

Ermittlung der Leistungsfähigkeit von Speichern bei der Trinkwassererwärmung in Anlehnung an prEN 15332:2005

S. Bachmann, H. Drück, H. Müller-Steinhagen

Universität Stuttgart, Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik (ITW)
Pfaffenwaldring 6, 70550 Stuttgart
Tel.: 0711/685-3536, Fax: 0711/685-3503
email: bachmann@itw.uni-stuttgart.de

1. Einleitung

Zur Beurteilung der thermischen Leistungsfähigkeit von Solaranlagen nach ENV 12977 muss neben der Ermittlung der anteiligen Energieeinsparung eine Kenngröße zur Charakterisierung der Leistungsfähigkeit des Speichers bei der Trinkwassererwärmung ermittelt werden. Gegenwärtig gibt es zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit bei der Trinkwassererwärmung kein genormtes Verfahren. Im Rahmen des „Eurosol“-Projekts¹, in dem die Überarbeitung der europäischen Normen für Solaranlagen erfolgt, soll deshalb ein entsprechendes Verfahren vorgeschlagen werden.

Von der Arbeitsgruppe TC57/WG8 wurde ein Entwurf zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit von Speichern bei der Trinkwassererwärmung vorgelegt, der seit November 2005 als prEN 15332 verfügbar ist. Generell ist das in diesem Dokument beschriebene Verfahren für die Anwendung auf monovalente Trinkwasserspeicher vorgesehen, wie sie in konventionellen Heizungsanlagen zur Trinkwassererwärmung eingesetzt werden. Um zusätzliche, spezielle Prüfverfahren für Solarspeicher zu vermeiden, wurde deshalb im Rahmen des Projekts „Eurosol“ überprüft, ob das Verfahren auch für Speicher, die in Verbindung mit Solaranlagen eingesetzt werden geeignet ist. Hierzu wurde das Verfahren simulationstechnisch auf 3 unterschiedliche Solarspeicher angewendet.

¹ Gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)

2. Beschreibung des Verfahrens nach prEN 15332

Das in der prEN 15332 dokumentierte Verfahren dient zur Einteilung von Speichern in sogenannte Energieeffizienzklassen. Die Basis hierfür bilden die Kenngrößen Wärmeverlustrate und „nutzbare Speicherkapazität“. Außerdem wird nach prEN 15332 die Leistung des Wärmeübertragers ermittelt.

2.1 Ermittlung der Leistung des Wärmeübertragers P_e

Die Leistung des Wärmeübertragers P_e entspricht dem unter den folgenden Bedingungen maximal übertragbaren Wärmestrom des Wärmeübertragers und ist somit eine Kenngröße für die sogenannte Dauerleistung des Speichers bzw. Wärmeübertragers. Die Ermittlung erfolgt im stationären Zustand bei gleichzeitiger Beheizung und Trinkwasserzapfung. Der Trinkwasser- und der Heizwassermassenstrom werden dabei so eingestellt, dass

- die Temperaturdifferenz zwischen Heizungsvorlauftemperatur und Kaltwassertemperatur 70 K beträgt
- und die Temperaturdifferenz zwischen Heizungsvor- und Rücklauftemperatur 20 K beträgt
- und die Temperaturdifferenz zwischen Kalt- und Warmwassertemperatur 50 K beträgt

2.2 Ermittlung der „nutzbaren Speicherkapazität“ bzw. der „nutzbaren Warmwassermenge“

Die nach prEN 15332 verwendete Bezeichnung „nutzbare Speicherkapazität“ ist für Solarspeicher irreführend, da hier meist nicht das gesamte Speichervolumen nachgeheizt wird. Im Folgenden wird daher die Bezeichnung „nutzbare Warmwassermenge“ verwendet. Die Ermittlung der „nutzbaren Warmwassermenge“ erfolgt nach folgendem Testablauf:

- a) Nachheizung des Speichers bis zur Abschalttemperatur der Nachheizung
- b) Zapfung bis zur Einschalttemperatur der Nachheizung
- c) Nachheizung des Speichers bis zur Abschalttemperatur der Nachheizung
- d) Zapfung bis zur Einschalttemperatur der Nachheizung
- e) Nachheizung des Speichers bis zur Abschalttemperatur der Nachheizung

- f) Zapfung, bis die nutzbare Warmwassertemperatur (Kaltwassertemperatur + 35 K) unterschritten wird. Die Nachheizung wird bei unterschreiten der Einschalttemperatur während der Zapfung eingeschaltet.

Der Zapfvolumenstrom für das Trinkwasser muss so gewählt werden, dass in Phase „f“ die nutzbare Warmwassertemperatur nach 10 min. unterschritten wird. Die „nutzbare Warmwassermenge“ entspricht dem Wasservolumen, das mit der in Phase „f“ entnommenen Wärmemenge um 35 K erwärmt werden kann. Für die Nachheizung wird die nach 2.1 ermittelte Leistung des Wärmeübertragers und der entsprechende, hierfür ermittelte Heizwassermassenstrom verwendet. Die Einschalttemperatur für die Nachheizung muss so gewählt werden, dass die Warmwassertemperatur zwischen 60°C und 65°C liegt. Die Schalthysterese ist mit 5 K fest vorgegeben. Bild 1 zeigt den Ablauf der Sequenz am Beispiel eines Tank im Tank Speichers.

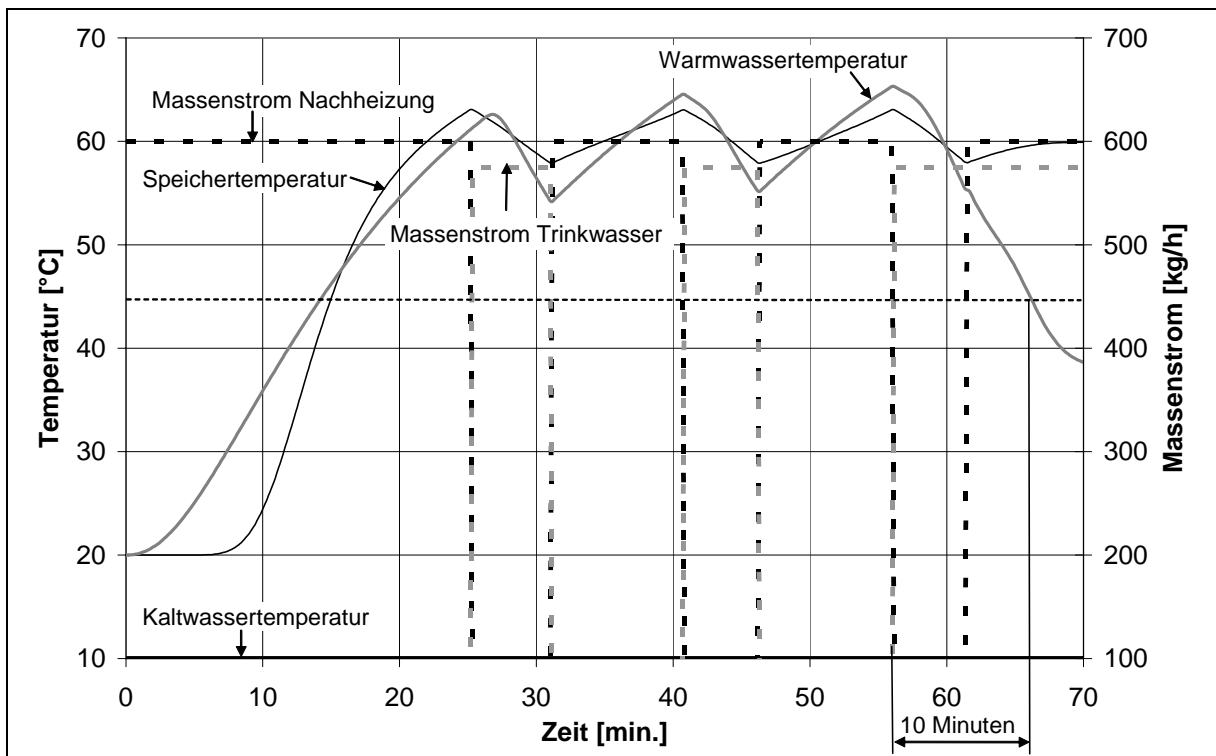
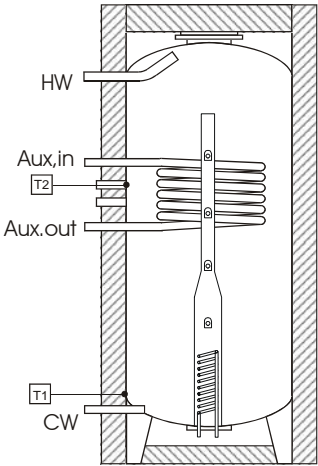
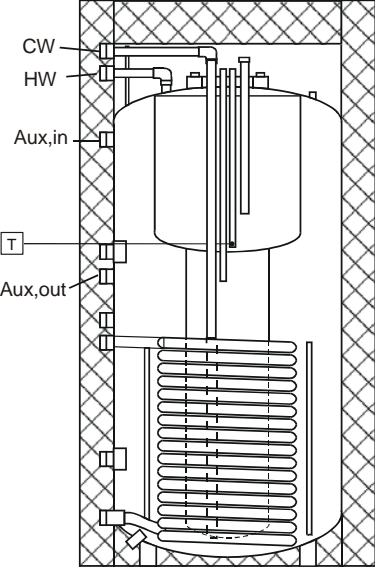
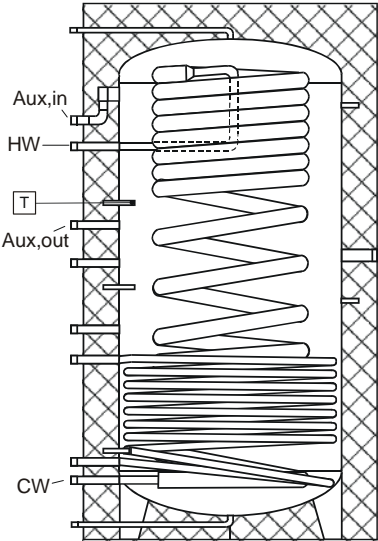


Bild 1: Bestimmung der „nutzbaren Warmwassermenge“ am Beispiel eines Tank im Tank Speichers

3. Anwendung des Verfahrens auf unterschiedliche Speichertypen von Solaranlagen

Tabelle 1 zeigt für einen bivalenten Trinkwasserspeicher sowie für einen Tank im Tank Speicher und einen Kombispeicher mit Edelstahlwellrohr als Trinkwasserwärmeübertrager die ermittelten Werte für die „nutzbare Warmwassermenge“ und die Wärmeübertragerleistung. Da typische Kombispeicher keinen Wärmeübertrager für die Nachheizung besitzen, entsprechen die ermittelten Wärmeübertragerleistungen hier der Übertragungsleistung des Trinkwassertanks bzw. des Edelstahlwellrohres im Bereich des Bereitschaftsteils.

Tabelle 1: Ergebnisse nach prEN15332

Bivalenter Trinkwasserspeicher	Tank im Tank Speicher	Kombispeicher mit Edelstahlwellrohr
$V_{\text{nenn}} = 300 \text{ Liter}$	$V_{\text{nenn}} = 700 \text{ Liter}$	$V_{\text{nenn}} = 750 \text{ Liter}$
		
$P_e = 17,4 \text{ kW}$	$P_e = 14,1 \text{ kW}$	$P_e = 34,7 \text{ kW}$
$V_{\text{nutz}} = 202 \text{ Liter}$	$V_{\text{nutz}} = 129 \text{ Liter}$	keine Angabe möglich
$f_{\text{sav}} = 56,4\%$	$f_{\text{sav}} = 23,7\%$	$f_{\text{sav}} = 20,5\%$
CW = Kaltwasser, HW = Warmwasser, Aux,in = Heizungsvorlauf, Aux,out = Heizungsrücklauf		

Zusätzlich ist die anteilige Energieeinsparung f_{sav} als zweite wichtige Größe zur Charakterisierung der thermischen Leistungsfähigkeit einer Solaranlage angegeben. Zur Berechnung von f_{sav} wurden die gleichen Parameter für die Nachheizung verwendet wie zur Bestimmung der „nutzbaren Warmwassermenge“. In allen anderen Parametern, insbesondere der Kollektorfläche unterscheiden sich die im Zusammenhang mit den jeweiligen Speichern zugrunde gelegten Anlagen deutlich, so dass ein Vergleich der einzelnen Kombianlagen im Hinblick auf f_{sav} hier nicht sinnvoll ist. Das Ziel der hier durchgeführten Untersuchungen ist ausschließlich die Anwendbarkeit des Verfahren nach prEN 15332 auf Solarspeicher sowie den Einfluss der hierbei verwendeten Heizleistung zur Nachheizung aufzuzeigen.

Das Ergebnis für den Kombispeicher mit Edelstahlwellrohr zeigt, dass die Leistung für die Nachheizung bei diesem Verfahren viel höher werden kann, als sie typischerweise in einem Ein- bis Zweifamilienhaus zur Verfügung steht. Für diesen Speicher war es außerdem in Verbindung mit dieser hohen Nachheizleistung nicht möglich einen Zapfmassenstrom für das Trinkwasser zu ermitteln, für den nach 10 min. die nutzbare Warmwassertemperatur unterschritten wird.

Deshalb, und um eine bessere Vergleichbarkeit zu ermöglichen, wurde in Abweichung von prEN 15332 im Folgenden die Heizleistung für alle Speicher auf einen Wert von 15 kW festgelegt. Alle anderen Parameter wurden konstant gehalten.

Tabelle 2: Ergebnisse für eine einheitliche Heizleistung von 15 kW

Bivalenter Trinkwasserspeicher	Tank im Tank Speicher	Kombispeicher mit Edelstahlwellrohr
$V_{nutz} = 196$ Liter	$V_{nutz} = 131$ Liter	$V_{nutz} = 117$ Liter
$f_{sav} = 56,8\%$	$f_{sav} = 23,7\%$	$f_{sav} = 21,1\%$

Die in Tabelle 2 aufgeführten Ergebnisse zeigen, dass der Einfluss der Nachheizleistung sowohl auf die anteilige Energieeinsparung als auch auf die „nutzbare Warmwassermenge“ sehr gering ist. Für den Kombispeicher mit Edelstahlwellrohr konnte jetzt ebenfalls die „nutzbare Warmwassermenge“ bestimmt werden.

4 Schlussfolgerungen

Wie in Kapitel 3 gezeigt, ist das Verfahren nach prEN 15332 grundsätzlich auch für die Bestimmung der „nutzbaren Warmwassermenge“ von Solarspeichern geeignet. Für bestimmte Speicherbauarten ergeben sich jedoch bei der Anwendung des Verfahrens relativ hohe Heizleistungen. Diese liegen teilweise deutlich über den beim Einsatz dieser Speicher in einem Ein- oder Zweifamilienhaus zur Verfügung stehenden Heizleistungen. Die Durchführung von Simulationsrechnungen zur Berechnung der anteiligen Energieeinsparung f_{sav} unter Verwendung dieser hohen ermittelten Heizleistungen erscheint daher fragwürdig. Für den Anwendungsfall „Ein- und Zweifamilienhaus“ hat es sich als sinnvoll erwiesen, einen Standardheizkessel mit einer Leistung von 15 kW zu definieren. Dies hat den Vorteil, dass es sich bei dieser Heizleistung um einen realistischen Wert handelt, ohne dass hierdurch für die nach prEN 15332 ermittelte „nutzbare Warmwassermenge“ sowie die anteilige Energieeinsparung grundsätzlich andere Ergebnisse entstehen.