



10.000-Häuser-Programm – Frage zum Programmteil EnergieSystemHaus

Wie kann die geforderte nutzbare thermische Speicherkapazität der Technikvarianten T3.1 und T3.3 in ein reales Speichervolumen umgerechnet werden?

Die Bereitstellung von mindestens 12 kWh (T3.1) bzw. 8,5 kWh (T3.3) effektiver thermischer Speicherkapazität kann mit einem Heizwasser-Pufferspeicher oder einem Kombispeicher erfolgen. Reine Brauchwarmwasserspeicher sind aufgrund des meist geringen zur Verfügung stehenden Temperaturhubes nur schlecht für die thermische Einspeicherung von PV-Überschüssen geeignet. Das notwendige Speichervolumen hängt von der Maximaltemperatur des Speichers im Standardbetrieb, dem eingesetzten elektrischen Zusatzerhitzer zur Netzeinspeisekappung (diese bestimmt die maximal erreichbare Speichertemperatur), sowie der Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik im Zusammenhang mit Hygiene und Sicherheit bei der Brauchwarmwasserbereitstellung und -verteilung ab. Die effektive thermische Speicherkapazität für Netzeinspeisekappung muss immer zur Verfügung stehen, auch wenn der Speicher zuvor im regulären Betrieb aufgeheizt wurde. Das kann z. B. dann vorkommen, wenn keine Regelung eingesetzt wird, die mit einer PV-Ertragsprognose arbeitet oder wenn die Prognose ungenügend war.

Eine hydraulische Entkopplung von Wärmespeicherung und Brauchwarmwasserbereitung vereinfacht die technische Umsetzung einer für Netzeinspeisekappung konzipierten Anlagentechnik. In Brauchwarmwasserspeichern muss einerseits aus hygienischen Gründen eine Mindesttemperatur von rund 60 °C sichergestellt werden, um Legionellenwachstum zu verhindern. Andererseits darf die Speichertemperatur auch nicht zu hoch sein, um Verbrühen zu verhindern. Ohne thermostatische Mischventile zwischen Speicher und Verteilsystem oder an den Entnahmestellen sollten 70 °C Speichertemperatur nicht überschritten werden. Weiterhin stellt übermäßiger Kalkausfall bei hohen Speichertemperaturen ein Problem dar. Deshalb wird der Einsatz eines Heizwasser-Pufferspeichers mit elektrischem Heizstab und Frischwasserstation empfohlen. Das ermöglicht die Einspeicherung überschüssigen PV-Stroms in einen Wärmespeicher mit geringem Speichervolumen, da diese Technik eine große Temperaturerhöhung erlaubt.

Wie kann man sich das konkret vorstellen? Bei Verwendung eines Heizwasser-Pufferspeichers (s. Beispiel 1), der im normalen Heizbetrieb auf eine Speichertemperatur von 60 °C (oben) beladen wird und im Falle der Netzeinspeisekappung mit einem elektrischen Heizstab auf maximal 90 °C (oben) erwärmt werden kann, berechnet sich das minimal notwendige effektive Speichervolumen zur Darstellung von 12 kWh effektiver Speicherkapazität gemäß dem nachfolgenden Zusammenhang. In die Formel werden die mittleren Speichertemperaturen eingesetzt, da sich durch Temperaturschichtung im Speicher typischerweise eine von der Spitztemperatur abweichende Mischtemperatur einstellt. Unter den beschriebenen Bedingungen beträgt das minimal notwendige effektive Speichervolumen dann rund 350 Liter:

$$V_{eff,min} = \frac{E_{PeakShaving}}{c_w \Delta T_{PeakShaving}} = \frac{12 \text{ kWh} * 3600 \frac{\text{kJ}}{\text{kWh}}}{4.10 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} * (87 - 57)\text{K}} \approx 350 \text{ l}$$

Die verfügbare effektive Speicherkapazität ist dabei im Wesentlichen von der Differenz der Speichertemperatur im normalen Betrieb, der zulässigen Spitztemperatur des Heiz-Speicher-Systems sowie von der Einbauhöhe des Heizstabes abhängig. Im Allgemeinen kann ein elektrischer Heizstab nur das Volumen oberhalb seiner Einbauposition erwärmen. Es empfiehlt sich deshalb den Heizstab möglichst weit unten im Speicher einzubauen. Alternativ zu einem elektrischen Heizstab kann auch ein elektrischer Durchlauferhitzer an den Heizwasser-Pufferspeicher oder Kombispeicher angeschlossen werden. Dieser muss hydraulisch im Erzeugerkreis oder parallel zum Erzeugerkreis des Hauptwärmeerzeugers eingebunden werden.

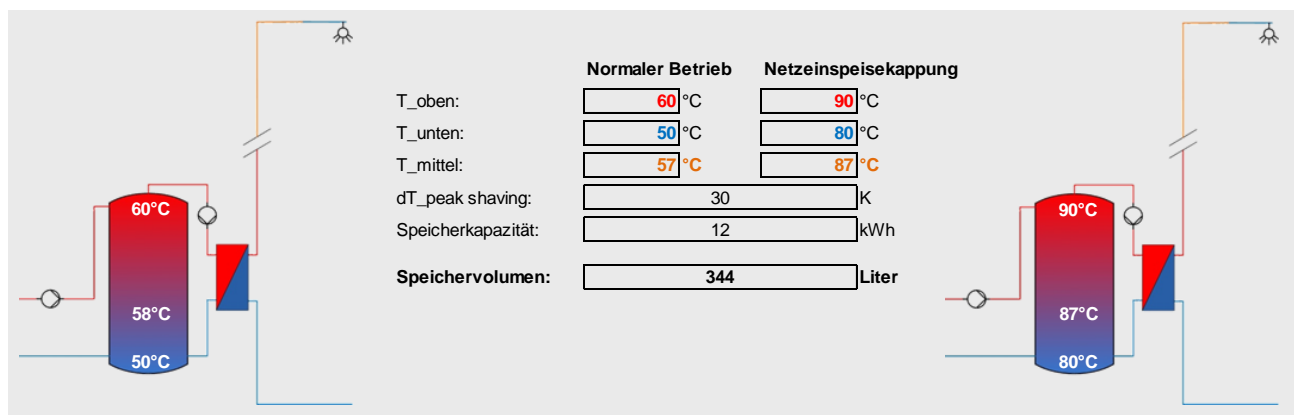


Abb. 1: Beispiel 1: System mit Heizwasser-Pufferspeicher, Frischwasserstation zur Brauchwarmwasserbereitstellung und 12 kWh Speicherkapazität bei verminderter Netzeinspeisung. Die dargestellten Systemkonfigurationen sind nur beispielhaft und sollen die Funktion des thermischen Speichers veranschaulichen.

Wird statt dem Heizwasser-Pufferspeicher ein Kombi- oder Brauchwarmwasserspeicher verwendet, kann der Speicher i. d. R. oben nicht auf 90 °C aufgeheizt werden, sondern nur auf ca. 70 °C (Kalkausfall und Verbrühschutz). In diesem Fall liegt die mittlere Speichertemperatur bei 58 °C bzw. 68 °C (s. Beispiel 2). Für die verminderte Netzeinspeisung steht eine Temperaturdifferenz von 10 K zur Verfügung. Für die geforderte effektive Speicherkapazität von 12 kWh müsste ein Speichervolumen von ca. 1.000 Litern zur Verfügung gestellt werden. Aus hygienischen Gesichtspunkten (Legionellen) ist von einer so großzügigen Dimensionierung eines Brauchwarmwasserspeichers für Ein- und Zweifamilienhäuser i. d. R. abzuraten.

Wird im Beispiel 1 eine Wärmepumpe anstelle des Heizstabes als elektrische Wassererwärmung eingesetzt, kann der Speicher i. d. R. mit der Wärmepumpe nur bis auf 65 °C aufgeheizt werden. Für höhere Temperaturen ist i. d. R. eine elektrische Zusatzheizung notwendig. Der Speicher aus Beispiel 1 müsste dann ca. 2.000 Liter effektives Volumen aufweisen, um die Vorgaben hinsichtlich der effektiven Speicherkapazität zu erfüllen. Hier stehen nur ca. 5 K Temperaturdifferenz zur thermischen Speicherung von PV-Überschüssen zur Verfügung.

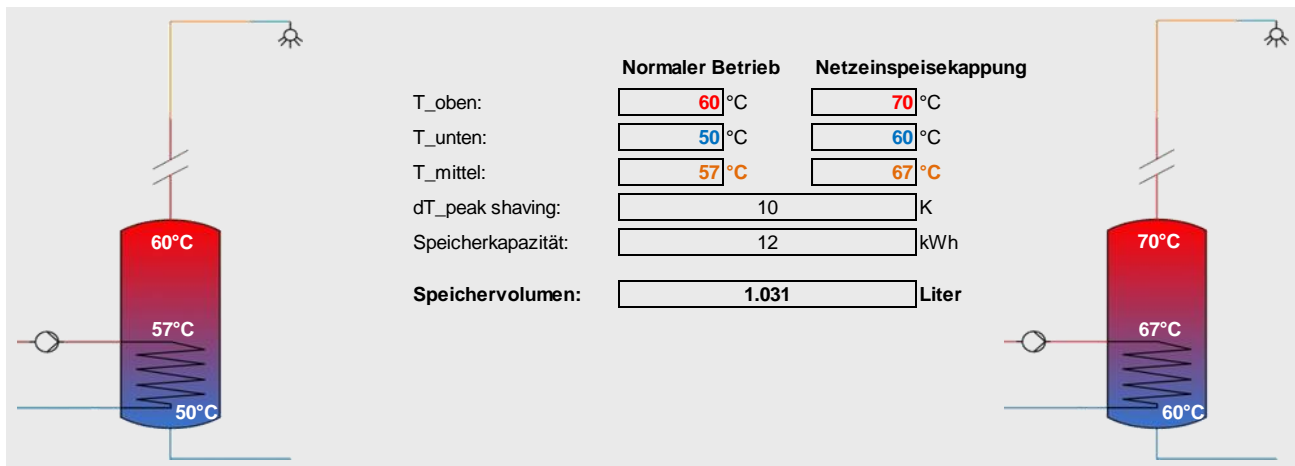


Abb. 2: Beispiel 2: System mit Brauchwarmwasserspeicher und 12 kWh thermischer Speicherkapazität bei verminderter Netzeinspeisung

Sind die maximale Speichertemperatur und die Speichertemperatur im regulären Betrieb bekannt und damit die zur Verfügung stehende Temperaturdifferenz, kann das notwendige Volumen des thermischen Speichers aus der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tab. 1: Minimales effektives Speichervolumen (gerundet) der Förderatbestände T3.1 und T3.3 in Abhängigkeit der möglichen Speichertemperaturerhöhung im Fall der Netzeinspeisekappung

Temperaturdifferenz	Mindestspeichervolumen T3.1 (12 kWh)	Mindestspeichervolumen T3.3 (8,5 kWh)
5 K	2100 Liter	1500 Liter
10 K	1050 Liter	750 Liter
15 K	700 Liter	500 Liter
20 K	550 Liter	400 Liter
25 K	450 Liter	300 Liter
30 K	350 Liter	250 Liter
35 K	300 Liter	210 Liter
40 K	260 Liter	185 Liter

Stand: 31.01.2018

Bearbeitung: Bayerisches Zentrum für angewandte Energieforschung (ZAE Bayern)