

Kompaktes Warmwassersystem fürs Ein- und Zweifamilienhaus

Wie komfortabel sind Schichtenspeicher?

Carsten auf dem Kampe*

Schichten- oder Ladespeicher benötigen für den gleichen Warmwasserkomfort ein deutlich geringeres Volumen als konventionelle Rohrschlängenspeicher. Aufgrund der höheren Kosten wurden sie bisher überwiegend in größeren Anlagen eingesetzt. Durch Kostenreduzierungen und Großserienfertigung ist es gelungen, die Technologie auch für kleinere Anlagen, wie z. B. Einfamilienhäuser, wirtschaftlich nutzbar zu machen.



Früher fiel die Warmwasserbereitung häufig bei der Wohnwärmeversorgung ab. Der Anspruch an die Warmwasserversorgung war gering und die installierte Kesselleistung in der Regel ausreichend die Wassererwärmung mit zu übernehmen. Mit steigenden Komfortansprüchen und spätestens seit der Wärmeschutzverordnung von 1995, mit der der Wärmebedarf von Einfamilienhäusern zum Teil unter 5 kW begrenzt wird, rückt die Warmwasserbereitung immer mehr in den Mittelpunkt der Heizungsanlage. Große Speichervolumina stehen dabei im Widerspruch zu platzsparender, kostenbewußter Bauweise. Und angesichts der hohen Baukosten wird der Keller, soweit überhaupt vorhanden, eher als Hobbyraum, denn als Heizungskeller genutzt. Dies führt zu einer Nachfrage von kleineren, optisch ansprechenden Geräten. Dabei scheint das Schichtenspeicherprinzip eine geeignete Lösung zu sein, um mit geringer Heizgeräteleistung bei kleinem Speichervolumen einen hohen Warmwasserkomfort zu erreichen.

* Dipl.-Ing. Carsten auf dem Kampe ist Innovationsingenieur bei Vaillant GmbH, Telefon (0 21 91) 18-0, Telefax (0 21 91) 18-28 10, www.vaillant.de

Rohrschlängen- und Schichtenspeicher im Vergleich

Rohrschlängenspeicher sind die am weitesten verbreiteten indirekt beheizten Speicher. Die Aufheizung des Warmwassers erfolgt mittelbar über einen mit Heizmittel durchströmten Rohrschlängenspeicher, der sich im unteren Bereich des Speichers befindet. Zur Steuerung ist ein Temperaturfühler erforderlich, der sich etwa in der Mitte des Speichers befindet. Wird an diesem Temperaturfühler die Speicher-Solltemperatur abzüglich der Schalthysterese unterschritten, werden über eine Steuerung der Wärmeerzeuger und die Heizmittelpumpe in Betrieb gesetzt, bzw. ein 3-Wege-Umschaltventil geschaltet. Das Heizungswasser durchströmt den Rohrschlängenspeicher, über dessen Oberfläche die Wärme an das Wasser im Speicher abgegeben wird. Das erwärmte Wasser steigt aufgrund der geringeren Dichte nach oben, wobei es zu einer Vermischung von erwärmtem und kälterem Wasser kommt. Das gesamte Speichervolumen wird so nahezu gleichmäßig aufgeheizt bis am Temperaturfühler die Solltemperatur erreicht ist (Bild 1).

Schichtenspeicher bestehen aus einem einfachen Behälter, der über einen Kaltwasserabzug und einen Warmwasserzulauf mit einem externen Wärmetauscher verbunden ist (Bild 1). Üblicherweise werden Plattenwärmetauscher eingesetzt, die sowohl von dem zu erwärmenden Warmwasser als auch vom Heizungswasser im Gegenstrom durch-

strömt werden. Bei der Aufheizung wird mittels einer Warmwasserpumpe kaltes Wasser aus dem unteren Speicherbereich über den Wärmetauscher gefördert, dort erwärmt und dann in den obersten Speicherbereich eingespeist. Durch geometrisch entsprechend gestaltete Einströmhilfen wird erreicht, daß sich das leichtere Warmwasser nicht mit dem Speicherwasser vermischt. So entsteht eine klar ausgebildete Grenzschicht zwischen dem kälteren unteren Teil und dem auf Solltemperatur erwärmten oberen Bereich des Speichers.

Mindestens zwei Temperaturfühler

Zur Steuerung sind im Gegensatz zum Rohrschlängenspeicher mindestens zwei Temperaturfühler erforderlich. Einer befindet sich etwa im mittleren Speicherbereich. Wird an diesem Temperaturfühler die Speicher-Solltemperatur um einen bestimmten Wert unterschritten, wird, wie beim Rohrschlängenspeicher, ein Nachladevorgang gestartet. Der zweite Temperaturfühler befindet sich im Warmwasserzulauf zwischen

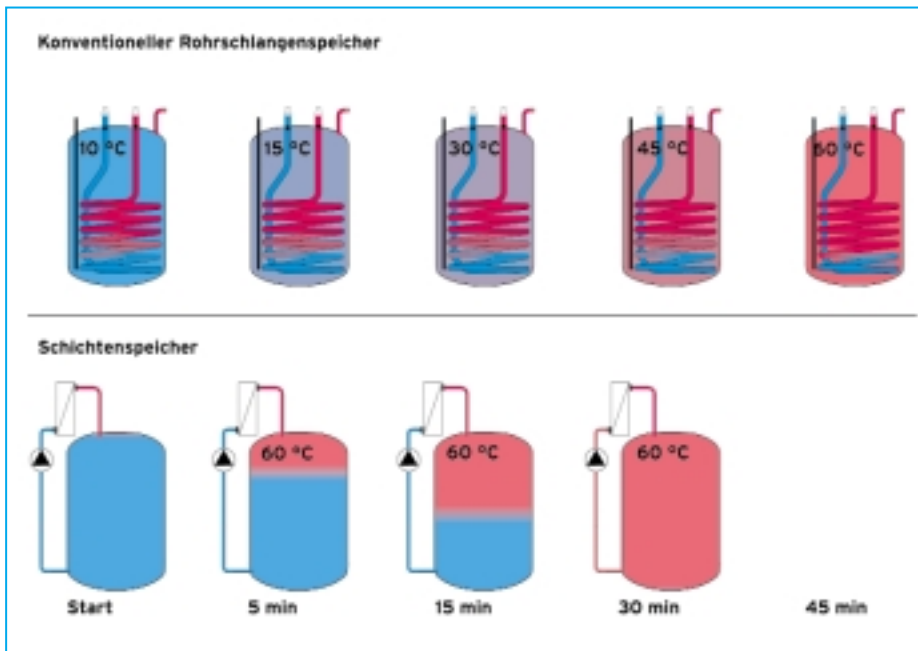


Bild 1 Vergleich der Aufheizung zweier unterschiedlicher Warmwasserspeichersysteme

Wärmetauscher und Speicher. Dieser Ladetemperaturfühler erfasst die Temperatur des erwärmten, dem Speicher zufließenden Wassers. Über ihn wird die Warmwasserladepumpe so gesteuert, daß das Wasser immer auf Solltemperatur dem Speicher zugeführt wird. Über einen dritten Fühler im untersten Speicherbereich oder den Ladetemperaturfühler wird das Ende des Aufheizvorgangs ermittelt.

Bei einem durch den mittleren Temperaturfühler ausgelösten Aufladevorgang werden der Wärmeerzeuger und die Heizmittelpumpe in Betrieb gesetzt. Die Warm-

serladepumpe taktet zu Beginn der Aufheizung. Eine durchgehende Förderung ist zu Beginn nicht möglich, da durch geringe Systemtemperaturen kälteres Wasser in den oberen warmen Speicherbereich gespeist würde. Eine gewisse Fördermenge ist jedoch erforderlich, um dem Speicherladetemperaturfühler im Wärmetauscher erwärmtes Wasser zuzuführen und eine Steuerung überhaupt zu ermöglichen. Erst bei Erreichen der Solltemperatur am Ladetemperaturfühler beginnt die Pumpe durchgehend zu fördern, bis die Solltemperatur wieder unterschritten oder der Aufheizvorgang beendet wird.

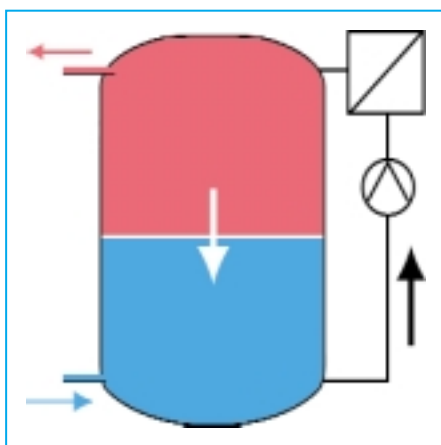


Bild 2 Wasserentnahme während Aufheizvorgang: 1. Warmwasserentnahme < Ladestrom

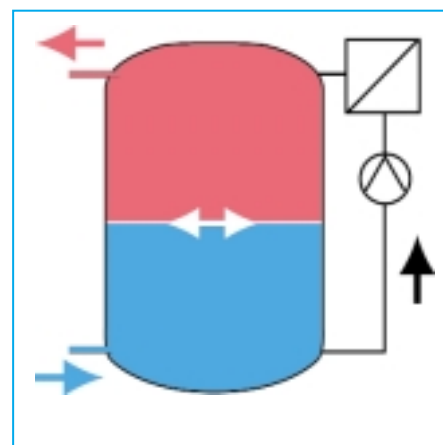


Bild 3 Wasserentnahme während Aufheizvorgang: 2. Warmwasserentnahme = Ladestrom

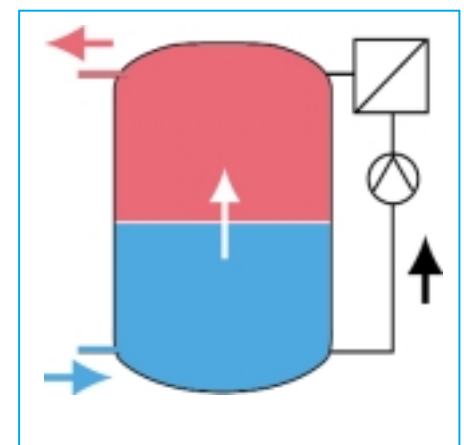


Bild 4 Wasserentnahme während Aufheizvorgang: 3. Warmwasserentnahme > Ladestrom

Wasserentnahme während des Aufheizvorgangs

Wird während eines Aufheizvorgangs gleichzeitig Wasser entnommen können drei verschiedene Betriebszustände auftreten:

1. Warmwasserentnahme < Ladestrom (Bild 2)

Bei geringer Warmwasserentnahme kann der Ladestrom kleiner als die Entnahmemenge sein. Der Ladestrom m berechnet mit der Heizleistung Q , der Wärmekapazität c_p und der Differenz $\Delta\theta$ zwischen Kaltwasser- und Solltemperatur aus der Formel

$$Q = m \times c_p \times \Delta\theta.$$

Kombiniert mit einem Wärmeerzeuger von 20 kW ergibt sich bei 15 °C Kalt- und 60 °C Warmwassertemperatur ein Ladestrom von 6,4 l/min. Bei einer Dusche mit einer Auslaufmenge von 8 l/min bei 40 °C werden dem Speicher 4,4 l/min mit 60 °C entnommen. Mit der Differenz von 2,0 l/min wird der Speicher beladen. Die Grenzschicht zwischen Warm- und Kaltwasser wandert im Speicher nach unten. Der Speicher kann so, trotz gleichzeitiger Warmwasserentnahme, vollständig aufgeheizt werden.

2. Warmwasserentnahme = Ladestrom (Bild 3)

Dieser Zustand entspricht in etwa der Betriebsweise eines Durchlauferhitzers. Kaltes Wasser strömt in den unteren Speicherbereich. Die gleiche Menge wird dort abgezogen und über den Wärmetauscher dem Speicher oben wieder erwärmt zugeführt und sogleich über den Entnahmestutzen abgeführt. Es ist ein Beharrungszustand er-

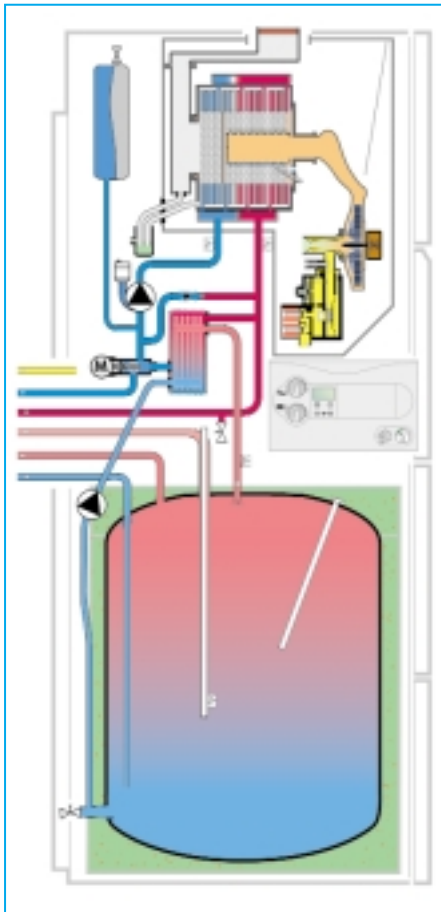


Bild 5 Das System ist so abzustimmen, daß durch Steuerung der Ladepumpe und Zugriff auf die Brennermodulation eine gleichmäßige Temperatur im Speicher gewährleistet wird

reicht, bei dem die gespeicherte Warmwassermenge gleich bleibt. Die Grenzschicht zwischen Warm- und Kaltwasser im Speicher bleibt stehen.

3. Warmwasserentnahme > Ladestrom (Bild 4)

Wird mehr Warmwasser entnommen, als nachgeheizt werden kann, z. B. beim Öffnen einer zweiten Duscharmatur, wandert die Grenzschicht zwischen Warm- und Kaltwasser im Speicher nach oben. Bei gleichzeitiger Nutzung von zwei Duschen mit jeweils 8 l/min bei 40 °C werden dem Speicher 8,8 l/min bei 60 °C entnommen. Hiervon werden 6,4 l/min über den Plattenwärmetauscher zur Verfügung gestellt. Das gespeicherte Warmwasservolumen verringert sich lediglich um 2,2 l/min.

Rasche Verfügbarkeit des Warmwassers

Neben dem gespeicherten Warmwasser steht die nacherwärmte Menge vollständig zur Verfügung. Während bei konventionellen Speichern das untere, kalte Volumen komplett auf eine nutzbare Temperatur aufgeheizt werden muß, wird beim Schichtenspeicher die Heizleistung zielgerichtet eingesetzt und eine der Heizleistung entsprechende Wassermenge auf Solltemperatur erwärmt. Durch diese Art der Beheizung wird das vorhandene Speichervolumen quasi „verlängert“. Deutlich wird dies beim Vergleich der Auslaufkurven beider Systeme:

- Beim Rohrschlängenspeicher wandert die kalte untere Schicht mit dem einströmenden Kaltwasser nach oben. Die Heizwärme wird dem gesamten Volumen unspezifisch zugeführt. Dabei kommt es in der Regel zu einem Unterschreiten der Mindesttemperatur, bevor das System in den stationären Zustand, der Dauerleistung, übergeht. Die komplette Zapfmenge muß dem Speichervolumen entnommen werden.

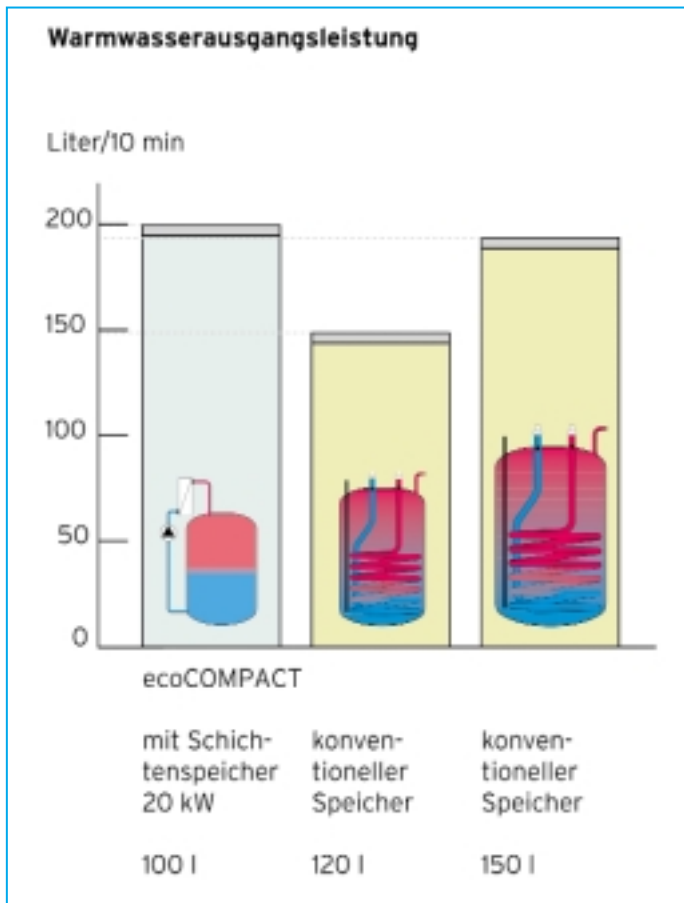


Bild 6 Durch integrierte Schichtenspeichertechnik erreicht der „Eco-compact“ mit seinem 100-l-Inhalt eine Warmwasserausgangsleistung, wie ein Heizgerät gleicher Leistung mit einem 150-l-Rohrschlängenspeicher

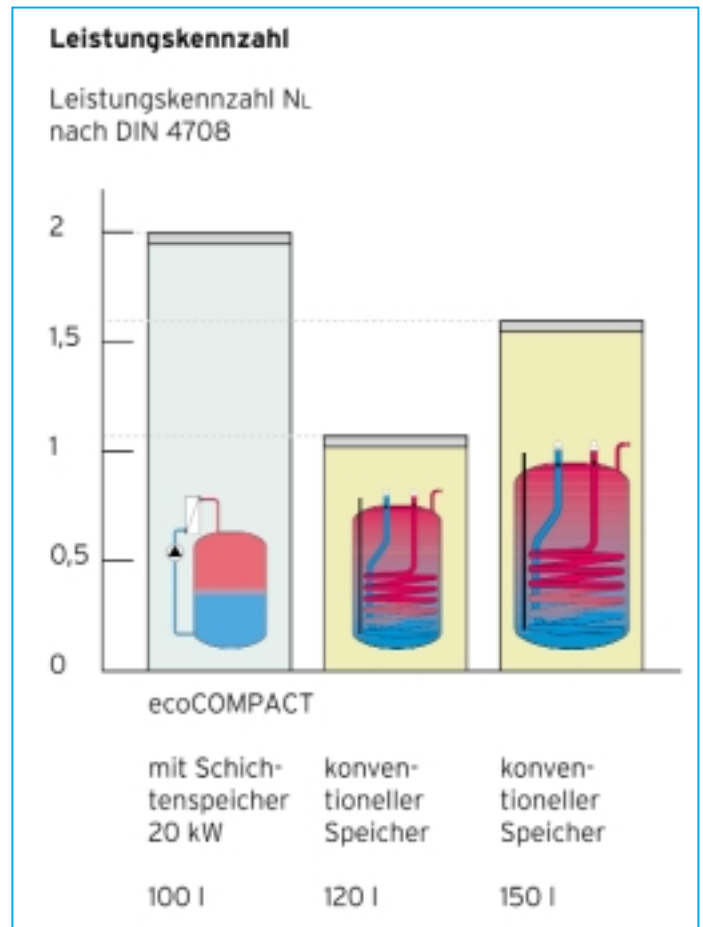


Bild 7 Die Leistungskennzahl mit 2,0 ermöglicht auch die Installation in einem Zwei-Familienhaus. Wichtiger Systemvorteil: das um 35 % reduzierte Bauvolumen (Höhe: 135 cm)

– Beim Schichtenspeicher dagegen kann die erwärmte Wassermenge direkt der Zapfstelle zugeführt werden, ähnlich wie bei einem Durchlauferhitzer. Lediglich die über die Heizleistung hinausgehende Menge muß dem Speichervolumen entnommen werden.

Die Fläche zwischen den beiden Kurven kann als Komfortgewinn des Schichtenspeichers gedeutet werden. Dies bedeutet: bei gleichem Volumen erbringt der Schichtenspeicher eine größere Warmwasserleistung. Oder anders interpretiert: Bei gleicher Warmwasserleistung darf der Schichtenspeicher kleiner sein. Insbesondere bei kleinen Heizleistungen kommt der Vorteil der sofortigen Verfügbarkeit des Warmwassers hinzu. Selbst nach vollständiger Entleerung des Speichers steht beim Schichtenspeicher schon nach wenigen Minuten warmes Wasser auf Solltemperatur zur Verfügung.

Darüber hinaus resultieren aus dem kleineren Volumen auch kürzere Aufheizzeiten, was auch insbesondere bei kleinen Heizleistungen vorteilhaft ist, da der Heizbetrieb nur relativ kurz unterbrochen werden muß. Dies wirkt sich auf die Behaglichkeit in den Wohnräumen aus.

Heizgerät und Speicher kombinieren

Nachteil herkömmlicher Anlagen mit Schichtenspeichern ist, daß Heizgerät und Speicher nicht optimal aufeinander abgestimmt sind. Häufig nehmen die erforderlichen Komponenten, wie Plattenwärmetauscher, Ladepumpe und Verrohrung, so viel Bauvolumen ein, wie durch die Aufheiztechnik gewonnen wurde. Darüber hinaus sind die Regelungen von Heizgeräten normalerweise nicht für die Steuerung von Schichtenspeichern vorbereitet, so daß eine separate Steuerung für den Schichtenspeicher erforderlich ist, die lediglich eine Wärmeanforderung an die Heizgerätesteuerung übermitteln kann. Aus diesen Gründen war die Anwendung von Schichtenspeichern bisher

meist auf Großanlagen beschränkt, bei denen sich der Platzbedarf und die Mehrkosten der Komponenten durch das deutlich geringere erforderliche Volumen relativierte. Durch die Kombination von Brennwärmeerzeuger und Schichtenspeicher in einer Einheit können diese Nachteile jedoch umgangen werden. Darüber hinaus entsteht ein kompaktes, platzsparendes Produkt, wenn unter der gemeinsamen Verkleidung nicht nur Heizgerät und Speicher, sondern auch Bauteile wie Plattenwärmetauscher, Ladepumpe und Verrohrung platziert werden. Die im Gerät integrierte Steuerung, übernimmt dann alle für das Heizgerät und den Schichtenspeicher erforderlichen Funktionen. Dabei ist das System so abzustimmen, daß durch Steuerung der Ladepumpe und Zugriff auf die Brennermodulation eine gleichmäßige Temperatur im Speicher gewährleistet wird. (Bild 5) □