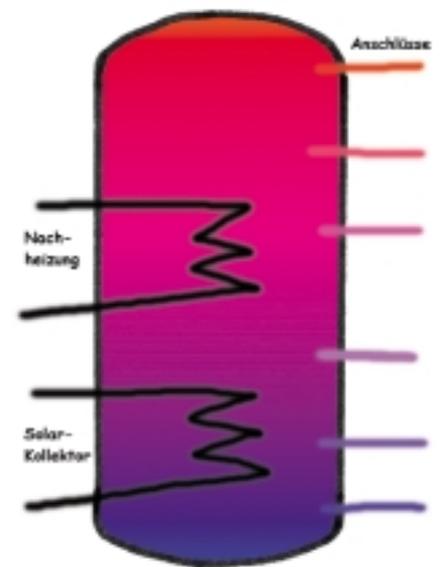
* Dipl.-Ing. (FH) Matthias Hüttmann ist Mitarbeiter des gemeinnützigen Solarenergie Informations- und Demonstrationszentrum (Solid), Telefon (09 11) 79-20 35, Telefax (09 11) 79-24 12, www.solid.de/solarspeicher



Prinzip Bivalenter Speicher



Prinzip Kombispeicher



Prinzip Pufferspeicher

behältern nicht mehr nötig. Bei V2A ist diese Aussage jedoch nur solange gültig, wie der Chloridgehalt des Wassers $\leq 300\text{mg/m}^3$ beträgt. Demgegenüber steht ein nicht zu vernachlässigender Preisunterschied der Speicher, der aus dem Materialpreis, aber auch aus dem erhöhten Verarbeitungsaufwand herrührt.

Merkmale der Wärmetauscher

Der Wärmetauscher trennt das Trinkwasser vom Frostschutz-Wassergemisch im Kollektorkreislauf. Der Wärmetauscher hat dabei die Aufgabe die Wärme zwischen den beiden hydraulisch getrennten Kreisläufen zu übertragen. Ein Solarspeicher unterscheidet sich von einem einfachen Warmwasserspeicher bzw. von einem Pufferspeicher alleine schon dadurch, daß er zwei Wärmetauscher besitzt.

Intern und extern

In der Regel sind diese im Speicher (intern) angebracht. Externe Wärmetauscher, wie z. B. Plattenwärmetauscher, erreichen gegenüber internen einen höheren Wirkungsgrad, sind aufgrund ihres höheren Systempreises in privaten Solaranlagen hingegen seltener anzutreffen. Verwendung finden Plattenwärmetauscher vor allem bei Großanlagen, wie auch bei der Nachrüstung von einfachen Warmwasserspeichern zu Solarspeichern.

Lage im Speicher

Die Lage des Ladekreiswärmetauschers im oberen Speicherbereich garantiert eine rasche Erwärmung des Bereitschaftsvolumens. Die Leistung eines Wärmetauschers

hängt vor allem vom Temperaturunterschied zwischen Kollektorkreislauf und Speichertemperatur ab. Die Wärmetauscheroberfläche bestimmt welche Wärmemenge an den Solarspeicher abgegeben werden kann. Die Tauscheroberfläche steht so im direkten Verhältnis zu der Kollektorfläche und Speichergroße.

Glatt- oder Rippenrohr?

Als mögliche Bauformen des internen Rohrbündel-Wärmetauschers kommen Glatt- oder Rippenrohrwärmetauscher in Frage. Der Rippenrohrwärmetauscher aus Kupferrohr benötigt zwar wegen seiner größeren Oberfläche weniger Platz im Speicher, verliert aber mit der Zeit an Leistung, da sich Kalk an seiner Oberfläche stärker ablagern kann. Schon eine Schicht von 2 mm Kalk läßt dabei die Übertragungsleistung des Wärmetauschers um ca. 20 % abfallen, bei 5 mm gar um 40 % und mehr. Glattrohrwärmetauscher aus emailliertem Stahlrohr, Chromstahl oder Kupfer haben bei gleicher Fläche eine höhere Wärmeübertragungsleistung und sind weniger anfällig gegen Kalkablagerungen. Bei fast allen Anbietern wird der Glattrohrwärmetauscher aufgrund seiner Vorteile beim Betrieb mit kalkhaltigem Trinkwasser eingebaut. Die Vorteile liegen

bei dem fast über die ganze Lebensdauer hohen Wärmeübergang. Ablagerungen von Kalk werden durch die periodische Ausdehnung und Kontraktion des Glattrohres beim Aufheizen und Abkühlen „abgesprengt“. Um Wärmeverluste über die Anschlüsse (Wärmebrücke) zu verringern ist es sinnvoll die Wärmetauscheranschlüsse (Flansche) des Solar- und Ladekreises mit einer Rohrschleife nach unten zu führen.

Prallplatte und Temperaturfühler

Die am Kaltwassereintritt angebrachte Prallplatte vermeidet eine Verwirbelung durch das einfließende Kaltwasser. So wird verhindert, daß sich dieses mit dem wärmeren Wasser in den oberen Schichten vermischt und die Schichtung beeinträchtigt. Auch andere Konstruktionen können einen ähnlichen Effekt erzielen.

Der richtige Sitz der Temperaturfühler ist für die Regelung einer Solaranlage von großer Bedeutung. So sollte der Temperaturfühler für den Solarkreis auf der Höhe des Solarkreiswärmetauschers angebracht werden (im unteren Speicherdrittel). Bereits bei geringer Einstrahlung kann somit Energie in den kalten Speicherbereich übertragen werden. Optional zu einer vorhandenen Tauchhülse kann allerdings auch ein Anlegefühler an der richtigen Stelle angebracht werden. Der Temperaturfühler für die Nachheizung sollte mindestens in Höhe des Nachheizwärmetauschers sitzen und somit den Beginn des Nachheizbedarfs signalisieren.

Firma	PLZ/Ort	Telefon	Telefax
Aichner Simon	I-39042 Brixen	(+39 04 72) 83 55 75	83 76 56
Alfred Schneider	77933 Lahr/Schw.	(0 78 21) 9 35 70	(0 78 21) 93 57 39
Alligator Sunshine	12489 Berlin-Adlershof	(0 30) 6 77 98 40	(0 30) 67 79 84 19
Alpha-Vogt	75181 Pforzheim	(0 72 31) 97 93 50	(0 72 31) 9 79 35 48
Asotec	57644 Hattert	(0 26 62) 93 96 16	(0 26 62) 93 96 17
Austria Email / Haveltherm	A-8720 Knittelfeld	(0 35 12) 7 00-0	(0 35 12) 7 00-2 31
Bindl Energie	92536 Pfreimd	(0 96 06) 9 20 00	(0 96 06) 92 00 17
BKB Bischoff	72275 Alpirsbach/Peterzell	(0 74 44) 9 10 63	(0 74 44) 9 10 65
Brötje	26180 Rastede	(0 44 02) 8 00	(0 44 02) 80 58 3
Blomberg	59229 Ahlen	(0 23 82) 78 00	(0 23 82) 78 03 32
Buderus Heiztechnik	35576 Wetzlar	(0 64 41) 41 80	(0 64 41) 4 56 02
Christeva	82054 Sauerlach	(0 81 04) 16 44	(0 81 04) 23 53
Consolar	60594 Frankfurt / Main	(0 69) 61 99 11 30	(0 69) 61 99 11 28
Estec	97483 Eltmann	(0 95 22) 7 08 90	(0 95 22) 70 89 20
Feuron	80335 München	(0 89) 54 55 82 56	(0 89) 5 74 43
Flamco STAG	39307 Genthin	(0 39 33) 95 20	(0 39 33) 95 22 22
Fohs Heiztechnik	67146 Deidesheim	(0 63 26) 65 75	(0 62 26) 75 61
Fröling Heizkessel	A-4710 Grieskirchen	(+43 72 48) 60 60	(+49 72 48) 60 66 00
Fröling	51491 Overath	(0 22 04) 72 00	(0 22 04) 72 03 38
HEHT	08606 Taltitz	(03 74 21) 2 26 32	(03 74 21) 2 24 34
Hoval	72108 Rottenburg am Neckar	(01 80) 5 01 63 25	(0 74 72) 1 63 50
IVT	91126 Schwabach	(0 91 22) 6 36 80	(0 91 22) 63 68 19
Jenni Energietechnik	CH-3414 Obernburg	(+41 3 44) 22 97 77	(+41 3 44) 22 97 27
Leidig	91610 Insingen	(0 98 69) 7 00	(0 98 69) 7 00
Ludmann & Partner	70499 Stuttgart	(07 11) 8 87 01 12	(07 11) 8 87 01 29
Nau	85368 Moosburg	(0 87 62) 9 22 52	(0 87 62) 9 21 19
Oertli Rohleder	71696 Möglingen	(0 71 41) 2 45 40	(0 71 41) 24 54 88
Optima Haustechnik	98617 Untermaßfeld	(03 69 49) 48 10	(03 69 49) 2 19 88
Paal Solar	89155 Ersingen	(0 73 05) 96 80-0	(0 73 05) 96 80 40
Phönix Sonnenwärme	12435 Berlin	(0 30) 5 30 00 70	(0 30) 53 00 07 17
Powertank	74182 Obersulm	(0 71 34) 96 16 60	(0 71 34) 9 61 16 28
Pro Solar	88212 Ravensburg	(07 51) 3 61 00	(07 51) 36 10 10
Ratiotherm	91795 Dollnstein	(0 84 22) 9 97 70	(0 84 22) 99 77 30
Rennergy Systems	87474 Buchenberg	(0 83 78) 9 236 0	(0 83 78) 92 36 29
Ritter (Paradigma)	76307 Karlsbad	(0 72 02) 92 20	(0 72 02) 92 21 00
Sailer Solarsysteme	89601 Schelklingen	(07 00) 99 88 70 00	(07 00) 99 88 70 01
Sieger Heizsysteme	57072 Siegen	(02 71) 2 34 30	(02 71) 2 34 32 22
Solar Energie Technik	68804 Altlußheim	(0 62 05) 3 09 20	(0 62 05) 35 28
Solarteam	A-4111 Walding	(+43 72 34) 8 35 50	(+43 72 34) 83 55 09
Solarvent	63920 Großheubach	(07 00) 7 65 27 83 68	(0 93 71) 30 19
Solvis Energiesysteme	38122 Braunschweig	(0 18 05) 70 30 30	(05 31) 2 89 04 11
Sonnenkraft	93073 Neutraubling	(0 94 01) 9 23 20	(0 94 01) 9 23 32
Stiebel Eltron	37603 Holzminden	(0 18 03) 70 20 10	(0 18 03) 70 20 15
Sunset Energietechnik	91325 Adelsdorf	(0 91 95) 9 49 40	(0 91 95) 94 94 90
Teufel & Schwarz	A-6353 Going	(0 53 58) 3 93 90	(0 53 58) 39 39 00
Thüsolar	07407 Rudolstadt	(0 36 72) 35 70 02	(0 36 72) 35 70 04
UFE Solar	16225 Eberswalde	(0 33 34) 5 25 70	(0 33 34) 5 25 75 50
Vama-Euroklima	31137 Hildesheim	(0 51 21) 5 90 10	(0 51 21) 59 01 25
Viessmann	35107 Allendorf	(0 64 52) 7 00	(0 64 52) 70 27 80
Wagner	35091 Cölbe/Marburg	(0 64 21) 8 00 70	(0 64 21) 80 07 22
Weishaupt	88475 Schwendi	(0 73 53) 8 30	(0 73 53) 8 33 58
Wikora	89568 Hermaringen	(0 73 22) 9 60 50	(0 73 22) 96 05 30

Internet	Bivalent	Kombi	Puffer	Latent	Sonderformen	Sorptionspeicher
		X				
				X		
www.alligator-sunshine.com	X	X				
www.alpha-vogt.de		X				
www.asotec.de		X				
www.austria-email.co.at	X	X				
	X					
		X				
www.broetje.de	X	X				
www.blomberg.de	X					
www.heiztechnik.buderus.de	X	X	X			
www.christeva.de		X				
www.consolar.de	X	X	X			
www.estec-solar.de	X	X				
www.feuron.com		X				
	X	X				
www.fohs.de		X				
www.froeling.com		X				
www.froeling.de	X	X				
www.trillitzsch.de		X			X	
www.hoval.de	X					
www.ivt.nbg.de		X				
www.jenni.ch_					X	
www.solar-leidig.de	X	X	X			
www.tankbau-ludmann.de					X	
www.nau-gmbh.de		X				
www.oertli.de	X					
www.calo bloc.de		X				
www.paal-solar.de	X	X	X			
www.sonnenwaerme-ag.de		X	X			
www.powertank.de				X		
www.pro-solar.de	X	X				
www.rathiotherm.de		X				
www.rennergy.de		X				
www.paradigma.de	X	X	X			
www.sailer solarsysteme.de		X			X	
www.sieger.net	X		X			
www.setsolar.de	X	X				
		X	X			
www.solarvent.de	X					
www.solvis.de	X	X	X			
www.sonnenkraft.de	X	X				
www.stiebel-eltron.com	X	X				
www.sunset-solar.de	X	X	X			
		X				
www.thuesolar.de					X	
www.ufesolar.de	X	X				X
www.vama-euroklima.de		X				
www.viessmann.de	X	X				
www.wagner-solartechnik.de	X	X	X			
www.weishaupt.de	X					
www.wikora.de	X					

Angefragt wurden von Solid u. a. noch folgende Firmen

Firma	PLZ/Ort	Telefon	Telefax	Internet
Bosch Thermotechnik	73249 Wernau	(0 71 53) 3 06-0	(0 71 53) 3 06-5 60	www.bosch.de/junkers
Elco Klöckner	72379 Hechingen	(0 74 71) 18 70	(0 74 71) 18 71 11	www.elco-kloeckner.de
Energie-Technik Müller	74589 Satteldorf	(0 79 51) 9 70 00	(0 79 51) 97 00 97	www.muelleretm.de
Engelhardt Energiepark	89079 Ulm	(07 31) 4 81 00	(0 7 31) 48 10 19	www.energiepark.de
Ferroli	01896 Pulsnitz	(03 59 55) 8 00	(03 59 55) 8 01 40	www.ferroli.de
Ikarus	87437 Kempten	(08 31) 57 50 00	(08 31) 5 75 00 50	www.ikarus-solar.de
Sandler	87600 Kaufbeuren	(0 83 41) 9 02 20	(0 83 41) 90 22 33	www.sandler-solar.de
Vaillant	42859 Remscheid	(0 21 91) 1 82 06	(0 21 91) 18 28 10	www.vaillant.de
VIVA Solar	56626 Andernach	(0 26 32) 9 66 30	(0 26 32) 9 66 32	www.vivasolar.de
Wolf	84048 Mainburg	(0 87 51) 7 40	(0 87 51) 74 16 00	www.wolf-heiztechnik.de



Mit den kompakten Außenmaßen (schmale/ lange Seite ohne Dämmung: 70 bzw. 120 cm) ist der ovale Speicher von Sailer eine Problemlösung bei engen Treppenhäusern und Türöffnungen

Warmwasserentnahme und Wärmedämmung

Im Gegensatz zu gewöhnlichen Trinkwasserbehältern wird bei Solarspeichern das Warmwasser nicht oben aus dem Speicher entnommen. Es gibt verschiedene Möglichkeiten bei der Warmwasserentnahme Verluste zu minimieren:

- innerhalb des Speichers von oben nach unten durch einen Bodenflansch
- außerhalb des Speichers in der Wärmedämmung
- mit einer Rohrschleife (Syphon) nach unten erfolgen

– Einbau einer Konvektionsbremse
Durch diese konstruktiven Unterschiede kann man am deutlichsten einen Solarspeicher von einem konventionellen Wassererwärmer unterscheiden.

Die Wärmedämmung ist ebenso ein wichtiges Kriterium für die Qualität eines Solarspeichers. Neben der Dämmstärke (sinnvolle Werte liegen bei mindestens 80 mm Hart- bzw. 120 mm Weichschaum, nach Möglichkeit FCKW- und PVC-frei) sind konstruktive Details von Bedeutung. So ist

es wichtig den Speicherboden mit einzubeziehen, ebenso sollte sie überall gut anliegen. Verluste durch Konvektion zwischen Speicher und Dämmung wie auch Verluste an den Anschlüssen können so minimiert werden. Die Wärmeleitfähigkeit sollte bei den verwendeten Materialien etwa bei $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$ liegen. Insgesamt ist ein Wärmeverlustwert kleiner 2 W/K anzustreben. Den pro $0,5 \text{ W/K}$ Wärmeverlustwert verliert ein Speicher bei einer Temperaturdifferenz von 35 K pro Jahr ca. 150 kWh Energie.

Kombispeicher

Ein bivalenter Solarspeicher besitzt zwei Wärmetauscher mit denen der Speicher beladen werden kann. In ihm wird erwärmtes Trinkwasser bevorratet. Der Trend geht – auch was innovative Produktentwicklungen angeht – klar zum Kombispeicher, vor allem in Hinblick auf die Schichtung, auch wenn diese im Warmwasserspeicher keine geringere Rolle spielen sollte. Da es bei der Unterscheidung von Kombi- und Pufferspeicher in der Branche anscheinend noch keine durchgehende Einigkeit gibt, wurde für die Marktübersicht folgende Definition festgelegt: Kombispeicher werden für die Warmwasserbereitung und für das Heizungswasser eingesetzt. Die Heizung wird dabei mit der überschüssigen Solarwärme unterstützt. Mit Hilfe von Pufferspeichern soll ein Puffern der angebotenen Energie erreicht werden. Sie sind vom Aufbau her die einfachsten Speicher, da sie nicht mit Frischwasser gefüllt sind und deshalb im Innenbereich keinen Korrosionsschutz benötigen. Die zu speichernde Wärme kann aus einer konventionellen Heizung stammen, von Kollektoren bereitgestellt werden, von der Wärmepumpe kommen oder durch einen Festbrennstoffkessel erzeugt werden. Die Kombispeicher wurden zudem in Tank-in-Tank-Systeme und Puffersysteme unterschieden.

Tank-in-Tank-Systeme

Beim Tank-in-Tank-System dient der innere, kleinere Behälter wie beim Bivalentspeicher der Trinkwarmwasserbevorratung und wird ähnlich einem Warmwasserspeicher einer konventionellen Heizungsanlage dimensioniert. Im zweiten, umgebenden Behälter ist Heizungswasser. Das Gesamtvolumen der erhältlichen Speicher dieser Art reicht von 800 l bis zu mehreren Kubikmetern Gesamtvolumen. Bei diesem Konzept hat man sich den Wärmetauscher für die Nachheizung gespart, weil das Speicherwasser in das Heizungssystem hydraulisch eingebunden ist. Zudem wird hierbei die Regelung recht unkompliziert. Am WT für die Solaranlage ändert sich nichts, da im

Kollektorkreislauf ein Wasser/Frostschutzmittel-Gemisch zirkuliert.

Zusätzlich zur Nutzung der Solarenergie zur Warmwasserbereitung ist es in diesem System möglich, die Heizung mit überschüssiger Solarwärme zu unterstützen. Die verwendeten Materialien für den inneren Boilerbehälter sind St 37-2 emailliert, bevorzugt aber V2A und V4A. Für den Innenbehälter aus Edelstahl spricht der Umstand, daß der Wärmedurchgang an diesem Material bis zu 2,5mal größer ist als bei emailliertem Stahl. Es ist also bei gleicher Oberfläche eine 2,5fach höhere Wärmestromdichte möglich. Berücksichtigt man dabei, daß nur die Trennfläche der Behältervolumina als Wärmetauscher genutzt werden kann, fällt die Entscheidung oft zwangsweise auf Edelstahl. Für den äußeren Behälter wird aus Kostengründen und wegen niedrigerer Materialansprüche ausschließlich roher Stahl, St 37-2, verwendet.

Puffersysteme

Bei den Puffersystemen wird das benötigte Trinkwarmwasser mit internen oder externen Wärmetauschern im Durchflußverfahren erwärmt. Für die Nachheizung ist meist kein Wärmetauscher notwendig, der Kesselkreislauf wird direkt an den Speicher angeschlossen. In einigen Fällen wird zur geregelten Beschickung des Pufferspeichers zwischen den Kesselkreislauf und dem Pufferspeicher noch ein Plattenwärmetauscher installiert. Durch die Entnahme des Trinkwassers aus dem Speicher mittels Wärmetauscher ist die Regelung bei diesen Systemen vergleichsweise aufwendiger als bei den Tank-in-Tank-Systemen.

Nicht mit Trinkwasser gefüllt, besitzen diese Systeme meist einen größeren Speicherinhalt als Brauchwasserspeicher ($0,5\text{--}1\text{m}^3$) und werden aus nicht emailliertem Stahl gefertigt. Auf verschiedenste Weise wird nun versucht, eine sehr gute Temperaturschichtung zu erreichen und diese auch nicht durch Betriebseinflüsse zu zerstören. Je nach Konzept wird dies über eine ausgeklügelte Steuerung mit Pumpen, hydraulischen Ventilen und anderen Armaturen erreicht, oder unter Ausnutzung und gezielte Lenkung des natürlichen Schichtungsprozesses. Es wird versucht das Einlagern des erwärmten Wassers immer in die Ebene des Wasser mit annähernd der gleichen Temperatur (gleichen Dichteverhältnissen) zu erreichen. Die Warmwasserbereitung erfolgt auf unterschiedliche Art:



Schnitt durch den Solar-Kombispeicher „Optima Power Plus“ von Paradigma. Das Trinkwasser wird hier im Durchlaufprinzip erwärmt

- mittels eines externen Wärmetauscher: Das zu erwärmende Trinkwasser durchströmt im Gegenstromprinzip mit dem aus dem oberen Bereich entnommenen heißen Speicherwasser den Plattenwärmetauscher. Das dadurch aufgewärmte Speicherwasser wird mittels einer speziellen Konstruktion in Schichten entsprechenden Temperaturniveaus wieder in den Speicher geleitet.
- mittels eines internen Wärmetauscher: Das zu erwärmende Trinkwasser durchströmt einen Wärmetauscher (meist Rippenrohr-Rohrbündelwärmetauscher), welcher sich im oberen, heißen Bereich des Speichers befindet. Der dabei entstehende Kaltwasserfall nach unten durch die Temperaturschichtungen im Speicher wird mit Hilfe thermosyphonischer Konstruktionen verhindert.

Pufferspeicher

Pufferspeicher sind vom Aufbau her die einfachsten Speicher, da sie nur mit Heizungswasser gefüllt sind und daher im Innenbereich keinen Korrosionsschutz benötigen. Trinkwasser wird mit Ihnen nicht erzeugt. Pufferspeicher benötigen aufgrund

des geschlossenen Heizungskreislaufs keinen besonderen Korrosionsschutz. Sie werden meist aus Baustahl gefertigt. Wie der Name schon sagt, soll mit Hilfe dieser Speicher eine Pufferung der angebotenen Energie erreicht werden. Diese kann aus einer konventionellen Heizung stammen, von Kollektoren bereitgestellt werden, von der Wärmepumpe kommen oder durch einen Festbrennstoffkessel erzeugt werden.

Alle Systeme, die selbst mit Heizungswasser durchflossen sind, werden direkt mit Vor- und Rücklauf über Muffen an den Speicher angebunden. Die Solaranlage gibt ihre Energie meist über einen externen Plattenwärmetauscher an das Heizmedium ab. Pufferspeicher müssen bei Festbrennstoffkesseln grundsätzlich mit eingebaut werden und eröffnen in einer solchen Anlage immer die Möglichkeit, eine Solaranlage zu installieren.

Latentwärmespeicher

Um bei größeren Mengen zu speichernder Energie keine allzu großen Speicher verwenden zu müssen, werden seit längerem Untersuchungen angestellt, Wasser als Speichermedium zu ersetzen. Durch die Verwendung anderer Stoffe könnte die Speicherkapazität erhöht und gleichzeitig das Speichervolumen reduziert werden. Der Einsatz beispielsweise von Salzhydraten oder Paraffinen ist allerdings für die praktische Anwendung noch nicht weit verbreitet. Die Latentwärmespeicher nutzen die Energiemengen, die beim Phasenwechsel von z. B. Paraffin benötigt bzw. frei werden. Man verspricht sich dadurch bei gleicher Speichergröße eine bis zu 3,5fach höhere Wärmekapazität und damit eine starke Reduzierung des Platzbedarfs. Laut Gesprächen mit Herstellern scheint das Problem bei der Realisierung zum einen bei der Be- und Entladung zu liegen, zum anderen im Umstand begründet zu sein, daß dieser Phasenwechsel in einem definierten Temperaturbereich geschieht. Damit muß man den Speicher immer genau um diesen Punkt herum arbeiten lassen, was sich bei thermischen Solaranlagen relativ schwer verwirklichen läßt. Bewegen sich die Speichertemperaturen weit entfernt vom Übergangsbereich, so hat das Paraffin nur etwa $\frac{1}{4}$ der spezifischen Wärmekapazität von Wasser.

Sorptions- und Saisonspeicher

Bei der Sorptionstechnik wird als Speichermedium Silika-Gel verwendet. Durch Austrocknung bzw. Aufnahme von Wasserdampf wird Energie gespeichert bzw. entnommen. Die hohe Energiedichte (200–300 kWh/m³) und die geringe Wärmeverlustrate macht diese Technik, welche

sich noch in der Testphase befindet, für eine mögliche autarke Versorgung mit Solarwärme interessant.

Saison- bzw. Großspeicher werden vor allem in Niedrigenergiehäusern eingesetzt. Durch ein günstigeres Verhältnis von Speichereinheit zu Oberfläche sind die Wärmeverluste hier geringer. Das Haus wird dabei förmlich um einen Stahltank mit z. B. 10 m³ „herumbaut“. Bei einem geringen Wärmebedarf des Gebäudes im Winter einen guten Teil zur Raumheizung beitragen. Der hohe Material- und Platzaufwand spricht momentan jedoch noch gegen solche im Grunde zukunftsweisende Projekte.

Schichtung ist sehr wichtig

Die Schichtung in einem Solarspeicher ist sehr wichtig, da der Bereitschaftsteil im oberen Speicherbereich je nach Einstellung der Kesselregelung, auf genügend hohe Wassertemperaturen (ca. 45–55 °C) überwacht wird. Schafft es die Solaranlage nicht, in den Stunden der Sonneneinstrahlung in diesem Speicherbereich mindestens 45 °C warmes Wasser einzuschichten, so wird konventionell nachgeheizt.

Ein Problem einfach aufgebauter Speicher ist, daß über dem Wärmetauscher (WT) für die Solaranlage ein sehr großes Volumen an relativ kaltem Wasser steht. Erwärmt z. B. der WT das Speicherwasser auf der WT-Oberfläche von 20 °C auf 50 °C, so setzt aufgrund der entstehenden Dichteunterschiede eine freie Konvektion ein, die wiederum zu einer Vermischung des warmen und kalten Wassers führt. Daraus resultiert dann der negative Effekt, daß trotz relativ hohem Energieertrag durch die Solaranlage, nur lauwarmes Wasser zur Verfügung steht und somit ein Nachheizen notwendig wird.

Ein Solarspeicher ist aus meteorologischen Gründen in einer thermischen Solaranlage auf den ca. 2–2,5fachen Tagesbedarf ausgelegt. Ausgehend von einer vollkommenen Vermischung, bedeutet das, daß der Heizkessel auf jeden Fall nachheizen muß, obwohl die Solaranlage genügend Energie bereitgestellt hat. Bei solch schlecht schichtenden Systemen muß die Solaranlage das gesamte Speicherwasser beladen. Besonders problematisch ist dies, wenn an nicht sonderlich sonnigen Tagen das Trinkwarmwasser kaum auf Temperaturen über 45 °C gebracht werden kann. Versuche diesen Effekt zu beseitigen führten bei einigen we-

nigen Herstellern zu der Entwicklung von sogenannten Schichtenladern. Bei diesen werden mittels unterschiedlicher Verfahren die erwärmten Wassermengen in die entsprechende Schicht mit gleicher Temperatur bzw. gleicher Dichte transportiert. Der in diesem Zusammenhang oftmals genannte Begriff des Schichtenspeicher trifft eigentlich auf alle Solarspeicher zu. Die begriffliche Nähe zum Schichtenlader führt hier oft zu Irritationen. Schichtenlader setzt man hauptsächlich bei „Low-Flow“-Konzepten ein. Ein reduzierter Durchfluß im Kollektorkreislauf durch geringere Pumpenleistung und kleinere Rohrdurchmesser läßt das Wärmeträgermedium stärker erwärmen. Man erreicht damit schneller höhere Temperaturen, was sich auf den Deckungsgrad der Solaranlage positiv auswirkt. Für den Betrieb einer solchen Solaranlage ist auf eine gute Schichtung im Speicher zu achten, die hier fast nur durch einen Schichtenlader realisierbar ist.

Wärmeverluste vermeiden

Mit einem durchdachten Konzept können die Wärmeverluste gegenüber einem konventionellen Speicher tatsächlich reduziert werden. Dies kann z. B. zu einer deutlich kleineren Kollektorfläche führen, da nur ein Bruchteil der wertvollen Sonnenenergie über den Speicher wieder an die Umgebung abgegeben wird. Um möglichst geringe Wärmeverluste zu erreichen, sollte ein Solarspeicher einige wichtige Voraussetzungen erfüllen. So lassen sich hochwertige Speicher u. a. an ihrer Wärmedämmqualität unterscheiden und beurteilen: Geringe Verluste sind durch eine geschlossene, abnehmbare Isolierung aus mind. 80 mm Hart- bzw. mind. 120 mm Weichschaum erreichbar. So mancher Anbieter bringt es gerade einmal auf 50 mm PU-Weichschaum.

Bei bivalenten Speichern sind auch konstruktive Mängel sichtbar: Die Ein- und Austritte von Rohrleitungen stellen oft Schwachstellen in der Wärmedämmung dar. Oder sämtliche Anschlüsse werden direkt und nicht durch den überwiegend kalten Speicherboden herausgeführt. Auch fehlt teilweise das Prallblech beim Kaltwasser-einlauf. Ebenso wird oftmals durch zu hoch sitzende Solarwärmetauscher eine möglichst effektive Nutzung des gesamten Speichervolumens verhindert.

Bei einigen Speichern ist das Prädikat Solarspeicher nicht unbedingt gerechtfertigt. Es bleibt zu hoffen, daß dem Solarspeicher auf Dauer die gleiche Wertschätzung wie dem Kollektor zukommen mag, um die am Dach geerntete Energie nicht umgehend im Keller zu vernichten. □