

Solare Kombianlagen zur Raumheizungsunterstützung haben sich am Markt etabliert. Um die Akzeptanz dieser Anlagen weiter zu erhöhen, sind einfache und robuste Speichersysteme nötig, die ohne aufwendige Regelung und ohne komplizierte Montage auskommen. Nachfolgend werden zwei neuentwickelte Solarkombispeicher vorgestellt, bei denen u. a. der Heizungsrücklauf temperaturgerecht eingeschichtet wird und nur interne Wärmetauscher zum Einsatz kommen.

## Neuartige Solarkombispeicher mit Schichtleitschacht

# Einschichtung des Heizungsrücklaufs

Die bisher auf dem Markt verfügbaren Kombispeicher zeichneten sich entweder durch komplizierte und aufwendige Technik und damit notwendige Verschaltungen aus. Zudem verstehen die Endkunden die Solartechnik als moderne innovative Technologie und erwarten deshalb von Solarkombispeichern innovative Konzepte zur Wärmeschichtung. Ebenso galt es, gesellschaftliche Tendenzen zu einem gesteigerten Hygienebedürfnis in Bezug auf die Warmwasserqualität zu berücksichtigen.

Für Ein- bis Zweifamilienhäuser hat Schüco nun zwei Solarkombispeicher entwickelt, die für die Wärmeübertragung ausschließlich interne Wärmetauscher einsetzen und damit auf aufwendige externe Regelungen verzichten (Bilder 1 und 2). Aus Hygienegründen wird die Trinkwarmwasserbereitung im Durchlaufprinzip durchgeführt. Zur Optimierung des Solarertrages sind beide Konzepte mit Schichteinrichtungen für die Heizungsunterstützung ausgestattet, die für tiefe Kollektorrücklauftemperaturen und damit für hohe Kollektorstufen sorgen.



Bild 1 Stahl-Kombispeicher ST 750: wichtige Zusatzkomponenten sind in der blauen Station untergebracht



Bild 2 Der drucklose Kunststoffspeicher PP 500 wiegt nur 90 kg und ist 1,65 m hoch

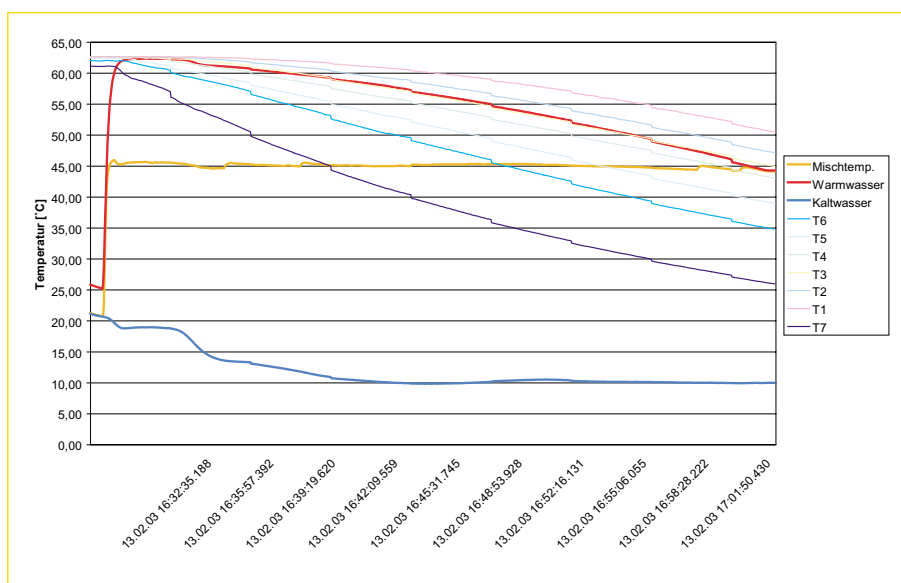


Bild 3 Diagramm einer Warmwasserzapfung mit Darstellung der resultierenden Speichertemperaturen

### Speicherverhalten beim Warmwasserbetrieb

Der Edelstahl-Wellrohrwärmetauscher für die Trinkwarmwassererwärmung ist über die gesamte Höhe des Speichers verteilt angebracht. Dadurch wird zum einen der Komfortanspruch durch eine ausreichende Fläche im oberen Drittel sichergestellt. Zudem gelingt es mit dieser Wärmetauscheranordnung, den Speicherbodens durch das zufließende kalte Wasser auszukühlen. So wird ein hoher Kollektorwirkungsgrad und damit eine hoher solarer Deckungsanteil erreicht. Bild 3 zeigt, wie sich in Folge eines Zapfvorgangs durch ein Durchflußsystem, eine gleichmäßige Temperaturschichtung aufbaut. Geprüft wurde dies am Kunststoffspeicher PP 500 (Bild 2) anhand interner Prüfeinrichtungen. Dabei wurde der komplette Speicherinhalt über den Solarwärmetauscher auf etwa 60 °C beladen. Anschließend wurde die nach dem Pflichtenheft und DIN 4708 geforderte Zapftemperatur (45 °C) mit 600 l/h gezapft. Die Nachheizung blieb dabei unberücksichtigt. Zu erkennen ist, daß sich aufgrund des nachfließenden Kaltwassers eine gleichmäßige Temperaturschichtung einstellt. Die Temperaturfühler T1 bis T7 waren gleichmäßig über die Speicherhöhe verteilt. Um den Speicherinhalt des PP 500 effektiv zu nutzen, wird der Trinkwasserwärmetauscher parallel zur Wärmeschichtung angeordnet. Die 30 % des Wärmetauschers, die im unteren Speicherbereich angeordnet sind, bewirken eine Abkühlung des Solarbereiches. Damit die Schüttleistung ge-

währleistet ist, befinden sich 50 % des Durchflußsystems im oberen Bereitschaftsbereich des Speichers.

Durch den großen Querschnitt von DN 32 (Kunststoffspeicher PP 500) oder DN 52 (Stahlspeicher ST 750) ist das Zapfverhalten vergleichbar einem Warmwasserspeicher. Volumenstromschwankungen wirken sich auf die Auslauftemperatur nur sehr geringfügig aus, da im Wärmetauscher ein relativ großes Volumen mit konstanter Temperatur vorhanden ist. Die Wellengeometrie des Wellrohres sichert einen sehr guten Wärmeübergang durch stetige Turbulenz im Rohr. Der Druckverlust ist aufgrund des großen Querschnittes recht gering.

### Temperaturschichtung im Speicher

Um eine Temperaturschichtung im Speicher zu gewährleisten, ist der Wärmeeintrag bzw. -entzug so zu gestalten, daß das übrige Speichervolumen möglichst in Ruhe bleibt. Dies erfordert Einströmmöglichkeiten, bei denen das einzuspeisende Medium in den Bereich äquivalenter Dichte eingeschichtet werden kann. An der Uni Kassel, Institut für thermische Energietechnik, wurde der Einfluß verschiedener Beladeeinrichtungen auf den Solarertrag an Kombisystemen untersucht. Es wurden Jahressimulationen mit internen, externen sowie thermosyphonischen solaren Beladestrategien von Kombispeichern durchgeführt. Diese ergaben, daß bei geeigneter Dimensionierung der Komponenten (Wärmeübertragungsver-

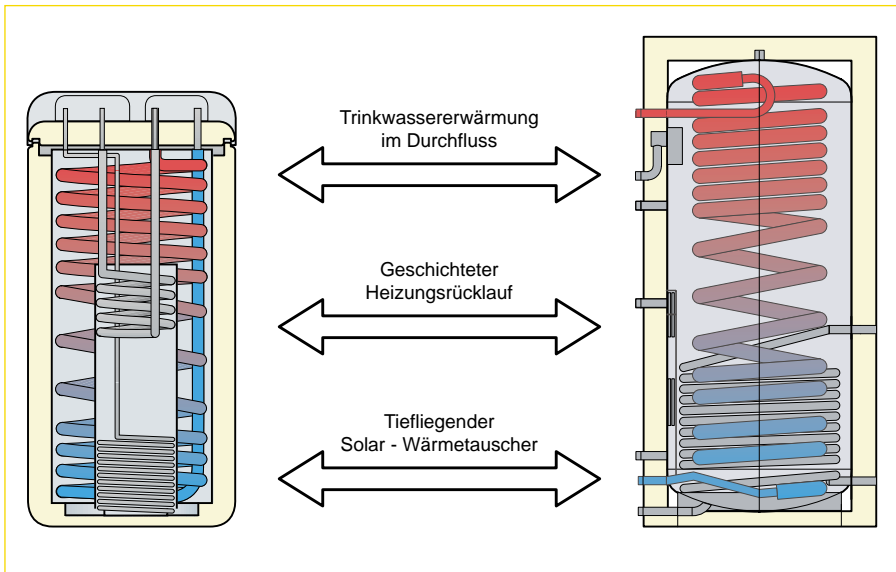
mögen des Wärmetauschers) das Beladen durch thermosyphonische Einrichtungen einen nur geringen Einfluß auf den Solarertrag hat [1].

Der geschichteten Solarbeladung wird eine Verringerung der Taktzeiten des Heizkessels im Sommer zugesprochen. Allerdings ist bei heizungsunterstützenden Solaranlagen durch die Anlagenauslegung im allgemeinen in den Sommermonaten eine Volldeckung vorhanden. Mittels solarer Schichtbeladung läßt sich die Taktzahl in den Übergangszeiten reduzieren. Allerdings führt dies zu höheren Temperaturen im Kollektor, wodurch sich der Kollektorwirkungsgrad an einem typischen Tag in den Übergangszeiten um ca. 20 % reduziert. Der exergetische Gewinn durch die solare Schichtbeladung wird demnach nur auf Kosten eines energetischen Verlustes durch die hohen Kollektortemperaturen realisiert.

### Einschichtung des Heizungsrücklaufs

Um innovativ zu handeln und der Nachfrage nach Schichtspeichern gerecht zu werden, verfolgt Schüco das Konzept, den Heizungsrücklauf temperaturgerecht einzuschichten. Da die Temperatur des Heizungsrücklaufes im Tages- und Jahresverlauf sehr stark variiert, muß z. B. kaltes Rücklaufwasser aus der Nachtabschaltung sicher zum Solarwärmetauscher im unteren Speicherteil geleitet werden. Um auf niedrigerem Temperaturniveau möglichst den maximalen Solarertrag zu übertragen, wird der Solarwärmetauscher eng gewickelt an tiefster Stelle im Solarspeicher angeordnet. Für kleine Reihenhäuser mit Dachzentralen wurde der drucklose Kunststoffspeicher PP 500 (Bild 2) und für größere Einfamilienhäuser mit Heizraum und weiteren zusätzlichen Wärmeerzeugern der Stahlspeicher ST 750 (Bild 1) entwickelt. Beide Speicher sind nach den oben beschriebenen Funktionsprinzipien entwickelt worden. Volumen und Solarwärmetauscher sind angepaßt an Kollektorflächen zur Heizungsunterstützung von 10–15 m<sup>2</sup>. Die Speicher unterscheiden sich im wesentlichen durch ihre Einsatzmöglichkeiten:

- Der drucklose Kunststoffspeicher PP 500 (Abmessungen: 780 × 780 × 1650 mm) mit einem sehr geringen Gewicht von nur 90 kg und einer Höhe von 1,65 m läßt sich sehr gut einsetzen z. B. in Dachzentralen kleiner Reihenhäusern mit Radiatorheizungen.
- Der Stahl-Kombispeicher ST 750 (Gewicht: 195 kg, Durchmesser: 990 mm; Höhe: 1990 mm) eignet sich für Heizsys-



**Bild 4** PP 500 (links) und ST 750 in Schnittdarstellung mit Kennzeichnung der Funktionsprinzipien für TWW, Heizungsunterstützung und Solarbeladung

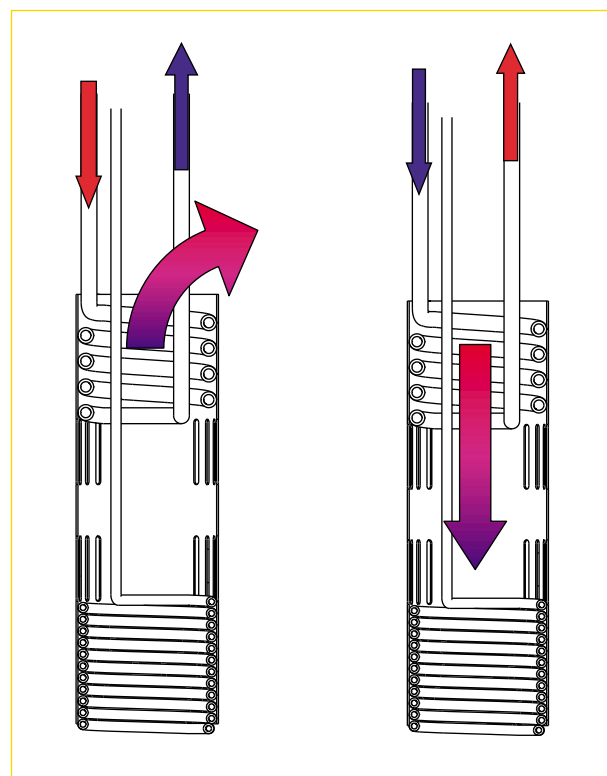
steme mit zusätzlichen Wärmequellen wie Kaminöfen in größeren Einfamilienhäusern mit großflächigen Fußbodenheizungen. Er kann sowohl zur Heizungsunterstützung durch solare Rücklaufvorwärmung als auch als Wärmezentrale mit Kesselpufferung eingesetzt werden.

Alle wesentlichen Zusatzkomponenten sind in der blauen Station direkt am Speicher montiert, was den Installationsaufwand minimiert (Bilder 1 und 2). Statt auf analogen Anzeigethermometern können alle notwendigen Daten im Menü des in Augenhöhe angeordneten Reglers abgelesen werden. Die Sicherheitsgruppe mit Manometer, Sicherheitsventil und Ausdehnungsgefäß wird hinter dem Speicher an einem T-Stück angeschlossen.

### Abströmkamin zur Volumenausnutzung

Der eng gewickelte Solarwärmetauscher sowie der zweifach nutzbare Heizwärmetauscher werden von oben nach unten durchströmt, um möglichst viel Wärme zu übertragen. Beide befinden sich horizontal versetzt innerhalb eines Strömungskamins. Der Solarwärmetauscher ist im unteren, kältesten Speicherbereich angeordnet, der Nachheizwärmetauscher befindet sich an der Unterkante des oberen Drittels. Der Strömungskamin dient zur Stabilisierung der Temperaturschichten. Muß der Bereitschaftsbereich durch den Wärmetauscher nachgeheizt werden, kann die Wärme direkt an den oberen Speicherinhalt übertragen werden.

Die Heizungsunterstützung wird durch eine Temperaturdifferenzregelung gesteuert. Wenn der Heizungsrücklauf eine niedrigere Temperatur aufweist als die Temperatur im unteren Speicherbereich, wird der Rücklauf über den Heizwärmetauscher geführt. Das abgekühlte Speicherwasser kann dann innerhalb des Kamins in Richtung Solarwärmetauscher strömen, ohne den restlichen Speicherinhalt zu durchmischen (Bild



**Bild 5** Funktionsprinzip Strömungskamin: Doppelfunktion des Heizwärmetauschers (Nacherwärmung des Komfortvolumens und Heizungsunterstützung)

5 rechts). Bei äquivalenter Temperatur des Speicherwassers innerhalb und außerhalb des Kamins kann sich das Wasser durch die dafür vorgesehenen Austrittsöffnungen temperaturgerecht einschichten.

Da beim vorgestellten Konzept der Rücklauf des Heizkreises stetig durch den Speicher geführt wird, kann auf den Einsatz eines Rücklaufwächters sowie der Temperaturdifferenzregelung verzichtet werden. Diese hydraulische Verschaltung reduziert den Verrohrungsaufwand bei der Montage und vermeidet Fehlerquellen, die im täglichen Betrieb zwar nicht auffallen aber den solaren Deckungsanteil reduzieren würden.

### Selbstregelnder Schichtleitschacht

Der Schichtleitschacht ist eine selbstregelnde Einrichtung im Speicherinneren, die konstruktiv einfach und störunanfällig ist. An den Schenkeln des U-Profiles befinden sich Austrittsöffnungen in Form von Schlitzfenstern. Die Einspeisung des Wassers erfolgt über den unteren Stutzen. Je nach Temperaturniveau kann es innerhalb des Profils aufsteigen bzw. absinken. Der obere Stutzen dient in diesem Fall für den Rücklauf zum Kessel. Ist die Temperatur des Heizungsrücklaufes (unterer Stutzen) größer als die Temperatur im Speicher, steigt das Heizungswasser innerhalb des Schichtleitschachtes nach oben und kann direkt an dem oberen Stutzen wieder entnommen werden. Somit wird eine Durchmischung des unteren Speicherbereiches weitestgehend vermieden. Über die schlitzförmigen Austrittsöffnungen erfolgt das temperaturgerechte Einschichten in den Speicher.

Der Volumenstrom in einer typischen Heizungsanlage beträgt ca. 1500 l/h. Bei diesem Volumenstrom würde ohne Schichtleitschacht die Durchmischung durch den Strömungskamin vermieden werden.

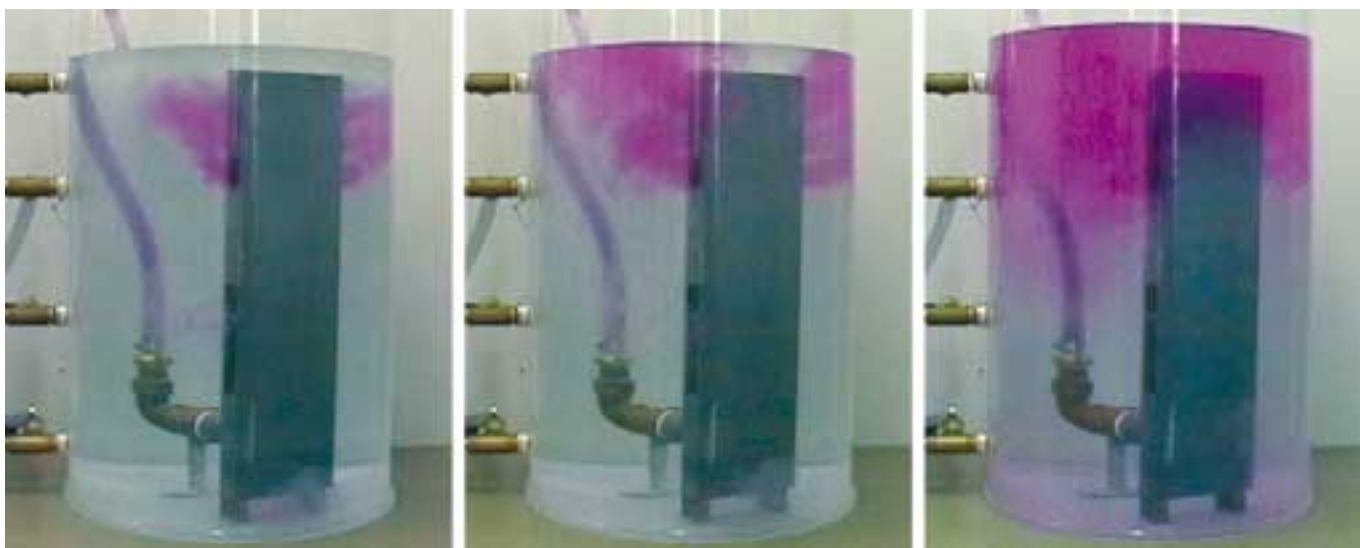


Bild 6 Schichtleitschacht – thermischer Auftrieb: Darstellung des Volumenstromverlaufs mittels drei aufeinanderfolgender Fotos

mungsimpuls eine vollständige Durchmischung des Speichers eintreten. Die exakte Schichteigenschaft des Schichtleitschachtes im ST 750 wird in der Foto-Sequenz in Bild 5 dargestellt. Für den Fall „heißer Heizungsrücklauf in kalten Speicher“ ist zu sehen, daß das gefärbte Wasser entsprechend seiner geringeren Dichte aus den oberen Öffnungen heraustritt. Ein geringer Anfahrtsimpuls ist in der Abbildung links zu erkennen. Der umgekehrte Fall, „kalter Heizungsrücklauf in heißen Speicher“, führte dazu, daß sich das kalte, eingespeiste Wasser unter den heißen Behälterinhalt schiebt, ohne Verwirbelungen zu verursachen. Der Behälterinhalt bleibt während des ganzen Versuches in Ruhe (Bild 7).

Die wesentliche Aufgabe eines Solar-kombispeichers ist es, einen hohen solaren Ertrag zu speichern. Dies wird bei den beiden neuentwickelten Solarkombispeichern durch die konsequente Abkühlung des unteren Teils erreicht. Eine Warmwasserzapfung erzeugt eine Schichtung mit kaltem unterem Speicherbereich. Im heizungsunterstützten Betrieb wird – wenn im Heizsystem verfügbar – kaltes Rücklaufwasser unten zum Solarwärmetauscher geführt. Die damit erreichten tiefen Kollektorrücklauftemperaturen sichern einen hohen Kollektorwirkungsgrad. Durch den Einsatz zweier unterschiedlicher Speicherkörper bei gleichem Funktionsprinzip erlauben der PP 500 und ST 750 viele Einsatzmöglichkeiten.

[1] Jordan U., Vajen K.: Einfluß verschiedener Beladeeinrichtungen auf den Solarertrag eines typischen Kombisystems, Zwölftes Symposium Thermische Solarenergie, Kloster Banz, Tagungsband Seite 386–390, Staffelstein 2002



Dr. Walter J. Stadlbauer

studierte Bergwesen und absolvierte dann ein arbeits- und wirtschaftswissenschaftliches Aufbaustudium. Seit 1998 ist er bei der Schüco International KG als stellvertretender Geschäftsführer für die Bereiche Solartechnik und Systemtechnik Kunststoff zuständig. 33609 Bielefeld, Telefon (05 21) 7 83-0, Telefax (05 21) 7 83-4 51, [www.schueco.de](http://www.schueco.de)

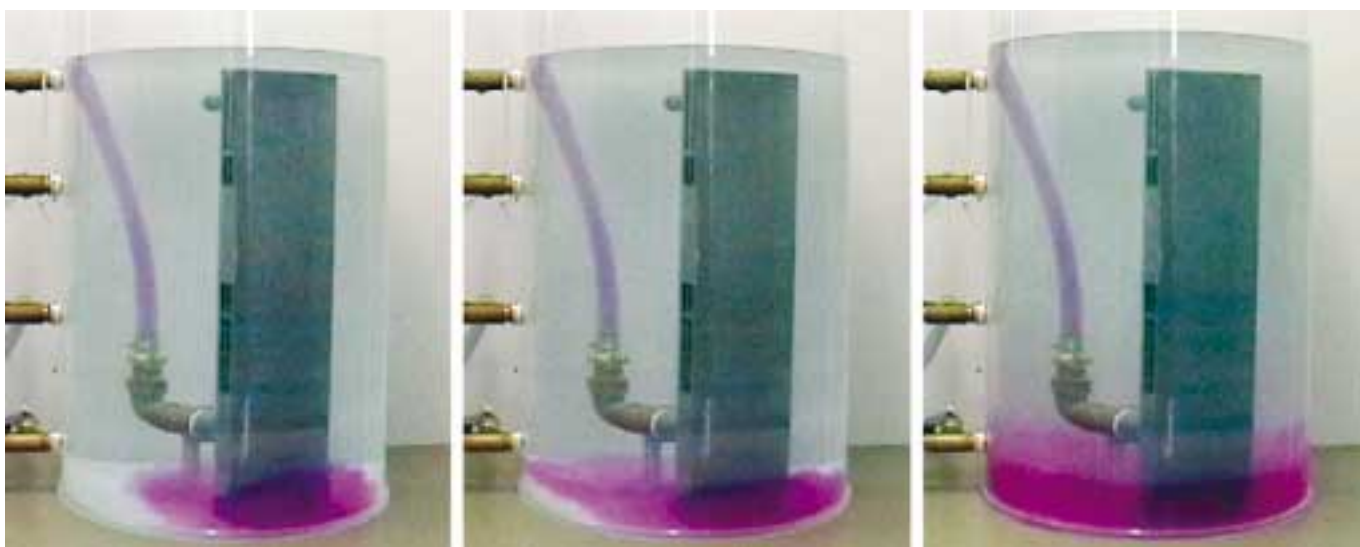


Bild 7 Thermischer Abtrieb: Darstellung des Volumenstromverlaufes mittels drei aufeinanderfolgender Fotos