

Optimierte Pufferspeicher für Anlagen mit Festbrennstoffkesseln

Dipl.-Ing. Matthias Stroh*

Holz, Sonnenenergie oder Erdwärme - Regenerative Energien liegen klar im Trend. Mit ihrer Verbreitung steigt auch die Bedeutung von Pufferspeichern. Deren Auslegung richtet sich nach Einsatzzweck und Technologie des Speichers.

Nahezu jedes System zur Nutzung regenerativer Energien benötigt eine Zwischenspeicherung der Wärme. Pufferspeicher werden daher in der Regel in Anlagen mit Festbrennstoffkesseln, Elektro-Wärmepumpen, Sonnenkollektoren oder auch Blockheizkraftwerken eingesetzt. Wichtig sind Effizienz und Technologie eines Pufferspeichers und die hydraulische und regelungstechnische Einbindung in das Pufferspeicher-Management. Für jede Anlage müssen individuell Größe und Zweck des Pufferspeichers geplant werden.



■ Bild 1: Heizwasser-Pufferspeicher mit temperatursensibler Rücklaufeinspeisung.

Dimensionierung des Pufferspeichers

Dank des Pufferspeichers kann bei einem Holzheizkessel die Verbrennung im optimalen Betriebspunkt (Volllast) erfolgen. Wärme, die nicht unmittelbar zu Heizzwecken nötig ist, wird zwischengespeichert. Nach Abbrand der Kesselbefüllung wird die Wärme an den Heizkreis ausschließlich aus dem Pufferspeicher abgegeben. Das steigert den Heizkomfort, weil der Kessel seltener beschickt werden muss und eine vollautomatische Betriebsweise möglich ist.

Vielfach wird die These vertreten, der Pufferspeicher sollte so groß wie möglich ausgelegt werden. Eine andere Vorgehensweise dimensioniert mit Fixwerten, die auf die Kessel-Nennleistung bezogen sind. Diese Vorgehensweisen

*) Dipl.-Ing. Matthias Stroh, Senior Produktmanager Produktmarketing, BBT Thermotechnik GmbH (Buderus) Deutschland, Wetzlar

genügen planerischem Denken in keiner Weise. Die Aspekte Wärmebedarf und Wirtschaftlichkeit werden völlig übersehen, andere Gesichtspunkte wie Aufstellfläche und die damit verbundenen Kosten in den Hintergrund gedrängt. Ein mehr oder weniger willkürlich gewähltes Pufferspeichervolumen stellt aufgrund der Investitionskosten oft einen Hemmschuh für die Holzfeuerung insgesamt dar. Auch aus diesem Grund ist eine fachliche Planung nötig.

Größenbestimmung nach Brennstoff-Aufnahmemenge

Hintergrund für die Auslegungsmethode nach der Brennstoff-Aufnahmemenge des Kessels ist die Annahme, dass das Heizsystem keine Wärme abnimmt und der Heizkessel mit vollgefülltem Brennraum seine volle nutzbare Brennstoffenergie an den Pufferspeicher abgibt. Für die Berechnung des Pufferspeichervolumens – anhand dieser statischen Methode – sind nur zwei Eckdaten erforderlich: die Kessel-Nennleistung in kW und die Nenn-Abbrand-

periode (Abbranddauer) in Stunden. Der Faktor 13,5 beinhaltet alle erforderlichen Einheitenrechnungen sowie Näherungswerte für Dichte und spezifische Wärme.

$$V_{PU} = 13,5 \cdot \dot{Q}_K \cdot T_B$$

Berechnungsgrößen:

V_{PU} = Pufferspeichervolumen in l

\dot{Q}_K = Kessel-Nennleistung in kW

T_B = Nenn-Abbrandperiode in h

Wird ein davon abweichendes, kleineres Pufferspeichervolumen gewählt, muss eine Wärmeabnahme oder eine eingeschränkte Befüllung des Brennraums sichergestellt sein.

Berechnungsbeispiel

Gegeben:

Kessel-Nennleistung 29 kW
Nenn-Abbrandperiode ca. 2,5 h

Berechnung:

$$\begin{aligned} V_{PU} &= 13,5 \cdot \dot{Q}_K \cdot T_B \\ &= 13,5 \cdot 29 \text{ kW} \cdot 2,5 \text{ h} \\ &= 980 \text{ l} \end{aligned}$$

Nächst gewählte Pufferspeichergroße: 1000 l

Eine Erweiterung der Formel wird in der DIN EN 303-5 als Richtwertberechnung für den absolut minimalen Pufferspeicherinhalt angegeben:

$$V_{PU, \min} = 15 \cdot \dot{Q}_K \cdot T_B \cdot (1 - 0,3 \cdot \frac{\dot{Q}_H}{\dot{Q}_{K, \min}})$$

Berechnungsgrößen:

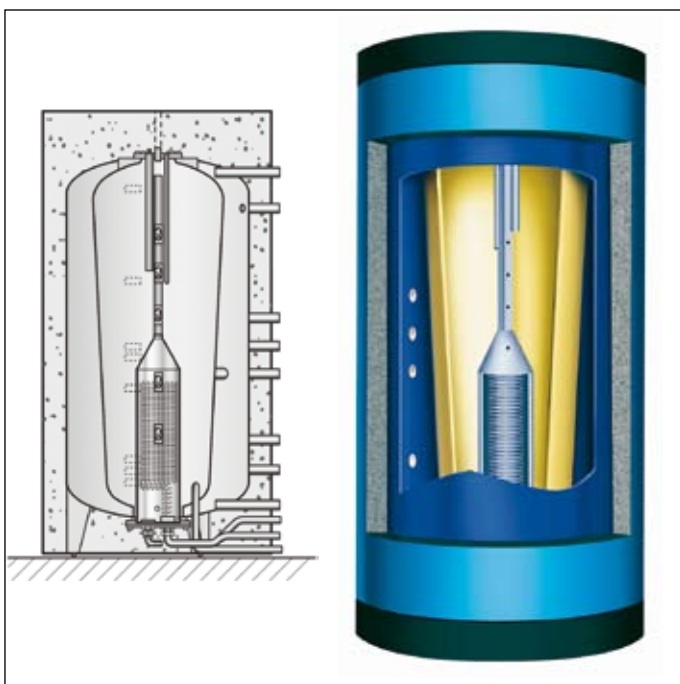
\dot{Q}_H = Heizlast des Gebäudes in kW

$\dot{Q}_{K, \min}$ = kleinste einstellbare Kesselleistung in kW

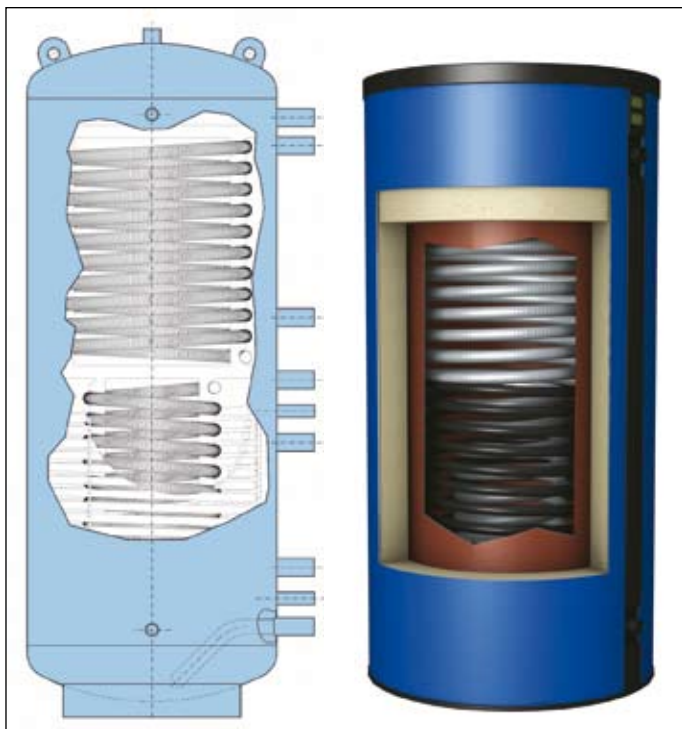
Durch den Term in Klammern wird eine Art Dynamisierung in die sonst statische Formel eingebracht. Berücksichtigt wird die kleinste mögliche Kesselleistung im Verhältnis zur Gebäude-Heizlast. Zugrunde liegt, dass bei einem Verhältnis von Kesselmindestleistung zur Heizlast von weniger als 30% kein Heizbetrieb durch den Holz-Spezialheizkessel erfolgt. Kann der Heizkessel in seiner Leistung nicht so weit herunterregeln, muss ein der größeren Kesselmindestleistung entsprechend dimensionierter Pufferspeicher eingesetzt werden.

Durch die DIN EN 303-5 wird eine Grundlage für die Berechnung von Pufferspeichern geschaffen. Wichtig bei der Wertung des Ergebnisses ist der Hinweis in der Norm, dass es sich um den Richtwert für den absolut minimalen Pufferspeicherinhalt handelt.

Eine andere Vorgehensweise ist die Bestimmung des Pufferspeichervolumens nach Wärmebedarf und Nutzerverhalten. Als sinnvolle Größenordnungen ergeben sich für durchschnittliche Anlagentypen dabei Volumen zwischen 35 und 75 l/kW. Hier ist zu beachten, dass nach dem Bundes-Förderprogramm (Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nut-



■ Bild 2: Kombispeicher mit Thermosiphon-Technik.



■ Bild 3: Kombispeicher als Frischwasserspeicher mit integriertem Solarwärmetauscher.

zung Erneuerbarer Energien) zurzeit ein Mindest-Pufferspeicherinhalt von 55 l/kW zu installieren ist. In einem aktuellen Entwurf zur neuen ersten Bundes-Immissionsschutz-Verordnung (BImSchV) wird dieser Dimensionierungswert als geforderte Mindestgröße angegeben.

Bauarten von Pufferspeichern

Überwiegend werden Pufferspeicher als druckbehaftete Heizwasserspeicher ausgeführt. Grundsätzlich unterscheidet man Pufferspeicher, die die Heizwärme speichern, und Kombispeicher bzw. Frischwasserspeicher, die zusätzlich für die Trinkwassererwärmung genutzt werden (Tabelle 1).

Bei kleineren Anlagen werden überwiegend Pufferspeicher mit Volumen von 500 bis 1000l verwendet. Wird ein höheres Volumen benötigt, werden meist mehrere Speicher miteinander verschaltet. Es gibt zwar auch Puffer mit bis zu 4000l Inhalt – deren Abmessungen sind aber so groß, dass sie nicht durch eine normale Tür passen.

Bei Holzkesselanlagen sind nur wenige einfache Regeln

für die Anschlüsse am Pufferspeicher zu beachten:

- Wegen der angestrebten Temperaturschichtung sollte der Speicher eher hoch als tief sein.
- Am höchst liegenden Anschluss (= hohe Temperatur) erfolgt die Entnahme für den Vorlauf.
- Am tiefsten Punkt (niedrige Temperatur) erfolgt der Anschluss des Rücklaufs zum Holzkessel.
- Die Vorlaufeinspeisung des Holzkessels wird im oberen Anschlussbereich vorgenommen.
- Im unteren Anschlussbereich erfolgt die Rück-

■ Tabelle 1: Übersicht Speichertypen.

Nutzung	Speicherart	Besonderheit	Vorteile
Heizwärme	Standard-Pufferspeicher	Universell einsetzbar, alle Größen realisierbar	Günstig
	Pufferspeicher mit temperatursensibler Einspeisung (Bild 1)	Sehr gute Schichtung durch temperatursensibles Rücklaufeinspeisesystem	Lange Bereitstellung eines hohen Temperaturniveaus, Energieeinsparung
Heizwärme und Warmwasser	Standard-Kombispeicher	Ausführung mit und ohne Solar-Wärmetauscher möglich	Günstig
	Kombispeicher mit Thermosiphon-Technik (Bild 2)	Geschichtete, solare Speicheraufladung durch Wärmeleitrohr, Solar-Wärmetauscher im kalten Trinkwasserbereich	Hohe Solarerträge, schnelle Verfügbarkeit der Solarwärme, Energieeinsparung
	Frischwasserspeicher (Bild 3)	Warmwasserbereitung im Durchflussprinzip mit geringem Trinkwasservolumen	Gute Trinkwasserhygiene durch häufigen Wasseraustausch

■ Tabelle 2: Auswahlhilfe für die Dimensionierung eines Membrandruckausdehnungsgefäßes bei einem Pufferspeicher (anlagenspezifische Nachrechnung erforderlich).

Pufferspeicher Volumen [l]	Statische Anlagenhöhe [m]				
	5	10	5	10	15
	Anspeichdruck SV [bar]		Anspeichdruck SV [bar]		
	2,5		3		
500	80	100	50	80	140
750	100	140	80	100	200
1000	140	200	100	140	250
1500	200	300	200	200	400
2000	300	400	200	250	500

laufeinspeisung der Verbraucher. Bei mehreren sehr unterschiedlich temperierten Verbrauchern ist eventuell auch die getrennte Einspeisung in verschiedenen Höhenlagen möglich.

Für die Integration einer Solaranlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung ist der Einsatz von Kombispeichern eine beliebte Variante. Diese Lösung ist platzsparend, montagefreundlich und hat dadurch ein gutes Preis-Leistungsverhältnis. Einige Besonderheiten gilt es allerdings zu beachten:

- Während der „reine“ Pufferspeicher in der Regel keine besondere Wartung benötigt, ist für den Trinkwasserspeicher nach DIN 1988 eine regelmäßige Wartung vorgeschrieben. Daher soll-

ten Abstände zu Wand und Decke für eine ordnungsgemäße Wartung eingehalten werden.

- Die in den vergangenen Jahrzehnten erreichte Genauigkeit der Temperatursteuerung bei Speicher-Wassererwärmern mit integrierter Heizwendel kann ein Kombispeicher nicht leisten. Weil gerade bei Holzfeuerung Temperaturen im Pufferspeicher von bis zu 95°C auftreten können, ist der Einbau eines Warmwassermischers als Verbrühungsschutz wichtig.
- Bei Anlagen mit Warmwasser-Zirkulation sind eine zusätzliche Bypassleitung und weitere Rückschlagventile nötig.
- Bei hoher Warmwassertemperatur und hartem Wasser fällt Kalk aus. Dem ließe sich mit einer Enthärtungs-

anlage begegnen. Das erhöht jedoch den Wartungsaufwand, was bei ungünstigen Aufstellungssituationen den Einsatz eines Kombispeichers infrage stellt.

Systemtechnik

Für die maximale Ausnutzung der Speicherkapazität ist die genaue Erfassung der Temperaturen im Puffer wichtig. Hierzu kommen entweder Tauchhülsen oder Fühlerklemmleisten zum Einsatz. Wegen der Vielzahl benötigter Messstellen haben sich Fühlerklemmleisten am äußeren Pufferspeicherdruckkörper durchgesetzt. Drei Thermometer (oben, mittig und unten) sind sehr empfehlenswert.

Auch dem Ausdehnungsvolumen ist wegen des großen Puffervolumens besondere Be-

deutung beizumessen. Daher empfiehlt sich die Installation eines eigenen Membranausdehnungsgefäßes (MAG). Wegen der Druckabhängigkeit ist eine möglichst hohe Druckabsicherung der Gesamtanlage anzustreben. Bei Kleinanlagen liegt diese im Regelfall bei 3 bar. So ergeben sich exemplarisch die in Tabelle 2 angegebenen MAG-Größen.

In der Regel kann bei der Absicherung mit einem 3-bar-Sicherheitsventil (statt mit einem 2,5-bar-Sicherheitsventil) das MAG eine Größe kleiner gewählt werden. Es ist ratsam, die tatsächlich anstehende statische Anlagenhöhe zu prüfen.

Ein Sicherheitsventil ist für den Pufferspeicher nur erforderlich, wenn er absperrbar ist und eigens beheizt werden kann, etwa über eine Solaran-

lage. Wird Solarenergie eingebracht, darf sie den Pufferspeicher nicht über seine Absicherungstemperatur hinaus erhitzen. Dafür ist ein zusätzlicher Sicherheits-Temperaturwächter im Pufferspeicher zu installieren, der den Betrieb der Solarkreispumpe im Notfall unterbricht.

Wegen der möglichen hohen Temperaturen, der Heizwasser-Beruhigungsfunktion und des Geschwindigkeitsabbaus im Pufferspeicher ist an der höchsten Stelle eine Entlüftungsmöglichkeit sinnvoll. Bei Kombispeichern gelten die bekannten technischen Regeln zur Trinkwasserinstallation.

Optimierter Heizwasser-Pufferspeicher

In dem Maße, in dem die Nutzung regenerativer Ener-

gien zunimmt, steigt die Bedeutung von Heizwasser-Pufferspeichern. Derzeit gibt es bei technisch optimierten Speichern unterschiedliche Konzepte. Alle haben das Ziel, die bestmögliche Schichtung im Pufferspeicher und damit eine möglichst lange Nutzung des höchsten Temperaturniveaus zu erreichen.

Die reine Betrachtung der gespeicherten Wärmemenge erlaubt keine Aussage über eine effiziente Nutzung dieser Energie. So hat beispielsweise ein Puffervolumen von 1000 l bei 55°C Wassertemperatur eine Wärmeenergie von 41 kWh gespeichert (bezogen auf 20°C Basistemperatur). Die Wärmeenergie ist jedoch für einen Verbraucher, der eine Temperatur größer 55°C benötigt nicht nutzbar. Wäre jedoch mit den oben

Pufferspeicher „Logalux PR“

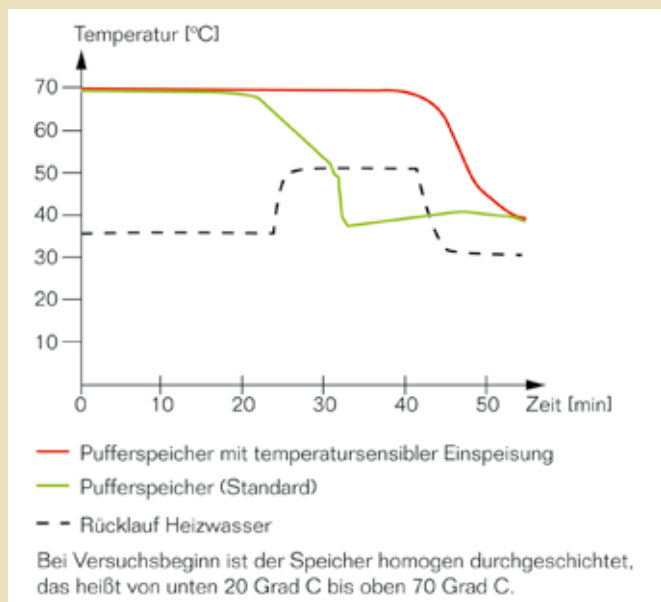
Bei der Konstruktion des Pufferspeichers „Logalux PR“ wurde auf ein wirksames und praxistaugliches Rücklaufeinspeisesystem geachtet. Der Rücklauf Heizkreis mündet in den Einspeisekanal. Nach Eintritt des Wassers strömt es wegen der unterschiedlichen Dichte in den Bereich des Speichers, der die gleiche Dichte und damit auch die gleiche Temperatur hat.

Die Untersuchung dieses für Holzkesselanlagen optimierten Einspeisesystems am Prüfstand kommt zum Ergebnis: Das höchste Temperaturniveau kann in Pufferspeichern mit diesem temperatursensiblen Rücklaufeinspeisesystem in typischen Betriebsfällen doppelt so lange bereitgestellt werden wie ohne Einspeisesystem. Einer der Gründe: Das Rücklaufwasser beeinflusst nicht die Schichtung im Pufferspeicher.

Aufgrund des integrierten Einspeisesystems und einer separaten Anschlussmöglichkeit kann auch eine Solaranlage mittels eines externen Plattenwärmetauschers zur Heizungsunterstützung an den Pufferspeicher angeschlossen werden. Das Einspeisesystem sorgt dabei für gezielte Temperatureinspeisung der Solarwärme, die im Gegensatz zu Holzkesseln überwiegend mit niedrigem Temperaturniveau arbeitet und daher besonderer Sorgfalt bei der Einspeisung bedarf.



Die Pufferspeicher „Logalux PR“ von Buderus haben 500, 750 oder 1000 l Inhalt und speichern über eine temperatursensible Rücklaufeinspeisung die Wärme zwischen.



■ Verlauf des oberen Temperaturniveaus mit und ohne temperatursensiblen Rücklaufeinspeisung.

Der unvollendete Satz

„Von der Bundesregierung wünschen wir uns eine Weichenstellung in Richtung...“



...Gleichstellung der Wärmepumpentechnologie mit allen anderen Erneuerbaren Energien sowie ideelle Unterstützung. Leider wird das große Reduktionspotenzial der Wärmepumpe von der Politik noch nicht in ihrem vollen Ausmaß wahrgenommen. In der offiziellen europäischen ‚Erneuerbare Energien Statistik‘ (EU-25 Energy Fiches) wird die Wärmepumpe bereits als eigenständige Technologie geführt.“
Paul Waning, Vorstandsvorsitzender Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V., München

„Wir erwarten von der ISH ...“



... einen Multiplikationseffekt, der sich wie in den vergangenen Jahren durch eine schnelle Markteinführung unserer Neuheiten auszeichnet.“
André Plonka, Vertriebsleiter der SFA Sanibroy Vertriebsgesellschaft für sanitäre Anlagen mbH, Dietzenbach

„Der sparsame Umgang mit Energie ...“



... ist gerade jetzt in Hinsicht auf den deutlich zu verzeichnenden Klimawandel von allen Seiten zu forcieren. Die Hersteller von Produkten müssen sowohl im Herstellungsprozess als auch mit Blick auf die Anwendungen umdenken. Genauso müssen die Nutzer zu energiesparendem Handeln erzogen werden. Als ein wegweisendes Beispiel kann hier die Einführung des Energielabels für Heizungsumwälzpumpen gelten.“
Ralf Brechmann, Geschäftsführer Gebäudetechnik der Grundfos GmbH, Erkrath

gegebenen 41 kWh eine idealisierte Schichtung vorhanden, bei der 500 l auf 80°C und die übrigen 500 l bereits auf 30°C abgekühlt wären, könnte der Verbraucher mühelos über den Pufferspeicher versorgt werden (s. separater Kasten „Pufferspeicher Logalux PR“).

Fazit

Bei der Planung von Anlagen für die Nutzung von regenerativen Energien sind komplexe Faktoren zu be-

rücksichtigen. Die korrekte Dimensionierung des Pufferspeichers ist entscheidend. Denn erst die Kombination aus Anlagenplanung und qualitativ hochwertigen Anlagenteilen ist der Schlüssel für eine umweltverträgliche Nutzung von Holz, Sonnenenergie oder Erdwärme. ■

Bilder: BBT Thermotechnik GmbH (Buderus), Wetzlar

@ Internetinformationen:
www.buderus.de