



Trinkwassererwärmung mit Schichtenspeichern

Weniger Speicher, mehr Warmwasser

Die Trinkwassererwärmung mit Schichtenspeichern reduziert den Energieaufwand und verkürzt die Aufheizzeit. Gleichzeitig kommt diese Technik im Vergleich mit Rohrschlängenspeichern bei gleicher Warmwasserleistung mit einem kleineren Speichervolumen aus. Die Auswahl des richtigen Systems bewegt sich aber besonders für kleinere Wohngebäude, auch unter Berücksichtigung des Wärmeerzeugers, immer auf einem schmalen Grat zwischen ausreichendem Warmwasserkomfort und sparsamem Energieverbrauch.

Weniger Raumheizleistung, höherer Trinkwasserkomfort und die Einkopplung von Solarwärme stellen heute neue Anforderungen an die Trinkwassererwärmung. [Kompaktheizzentrale aurocompact, Vaillant]

Für die bedarfsgerechte Warmwasserversorgung von Wohn- und Nutzgebäuden erfüllen Speicher-Trinkwassererwärmer den geforderten Warmwasserkomfort dadurch, dass sie zu jeder Zeit warmes Wasser in ausreichender Menge und mit Nutztemperatur bereitstellen. Die Erwärmung des Trinkwassers erfolgt durch direkte oder indirekte (mittelbare) Beheizung. Die häufigste Ausführung sind indirekt beheizte Trinkwassererwärmer, die unterschieden werden in

- Speicher-Trinkwassererwärmer mit Heizflächen innerhalb des Behälters, entsprechend der Bauart des am meisten verbreiteten Rohrschlängenspeichers und
- Warmwasserspeicher, deren Inhalt über ein Aufladesystem durch einen außerhalb des Behälters liegenden Wärmeübertrager aufgeheizt wird.

Für die Versorgung kleinerer Objekte mit paralleler Nutzung von Solarwärme sind auch kompakte Speicher-Trinkwassererwärmer als Kombination von Rohrschlängenspeicher und Schichtenspeicher verfügbar.

Die zentrale Warmwasserversorgung ist für Gebäude geeignet, in denen über ein begrenzt ausgedehntes Leitungsnetz mehrere Zapfstellen bzw. Wohn- oder Nuteinheiten zu versorgen sind. Insbesondere für Ein- und Zweifamilienhäuser ist die zentrale Warmwasserbereitung eine wirt-

schaftliche Lösung, da durch Kopplung des Trinkwassererwärmers an das Heizsystem kein separater Wärmeerzeuger benötigt wird.

Die Nutzung von Solarwärme für die Trinkwassererwärmung ist ein weiteres Argument für die zentrale Erwärmung. Daraus ergeben sich zusätzliche Anforderungen an die Funktionsweise der Speicher, da vorrangig die Solarenergie genutzt und die Nachheizung über das konventionelle Heizsystem möglichst gering gehalten werden soll.

Bedarfsanteil für Warmwasser steigt

Der Auslegung von Trinkwassererwärmern kommt mehr Bedeutung zu, seit sich das Verhältnis des Energieverbrauchs von Raumheizung und Trinkwassererwärmung durch Energie sparende Heiztechnik und ebensolche Bauweise von Gebäuden deutlich in Richtung der Trinkwassererwärmung verschoben hat. Gebäude, die beispielsweise dem Stand der Wärmeschutzverordnung von 1982 entsprechen, benötigen etwa 20 % des Heizwärmeverbrauchs für die Bereitstellung warmen Trinkwassers.

Energieeffiziente Heiztechnik und verbesserte Gebäudedämmung haben den Gesamt-Wärmebedarf seitdem deutlich verringert, so dass der Energieanteil für die Trinkwassererwärmung bei aktuellem Baustandard bei 40 % und darüber liegt.

Damit einhergegangen ist eine Reduzierung der Heizleistung des Wärmeerzeugers, was auch beim Konzept für die Trinkwassererwärmung berücksichtigt werden muss. Auch ist der Energieaufwand mehr in den Vordergrund gerückt, der eingesetzt werden muss, um das Wasser ständig auf Solltemperatur zu halten. Daraus folgt eine Bemessung der Trinkwassererwärmung, die einerseits die geforderten Zapfraten zur Verfügung stellt und gleichzeitig den Speicher so klein wie möglich hält, um unnötigen Energieverbrauch zu vermeiden.

Bedarfsgerechte Versorgung

Die Konstruktion des Speichers orientiert sich an Warmwasserkomfort und sparsamem Energieverbrauch. Daraus ergeben sich Anforderungen wie hohe Wärmeübertragungsleistungen und geringstmögliche Wärmeverluste. Der Warmwasserkomfort wiederum ist durch die Bedürfnisse des Nutzers definiert: Warmes Wasser soll jederzeit in ausreichender Menge und Temperatur zur Verfügung stehen. Ein wesentliches Kriterium für die Auslegung des Trinkwassererwärmers ist daher, welche Warmwassermenge bereitzustellen ist und wie viel Zeit verfügbar ist, um sie (wieder) auf Nutztemperatur zu erwärmen. Die Speichergröße ist damit auch davon abhängig, welche Heizleis-

tung vom Heizsystem – bei solarer Warmwasserbereitung auch von den Solarkollektoren – dafür verfügbar ist.

Der Vergleich von Rohrschlängenspeichern und bivalenten Speichern mit dem Prinzip der Schichtenspeichertechnologie zeigt jedoch, dass die mengenmäßige Deckung des Warmwasserbedarfs nicht nur vom Speichervolumen abhängt.

Rohrschlängenspeicher

Speicher-Wassererwärmer mit innenliegendem Rohrschlängen-Wärmeübertrager stellen die konventionelle Bauart dar und werden auch als Rohrschlängenspeicher bezeichnet. Als Standspeicher mit zylindrischer, schlanker Behälterform werden sie neben dem Wärmeerzeuger aufgestellt. Die Speicherladung erfolgt durch Verbindung mit dem Kesselkreislauf über Rohrleitungen und eine Speicherladepumpe. Der Wärmeübertrager ist im unteren Speicherbereich angeordnet, um während des Ladevorgangs eine möglichst gleichbleibende Temperaturdifferenz halten zu können, da diese einen erheblichen Einfluss auf die zu übertragende Wärmeleistung hat.

Bevor jedoch warmes Wasser mit Nutztemperatur entnommen werden kann, muss zunächst der gesamte Speicherinhalt aufgeheizt sein. Der Aufheizvorgang ist somit erst abgeschlossen, wenn der etwa im unteren Drittel der Speicherrhöhe angeordnete Temperaturfühler das Erreichen der eingestellten Solltemperatur registriert. Rohrschlängenspeicher werden auch in liegender Ausführung gefertigt, um sie als Unterstellspeicher einsetzen und in kompletten Units aus Heizkessel und Trinkwassererwärmer anbieten zu können.

Warmwasser mit Solarwärme

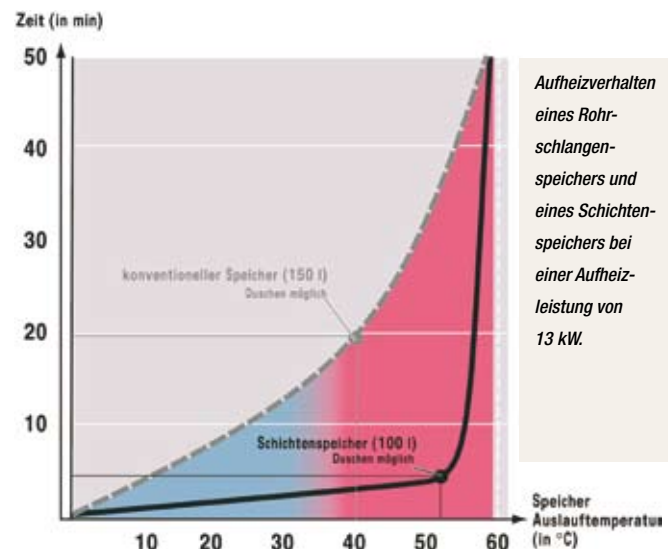
Für die solare Warmwasserbereitung werden bivalente Speicher eingesetzt, deren kennzeichnendes Merkmal zwei Rohrschlängen-Wärmeübertrager sind. Der Wärmeübertrager des Kollektorkreislaufs ist dabei in der Nähe des Speicherbodens angeordnet, damit die Solarenergie mit stets größtmöglicher Temperaturdifferenz an den Speicherinhalt abgegeben wird. Bivalente Speicher können als reine Trinkwassererwärmer oder als Kombispeicher ausgeführt sein, die das Trinkwasser in einem zusätzlichen Innenbehälter erwärmen. Ein Beispiel ist der Vaillant-Solarspeicher aurostor VPS SC 700, der nach dem Zwei-Tank-Prinzip arbeitet.

Dazu ist der Rohrschlängen-Wärmeübertrager im oberen Speicherbereich mit dem Heizsystem verbunden. Reicht die Sonnenergie nicht aus, um das darunter befindliche Heizungswasser (hier 490 l) zu erwärmen, startet der Systemregler die Schnellaufheizung des Trinkwassers über das Heizgerät. Mit einem Warmwasservorrat von 180 l und der Schnellaufheizung erreicht der Speicher die Leistungskennzahl $N_L = 4$. Diese Kennzahl ist ein vom Hersteller zu ermittelnder Wert, dem eine

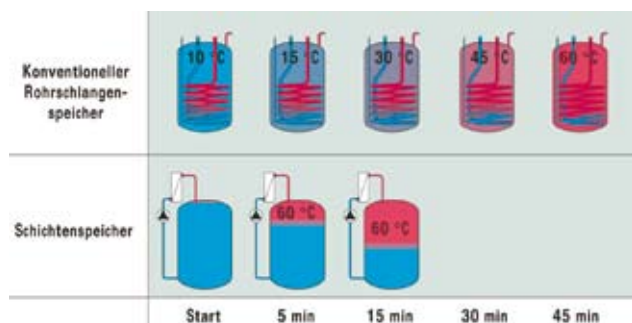
definierte Warmwasser-Durchflussmenge zugrunde liegt. Die Leistungskennzahl dient zur Auswahl des Trinkwassererwärmers anhand der nach DIN 4708-2 ermittelten Bedarfskennzahl N des Gebäudes (siehe Kasten).

Schichtenspeicher

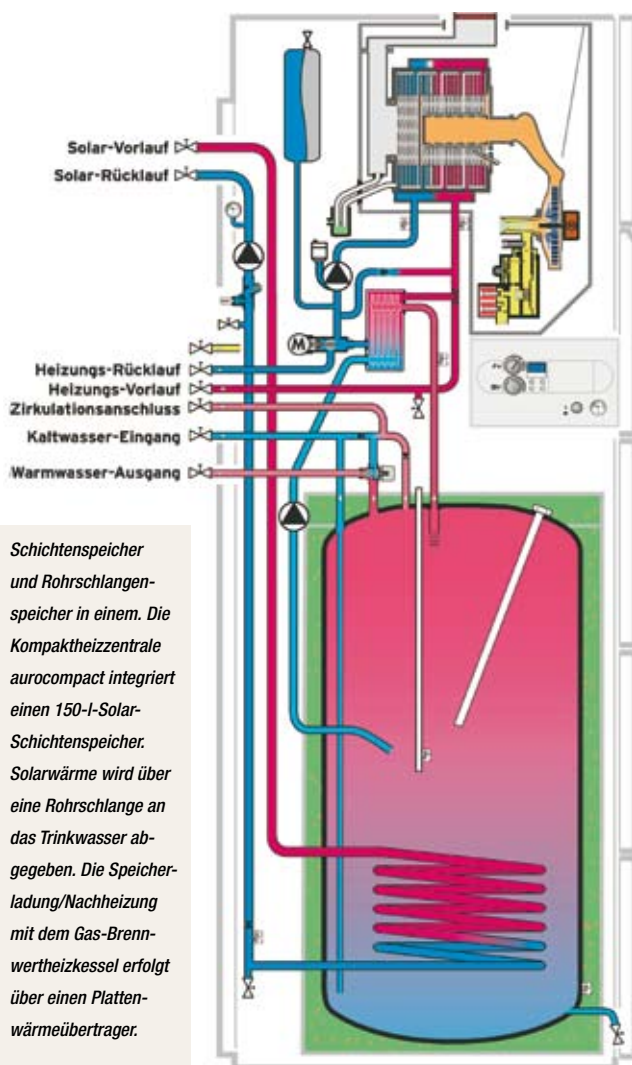
Schichtenspeicher ermöglichen es, dass bereits nach kurzer Aufheizzeit Trinkwasser mit Nutztemperatur verfügbar ist. Die Speicherladung erfolgt über einen externen Plattenwärmeübertrager nach dem Prinzip der „Obenladung“. Eine systeminterne Umwälzpumpe entnimmt Wasser aus der unteren, kälteren Speicherzone und speist das über den Wärmeübertrager aufgeheizte Wasser von oben wieder in den Behälter ein. Die erwärmte Trinkwassermenge hat bereits Solltemperatur und kann direkt gezapft werden, ähnlich dem Prinzip eines Durchlauferhitzers. Auch nach vollständiger Entnahme ist bereits nach wenigen Minuten wieder Wasser mit Solltemperatur verfügbar.



Dieser Vorteil wird besonders bei kleinerer Heizleistung deutlich. Im Vergleich zu Rohrschlängenspeichern erreichen Schichtenspeicher eine höhere Warmwasserleistung. Gleichzeitig ist die Energieausnutzung effizienter, da zwischen Heizmedium und Brauchwasser immer eine maximale Temperaturdifferenz besteht. Diese Tatsache prädestiniert Schichtladespeicher für die Kombination mit Brennwertechnik und solarthermischen Anlagen. Durch die größere Leistungsfähigkeit kann die



Schichtenspeicher mit externem Wärmeübertrager liefern schneller und mehr warmes Wasser bei gleichzeitig verbesserter Brennwertausnutzung.



Schichtenspeicher und Rohrschlängenspeicher in einem. Die Kompaktheizzentrale aurocompact integriert einen 150-l-Solar-Schichtenspeicher. Solarwärme wird über eine Rohrschlange an das Trinkwasser abgegeben. Die Speicherladung/Nachheizung mit dem Gas-Brennwertkessel erfolgt über einen Plattenwärmeübertrager.

Gerätegröße geringer gewählt werden, wodurch sich ebenfalls die Bereitschaftsverluste verringern.

Schichtung mit Dichteunterschied

Das Konstruktionsprinzip des Schichtenspeichers stammt aus der Solarwärmetechnik. Da Solarertrag und Warmwasserbedarf selten genau zeitgleich anfallen, muss auch bei vorübergehend geringerem Wärmeangebot aus dem Kollektorkreislauf zumindest ein Teil des Speicherinhalts mit Nutztemperatur bereitgestellt werden können. Um andererseits eine möglichst große Menge der

Solarwärme puffern zu können, ist ein entsprechend großes Speichervolumen notwendig. Die Bezeichnung „Schichtenspeicher“ leitet sich von der Wirkungsweise ab, dass sich das Wasser im Behälter aufgrund der Dichteunterschiede selbsttätig nach kälteren und wärmeren Temperaturen schichtet.

Ein weiterer Effekt der Schichtung ist, dass sich der Übergang zwischen warmer und kalter Speicherzone auf eine geringe Höhe beschränkt. Im oberen Speicherbereich ist damit Wasser mit Nutztemperatur verfügbar. Beim Ladevorgang nach dem Thermosiphonprinzip wird die Trennschicht zwischen Warm- und Kaltwasser weiter nach unten verschoben, so dass die Schichtung erhalten bleibt. Eine möglichst schlanke Wassersäule unterstützt den Aufbau der Schichtung. Schichtenspeicher werden daher ausschließlich als Standspeicher konstruiert. Im Vergleich zu Rohrschlängenspeichern kann bei gleicher Schüttleistung zudem das Speichervolumen geringer gewählt werden, so dass sich hierdurch zusätzlich kürzere Aufheizzeiten ergeben.

Mehr Leistung mit kleinerem Speicher

Der Einsatz der Schichtenspeichertechnik hatte sich bislang auf größere Anlagen beschränkt. Inzwischen wird der Vorteil, den Warmwasserkomfort mit kleinerem Speichervolumen zu erreichen, auch für kleinere Wohngebäude genutzt. Für Ein- und Zweifamilienhäuser werden Schichtenspeicher jedoch selten als eigenständiges Bauteil verwendet, sondern in kompakte Gerätekonzepte integriert. So sind im Vaillant Kompaktheizgerät ecocompact Gas-Brennwertheiztechnik und Warmwasser-Schichtenspeicher in einer Baueinheit verbunden. Die Warmwasserleistung des 100-l-Schichtenspeichers, der über einen Plattenwärmeübertrager geladen wird, entspricht der eines konventionellen Trinkwasserwärmers mit 150 l Inhalt. Mit der geringen Bauhöhe von 1,35 m kann das Kompaktheizgerät sogar als Dachheizzentrale eingesetzt werden.

Speicherdimensionierung über die Bedarfskennzahl N

Anhand der ermittelten Bedarfskennzahl N wird aus den Herstellerdaten der Warmwasserspeicher nach der Leistungskennzahl N_L ausgewählt. Das Berechnungsverfahren nach DIN 4708-2 gilt ausschließlich für Wohngebäude mit gemischter Belegung, d.h. die Bemessungsgrundlagen gehen von unterschiedlichem Nutzerverhalten in Bezug auf Tagesablauf, Verbrauch und Gleichzeitigkeit aus. Die Speicherdimensionierung nach dieser Norm ist daher nicht anwendbar für Gebäude wie Hotels oder Wohnheime, in denen eine hohe Gleichzeitigkeit zu erwarten ist.

Das Bemessungsverfahren basiert auf der Grundlage von Verbrauchsanalysen, aus denen nach mathematisch-statistischen Verfahren Bedarfswerte ermittelt wurden. Die Auslegung der Speichergröße erfolgt mithilfe eines Berechnungsschemas anhand einfacher Grunddaten wie Wohnungszahl, Anzahl der Räume, Zahl der Personen je Wohneinheit und der Ausstattung mit Sanitäröbekten. Die Bedarfskennzahl N errechnet sich gemäß DIN 4708-2 wie folgt:

$$N = \frac{\sum (n \cdot p \cdot v \cdot w_v)}{p \cdot w_v} = \frac{\sum (n \cdot p \cdot v \cdot w_v)}{3,5 \cdot 5820 \text{ Wh}}$$

N: Bedarfskennzahl (Anzahl der zu versorgenden Einheitswohnungen)

n: Wohnungszahl (Anzahl der zu versorgenden Wohnungen)

p: Belegungszahl (Anzahl der Personen je Wohnung)

v: Zapfstellenzahl (Anzahl der Zapfstellen für erwärmtes Wasser je Wohnung)

w_v : Zapfstellenbedarf (Wärmemenge in Wh für die Entnahme von Warmwasser aus einer Zapfstelle).

Im Nenner der Formel werden festgelegte Werte für eine Einheitswohnung eingesetzt: Für die Belegungszahl $p = 3,5$, für den Zapfstellenbedarf $w_v = 5820 \text{ Wh}$ entsprechend der Entnahme für ein Wannenbad.

Zur Auswahl eines Warmwasserspeichers sind weitere Anforderungen der DIN 4708-2 (Abschnitte 5.1 bis 5.2) zu berücksichtigen, da der Speicher nicht allein über die Leistungskennzahl bestimmt werden kann, sondern auch auf die verfügbare Heizleistung des Wärmeerzeugers abzustimmen ist.

Heizzentrale mit Solarspeicher

Diese ohnehin schon auf kleinstem Raum verdichtete Kompaktzentrale erweitert die Variante aurocompact noch um die Komponente Solarwärme. Damit wird die Nutzung von Solarwärme auch dort ermöglicht, wo dies bisher aus Platzgründen nicht umgesetzt werden konnte. Bei einer Bauhöhe von 1,70 m beansprucht das Gerät weniger als 0,5 m² Stellfläche. Um die Solarenergie effektiv nutzen zu



Schnitt durch einen bivalenten Speicher mit Innenbehälter. Die untere Rohrschlange erwärmt den Heizwasserpuffer solar. Die Rohrschlange im Innenbehälter ist mit den konventionellen Heizsystemen verbunden.

Bild: Vaillant

können, verbirgt sich unter dem Gehäuse ein 150-l-Solar-Schichtenspeicher. Die kompakten Abmessungen ermöglichen die Einbringung im Dachgeschoss von Wohngebäuden und damit auch kurze Leitungswege zum Kollektor. Das Speichersystem sichert mit einer Leistungskennzahl von $N_L = 1,5$ (bezogen auf die Heizleistung des Gas-Brennwertgeräts) die zuverlässige Warmwasserversorgung.

Der Warmwasserspeicher actostor erweitert die Einsatzmöglichkeiten von Schichtenspeichern in einen Leistungskennzahlbereich bis $N_L = 10$. Der neue Speichertyp wurde passend zur Systemreihe der Gas-Brennwertheizkessel ecovit und icovit eingeführt. Mit einem Nenninhalt von 150 l erreicht dieser Speicher das Leistungsvermögen eines konventionellen 300-l-Rohrschlängenspeichers. Der Plattenwärmeübertrager des actostor erreicht eine Wärmeübertragungsleistung von bis zu 65 kW. Die Einsatzbereiche dieses Speichers liegen damit bereits in Größenordnungen, in denen die Speichergröße nach einem Bemessungsverfahren ermittelt wird. Für Wohngebäude ist die DIN 4708-2 ein geeignetes Instrument, um über die Bedarfskennzahl N (siehe Info-Kasten) die Speichergröße und die dazu benötigte Heizleistung zu ermitteln. In Gewerbeobjekten, Schulen und Krankenhäusern dagegen wird die Speichergröße über z.B. das Summenlinienverfahren bestimmt.

Fazit

Indirekt beheizte Speicher-Trinkwassererwärmer werden für die zentrale Warmwasserversorgung von Einfamilienhäusern, Wohngebäuden und Gewerbeobjekten eingesetzt – auch für die Trinkwassererwärmung über Solarkollektoren. Zur Auswahl stehen Rohrschlängenspeicher oder Schichtenspeicher bzw. Kombinationen mit beiden Techniken. Die Auswahl des passenden Speichertyps richtet sich nach dem zu erwartenden Warmwasserbedarf, der zur Verfügung stehenden Heizleistung, dem Platzangebot und der Wärmeerzeugung. ■



Martin Schellhorn

Dipl.-Kfm., Freier Fachjournalist und Inhaber der Fachpresseagentur Kommunikations-Management Schellhorn in Haltern am See und Herne. Telefon (0 23 64) 10 81 99, E-Mail: info@die-agentur.sh