

Reihenschaltung gemischter Heizkreise steigert Wirkungsgrade

Einsparpotentiale in der Wärmeverteilung

Dipl.-Ing. Hans-Georg Baunach, Geschäftsführer

Durch die Hintereinanderschaltung gemischter Heizkreise werden Rücklauftemperaturen und Volumenströme gesenkt, was nicht nur zu Einsparungen bei der Pumpenarbeit führt, sondern auch zu effizienteren Wärmeübergängen bei Brennwertsystemen, Solaranlagen, Pufferspeichern und Wärmepumpen; das System bleibt dabei unter Beibehaltung des herkömmlichen Dreipunktsignals steuerbar.

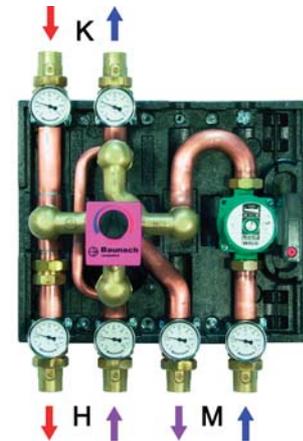
Rücklauftemperatur sinkt - Brennwertnutzung steigt

Betrachten wir zunächst eine Zweikreisanlage an einem Brennwertkessel. Der Radiatorenkreis wird gleitend am Kessel betrieben, der Fußbodenkreis über einen parallel geschalteten Dreiwegemischer. Bei der klassischen Auslegung von 70/50° C im Radiatoren- und 40/30° C im Fußbodenkreis ergibt sich bei gleichmäßig verteilter Heizlast eine Rücklauftemperatur von 43¹/₃° C. Da die Rücklauftemperatur der Radiatoren noch oberhalb der Vorlauftemperatur der Fußbodenheizung liegt, könnte diese statt des Kesselvorlaufs mit dem Fußbodenrücklauf vermischt werden. Um aber den Mischkreis unabhän-

gig vom Radiatorenkreis betreiben zu können, muss der Mischer auch auf den Kesselvorlauf zugreifen können. Der Mehrwege-Mischer braucht also drei Eingänge:

Einen ersten (E₁) für den Kesselvorlauf (heiß), einen zweiten (E₂) für den Radiatorenrücklauf (warm) und einen dritten (E₃) für den Fußbodenrücklauf (kalt). Dabei mischt ein einziger Stellkörper in einem ersten Stellbereich nur E₁ (heiß) und E₂ (warm) zum Ausgang (A) wie ein Dreiwegemischer, in einem zweiten Stellbereich E₂ (warm) und E₃ (kalt). Mit einem solchen Mehrwege-Mischer können alle Temperaturen zwischen Kesselvor- (heiß) und Fußbodenrücklauf (kalt) mit nur einem Antrieb und einem Dreipunktsignal eingestellt werden. Abb.1 zeigt die Einbettung des Mehrwege-Mischers in eine komplette Zweikreisverteilung, den sogenannten rendeMIX Mehrwege-Mischverteiler.

Die Entnahme des warmen Radiatorenrücklaufes bei T₂ muss natürlich vor der Rückgabe des nicht zum Mischen benötigten, kalten Fußbodenrücklaufes bei T₄ erfolgen. Zwischen den beiden Knoten T₂ und T₄ entsteht eine Ausgleichstrecke (Durchfluss Q_A), welche die zum Mischen entnommene Wassermenge Q₂ vom Durchfluss im Radiatoren-



kreis Q_R entkoppelt. Ist Q_R > Q₂, so strömt die Differenz zum Kessel über (Q_A > 0); ist jedoch Q_R < Q₂, so strömt die Differenz zum Radiatorenrücklauf zurück (Q_A < 0).

Bei diesem „Wassermangel im Radiatorenrücklauf“ gelangt immer nur der kälteste mögliche Rücklauf in den Wärmeerzeuger zurück, Abb.2. Für das oben genannte Beispiel der beiden Heizkreise mit 70/50° C und 40/30° C ergibt sich bei gleicher Lastverteilung ein „hydraulisches Gleichgewicht“ (Q_R = Q₂ bzw. Q_A = 0) mit einer Rücklauftemperatur von 30° C zum Kessel. Die damit verbundene Rücklauftemperaturabsenkung steigert beim Gas-Brennwertkessel den Wirkungsgrad um knapp 5 % und beim Öl-Brennwertkessel um knapp 4,5 %, Abb.3.

Wegfall der hydraulischen Weiche

Durch die beschriebene Hintereinanderschaltung beider Heizkreise wurde auch eine Steigerung der Spreizung von 26²/₃° C auf 40° C erreicht, was einem Faktor von 3¹/₂ oder 1,5 entspricht. Da die Leistung des Kessels konstant geblieben ist, muss gemäß der Formel für die übertragene Wärmeleistung der Volumenstrom auf 2¹/₃ seines ursprünglichen Wertes gesunken sein:

$$P = \dot{Q} = c_m \cdot \dot{m} \cdot \Delta T$$

Daher ist es auch möglich, die Zweikreisanlage ohne hydraulische Wei-

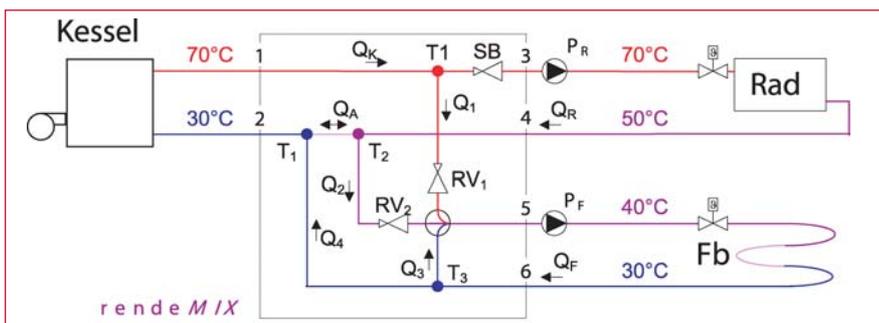


Abb.1 Zweikreisanlage mit Kessel ohne eingebaute Pumpe

Auch für besonders haarige Fälle!

che an einer wandhängenden Therme zu betreiben. Das bauseitige Überströmventil „ÜV“ im Radiatorenkreis ist nur dann erforderlich, wenn das Heizgerät einen sichergestellten Mindestumlauf benötigt bzw. die Installation eines solchen Ventils auch bei Einkreisanlagen vorgeschrieben ist. Durch den Einbau dieses Überströmventils im Radiatorenkreis statt im Kesselkreis kann überströmender Kesselvorlauf noch im Mischkreis genutzt werden. Um eine möglichst vollständige Entkopplung zwischen Radiatoren- und Fußbodenkreis zu gewährleisten, sollte die Auslegung der Heizkreise so erfolgen, dass bei Volllast das bereits oben genannte „hydraulische Gleichgewicht“ herrscht. Werden später im eingeschwungenen Regelbetrieb der Thermostatventile die Volumenströme insbesondere im Radiatorenkreis geringer oder einzelne Radiatoren ganz abgedreht, so kommt es nicht zu einer brennwertschädlichen Rücklaufanhebung durch Überströmen ($Q_A > 0$).

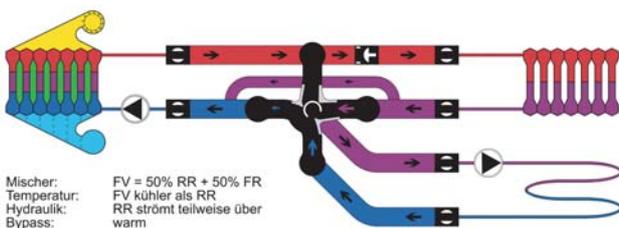
Hohe Spreizung: „Wärme effizient speichern können“

Wieviel Wärme in einem Puffer gespeichert werden kann, hängt nicht nur von seinem Volumen ab, sondern auch von der Spreizung, mit der er betrieben wird:

$$Q = \int P \cdot dt = c_m \cdot m \cdot \Delta T$$

Eine Vergrößerung der Spreizung wirkt sich also direkt proportional auf die Wärme aus, die in einem bestimmten Puffervolumen enthalten ist bzw. diesem entnommen werden kann. Hinzu kommt die allgemein bekannte Tatsache, dass die Schichtung im Puffer um so stabiler ist, je geringer der Volumenstrom und je größer das Temperaturgefälle ist. Hierzu folgendes Gedankenexperiment, Abb.4a:

Betriebsart Ia



Betriebsart IIIb

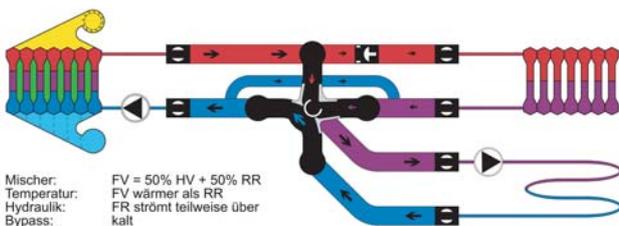


Abb.2 Ia: Mischung warm mit kalt, Ausgleich Wasserüberschuss im Radiatorenrücklauf durch überströmenden Bypass; **IIIb:** Mischung heiß mit warm, Ausgleich Wassermangel durch zurückströmenden Bypass



Kabelbündel- und Befestigungssysteme



Unsere Kabelbündel- und Befestigungssysteme lassen sich praktisch in jeder Situation einsetzen. Ob bei Wind und Wetter oder **hohen Temperaturen**, gegen **aggressive Medien** oder bei besonderer **mechanischer Belastung**. Kabelbündel- und Befestigungssysteme von **HellermannTyton** sind wie geschaffen für die besonders haarigen Fälle im Leben.

Informationen zu unseren Produkten erhalten Sie direkt bei **HellermannTyton** oder unter www.HellermannTyton.de.

HellermannTyton GmbH
Großer Moorweg 45
25436 Tornesch
Tel: +49 (0) 4122 701 1
Fax: +49 (0) 4122 701 400

E-Mail: Info@HellermannTyton.de
Internet: www.HellermannTyton.de

HellermannTyton
A SPIRENT Company

Feuerungstechnischer Wirkungsgrad bez. auf H_S bei Verbrennung mit feuchter Luft ($x_L = 10 \text{ g}_{H_2O}/\text{kg}_{Luft}$)

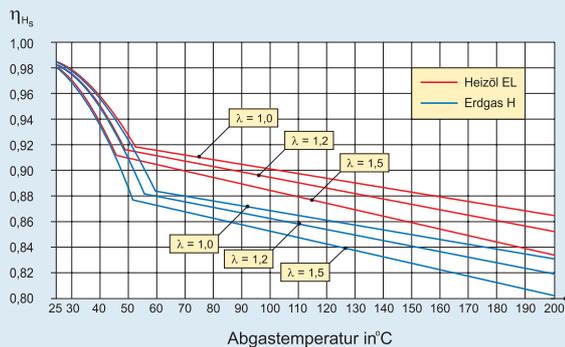


Abb.3

Drei gleich große Puffer werden so aufgeladen, dass die obere Hälfte mit 90°C heißem und die untere mit 30°C kaltem Wasser gefüllt ist. Der Erste wird anschließend durch einen rotierenden Propeller durchmischt, so dass sich bei ihm eine einheitliche Temperatur von 60°C bildet (durchmischter Puffer, keine Schichtung); der zweite Puffer soll einen linearen Temperaturverlauf (reale Schichtung) haben und der dritte Puffer einen stufenförmigen (ideale Schichtung). Nun werden diese Puffer über einen gemischten Heizkreis entladen, der im Vorlauf 60°C verlangt und im Rücklauf konstant 30°C zurückgibt. Der Versorgungsgrad sei das Verhältnis von der tatsächlichen zur verlangten Vorlauftemperatur. Im Fall des durchmischten Puffers fällt dieser bereits zu Beginn des Experiments, weil durch das ständige Beimischen des 30°C kalten Rücklaufs die Vorlauftemperatur sofort zu sinken beginnt.

Beim zweiten Puffer hingegen hält sich wegen des linearen Temperaturverlaufes der Versorgungsgrad eine Zeit lang bei 100% , bis etwa die halbe Wärmemenge den Puffer verlassen hat; dann sinkt auch hier die Vorlauftemperatur unter 60°C . Beim dritten Puffer schließlich kommt es zu keiner Durchmischung, sondern die auf halber Höhe liegende Grenzschicht zwischen der heißen 90°C - und der kalten 30°C -Zone wandert nach oben.

Hätte diese Grenzschicht eine Dicke von null, so könnte der Puffer die Anlage versorgen, bis er seine gesamte Wärmemenge abgegeben

hat (Zeit τ_{\max}). Obwohl die Wärmemengen in den drei Puffern zu Beginn des Versuches gleich groß waren, konnten sie den Heizkreis unterschiedlich lang ausreichend versorgen. Daran erkennt man: Je besser die Schichtung, desto seltener die Brennerstarts und desto länger die Nachheizintervalle.

Niedrigere Rücklauftemperaturen erhöhen Solarbeiträge

Für Solarkollektoren gelten physikalisch gesehen die Gesetze über den schwarzen Strahler: Abgesehen von der Oberflächenbeschaffenheit (Farbe, Größe) hängt die thermische Absorption ausschließlich von der exponierten Strahlungsintensität (Leistung pro Fläche) ab, während die thermische Abstrahlung ausschließlich proportional zur vierten Potenz der absoluten Temperatur in Kelvin ($\sim T^4$) der Oberfläche ist. Setzt man einen thermisch isolierten Kollektor einer bestimmten Strahlungsintensität P_{exp} aus, so wird er von der Strahlung erwärmt, bis die Temperatur den Wert T_{max} erreicht hat, bei dem die aufgenommene Leistung P_{abs} gleich der abgestrahlten Leistung $P_{\text{emm}|T_{\text{max}}}$ ist. Beschickt man den Kollektor jetzt mit

einer Rücklauftemperatur von T_{max} , so wäre die Vorlauftemperatur ebenfalls gleich T_{max} und die aufgenommene Wärmeleistung $P_{\text{abs}} - P_{\text{emm}}$ gleich null. Erst wenn man den Kollektor mit Wasser einer Temperatur $T < T_{\text{max}}$ beschickt, gelingt die Auskopplung solarer Wärme. Stellen wir uns also einen Kollektor vor, der einer Strahlungsintensität $P_{\text{exp}} = P_{\text{emm}|43^\circ\text{C}}$ ausgesetzt werde, die einer Gleichgewichtstemperatur von $T_{\text{max}} = 43^\circ\text{C}$ entspräche und dessen Oberfläche durch eine geeignete Durchströmung auf 30°C gekühlt würde, so kann man leicht berechnen, welcher Anteil η der Strahlungsintensität auf diese Weise noch in das Heizsystem abgeführt würde:

$$\eta = \frac{P_{\text{abs}}}{P_{\text{exp}}} = 1 - \frac{P_{\text{emm}|30^\circ\text{C}}}{P_{\text{emm}|43^\circ\text{C}}} = 1 - \left(\frac{30 + 273}{43 + 273} \right)^4 = 15\%$$

Mit anderen Worten: Während in diesem Beispiel bei einer Rücklauftemperatur von 43°C keine Wärme mehr in die Heizungsanlage eingekoppelt würde, ist durch eine Absenkung der Rücklauftemperatur auf 30°C noch eine Nutzung von bis zu 15% der eingestrahlt Wärme möglich.

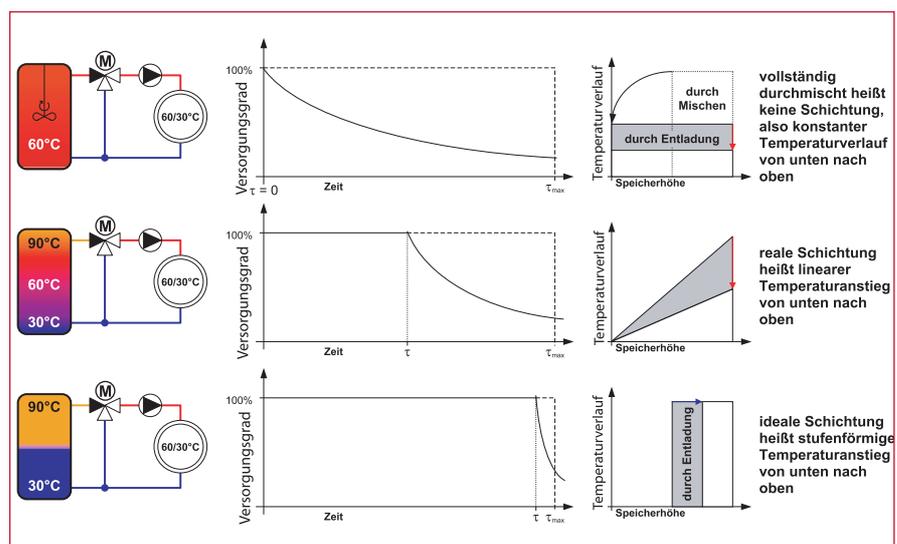


Abb.4a Vergleich der Entladung durchmischter mit linear und stufenförmig geschichteten Pufferspeichern

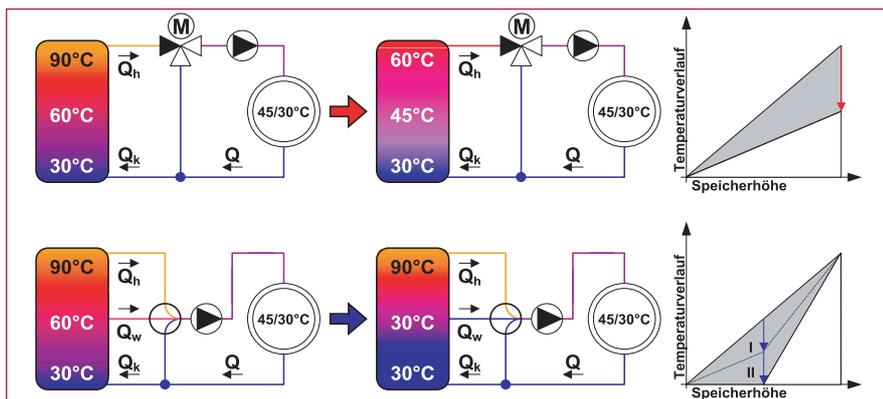


Abb.4b Vergleich Ein- und Zwei-Zonen Entladung real geschichteter Pufferspeicher

Teile 30°C für 1 Teil 45°C. Somit beitragen die Volumenströme

$$Q_h = \frac{1}{4} Q$$

$$Q_k = \frac{1}{4} Q$$

Anders bei der Zwei-Zonen-Entladung des rendeMIX Mehrwege-Mischers: Solange die mittlere noch oberhalb der Mischtemperatur von 45°C liegt, wird zum Mischen kein heißes Wasser aus dem oberen Teil des Puffers entnommen (Phase I); es kommt zu einer Mischung von 1/2 Teil 60°C und 1/2 Teil 30°C für 1 Teil 45°C, so daß für die Volumenströme gilt:

$$Q_h = 0$$

$$Q_w = \frac{1}{2} Q$$

$$Q_k = \frac{1}{2} Q$$

Zwei-Zonen-Entladung für extreme Pufferstandzeiten

Durch direkten Anschluss eines rendeMIX Mehrwege-Mischers an einen Puffer mit drei Anschlüssen kommt es noch zu einer weiteren Verbesserung: der optimalen Zwei-Zonen-Entladung mit zwei wesentlichen Konsequenzen. Dies soll ein zweites Gedankenexperiment durch Vergleich an zwei real geschichteten Puffern verdeutlichen, die zu Beginn mit einem zur Speicherhöhe

linearen Temperaturverlauf von 30°C auf 90°C geladen sind und einen Heizkreis mit 45°C versorgen sollen, der konstant 30°C zurückliefert, Abb.4b. Der erste Speicher wird durch einen Dreiwegemischer entladen, der dem Puffer oben 90°C heißes Wasser entnimmt und mit 30°C kaltem Wasser aus dem Heizkreisrücklauf vermischt. Das Mischungsverhältnis beträgt 1/4 Teil 90°C und 3/4

Die Folge ist also nicht nur ein größerer Kaltwasserdurchsatz im unteren Teil des Puffers, der zu einer verbesserten Solarwärmeeinkopplung genutzt werden kann, sondern auch eine längere Standzeit des heißen



Gerüstet für DIN EN 1717!
Eine automatische Füllarmatur mit Systemtrenner – auch für Einfamilienhäuser.
Das nenn' ich reflexionär.





reflex fillcontrol

Die vollautomatische Füllarmatur für einen sorgenfreien Heiz- und Kühlbetrieb

NEU: DIN EN 1717 fordert in jeder Nachfülleitung einen Systemtrenner – die bekannte Schlauchverbindung ist Geschichte.

- ▶ Integrierter Systemtrenner (BA)
- ▶ Gemäß DIN EN 1717 und DIN 1988
- ▶ Vollautomatisch (mit Mikroprozessorsteuerung) für Einfamilienhäuser bis hin zu Industriegebäuden (nach DIN EN 12828)
- ▶ Einzigartige Nachspeisung in ihrer Preisklasse
- ▶ Automatische Leckagen (System) Erkennung

- ▶ Be- und Nachfüllmodus
- ▶ Integrierter Druckminderer
- ▶ DVGW geprüft
- ▶ Einfache Bedienung

Die reflex fillcontrol ist die erste vollautomatische Füllarmatur in ihrer Preisklasse, die Ihnen die Sicherheit für einen sorgenfreien Heiz- und Kühlbetrieb durch eine vollautomatische Drucküberwachung bietet.

Die reflex fillcontrol mit integriertem Systemtrenner (nach DIN EN 1717 für jedes System gefordert) wird durch einen Drucksensor automatisch gesteuert. Eventuell auftretende Probleme im System, wie beispielsweise Leckagen, werden umgehend erkannt, von der reflex fillcontrol gemeldet und der Nachfüllvorgang entsprechend unterbrochen.

Detaillierte Informationen zu unseren Produkten bekommen Sie bei Ihrem Fachhändler oder im Internet unter: www.reflex.de



Reflex Winkelmann GmbH + Co. KG • Gersteinstraße 19 • D-59227 Ahlen • Telefon: +49 23 82 / 70 69 - 0 • Telefax: +49 23 82 / 70 69 - 588 • Internet: www.reflex.de • Email: info@reflex.de



PUMP PERFORMANCE

Auszug aus unserem Programm:



Umwälzpumpen – Inline-Pumpen



Haus-/Gartentechnik



Brunnenpumpen 4" und 6"



Schmutz-/Abwasserpumpen



Hebeanlagen



Normpumpen



Druckerhöhungsanlagen

DAB Pumpen Deutschland GmbH
Tackweg 11 • 47918 Tönisvorst
Tel. 02151/82136-0 • Fax 82136-36
Email: infodge@dabpumps.com
Internet: www.dabpumps.com

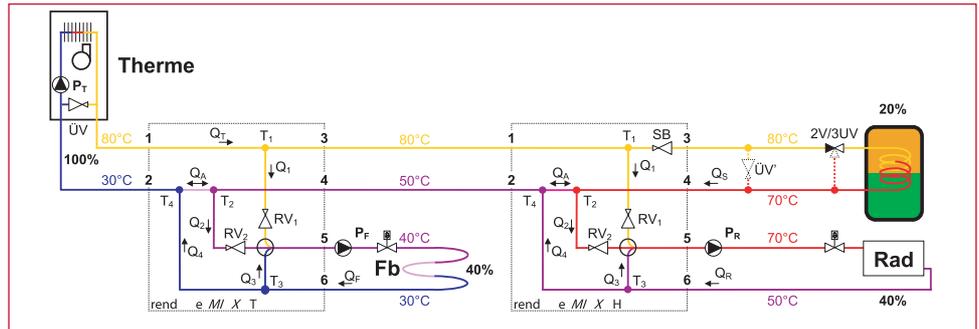


Abb.5 Dreikreisanlage in Serienschaltung an Therme mit paralleler Brauchwasserbereitung

Pufferreservoirs zur Brauchwasserbereitung. Unterschreitet die Speichertemperatur am mittleren Anschluss die Mischtemperatur von 45°C (Phase II), so muss der Mischer zwar auch auf den heißen Anschluss des Puffers zugreifen, aber die Mischung erfolgt nicht gegen den kalten Heizkreisrücklauf, sondern gegen die zunächst noch wärmere Speichermitteltemperatur. Die Entnahme des heißen Wassers setzt also nicht nur zu einem späteren Zeitpunkt ein, sondern auch mit einem wesentlich geringeren Volumenstrom, der nur langsam ansteigt und erst zuletzt den Wert erreicht, den der Dreiwegemischer von Anbeginn des Versuches entnimmt. Gleichzeitig steigt der Durchfluss des unteren Pufferteils mit Kaltwasser aus dem Heizkreisrücklauf auf den Maximalwert Q_{an} , da mit dem Öffnen des heißen Eingangs E_1 der kalte Eingang E_3 geschlossen wird:

$$Q_h \leq \frac{1}{4} Q$$

$$Q_w \geq \frac{3}{4} Q$$

$$Q_k = Q$$

Ein Blick auf die Temperaturverläufe in Abhängigkeit von der Speicherhöhe zeigt die Unterschiede bei halber Entladung (vollständige Entladung hieße: Speicher vollständig mit 30°C gefüllt): Der Dreiwegemischer senkt das Temperaturgefälle „von oben“ linear von 90/30°C auf 60/30°C; die graue Fläche entspricht der entnommenen Wärmemenge, die weiße Fläche dem Restwärmehalt des Puffers. Beim Mehrwege-Mischer hingegen erfolgt die Wärmeentnahme in zwei Phasen: in Phase I entspricht die Entladung der unteren Hälfte prinzipiell der beschriebenen Entladung „von oben“, bis die Temperatur des mittleren Anschlusses 45°C erreicht hat (in diesem

Beispiel übrigens bei $\frac{1}{4}$ der entnommenen Wärmemenge = $\frac{1}{4}$ der grauen Fläche). In der anschließenden Phase II wird jedoch der untere Teil des Puffers komplett mit 30°C aufgefüllt, während sich in der oberen Hälfte ein linearer Verlauf von 30°C auf 90°C einstellt. Man erkennt: beide grauen Flächen (= entnommene Wärmemengen) sind gleich groß; der Flächenschwerpunkt (= Durchschnittstemperatur) liegt im weißen Dreieck (= im Puffer verbleibende Wärmemenge) deutlich höher bzw. im grauen (= dem Puffer entnommene Wärmemenge) deutlich niedriger. In der Praxis bedeutet dies, dass ein Holzvergaserkessel an einem 2,5 m³ Puffer (kein Schichtspeicher!) zur Versorgung zweier vermieteter Wohneinheiten mit Fußbodenheizung und Warmwasser nur alle drei Tage befeuert werden muss! Die Erhaltung der Fähigkeit zur Brauchwasserbereitung über einen solch langen Zeitraum läßt sich nicht nur mit der Puffergröße erklären. Ein ähnlicher Bericht kann dem Fachbeitrag [2] entnommen werden, der ebenfalls unter www.bau-nach.net/download.php zur Verfügung steht.

Kaskadierbarkeit, Mehrkreisanlagen und Nahwärmerversorgungskonzepte

In der Praxis kommt es gerade bei größeren Anlagen häufig vor, dass mehrere Heizkreise zu versorgen sind. Bisher übliche Konzepte sahen dazu Parallelschaltungen mischergesteuerter Kreise an Kesselverteilern vor. Die Logik des rendeMIX-Mischverteilers gebietet hingegen eine konsequente Serienschaltung im Rücklauf. Wichtig ist hierbei natürlich, dass die Anschlussfolge der Heizkreise zum Kessel hin einem stetig fallenden Temperaturniveau entspricht, um die jeweilige Restwärme noch opti-

mal nutzen zu können. Abb.5 zeigt beispielsweise eine Anlage mit einer Therme, einem indirekt beheizten statischen Brauchwasserspeicher sowie je einem mischergesteuerten Radiatoren- und Fußbodenkreis. Diese Konstellation ermöglicht nicht nur eine parallele Brauchwasserbereitung während des Heizbetriebes, sondern auch eine außergewöhnliche Steigerung der Nutzungsgrade bzw. Senkung der Rücklauftemperaturen und Volumenströme. Die Maßnahmen zur Mindestumlaufsicherung (Überströmventil bauseits oder Dreiwege-Umschaltventil) sind nur erforderlich, falls vom Heizgerätehersteller auch für Einkreisanlagen vorgeschrieben. Bei Anlagen mit Kesseln ohne eingebaute Pumpe empfiehlt sich der Einsatz einer Ladepumpe im Speicherkreis. Diese kann durch die im Mehrwege-Mischverteiler bereits eingebaute Schwerkraftbremse direkt ange-

flanscht werden. Anlagen mit einem statischen und zwei gemischten Heizkreisen lassen sich durch Kombination zweier Verteiler, dem sogenannten rendeMIX TWIN, realisieren. Für größere Anlagen mit weiteren Heizkreisen könnte zukünftig auf bewährte, bodenstehende waagerechte Verteiler mit senkrechten Heizkreisabgängen zurückgegriffen werden, an deren Bereitstellung wir augenblicklich arbeiten.

Nahtlose Integration in bisherige Regelungskonzepte

Alle Mehrwege-Mischer lassen sich über einen Stellantrieb mit Dreipunktsignal 230V~ ansteuern und fügen sich somit nahtlos in die bestehenden Regelkonzepte ein - der Regler benötigt zur Ansteuerung des Verteilers keine Rückmeldung über die Stellung des Mehrwege-Mischers. Die einzige Führungsgrö-

ße ist die Vorlauftemperatur des Mischkreises, aus deren Regelabweichung immer das richtige Stellensignal abgeleitet wird. Das rendeMIX-Prinzip ist durch zahlreiche deutsche und internationale Patente und Marken geschützt.

Autor

Dipl.-Ing. Hans-Georg Baunach

Geschäftsführer

HG Baunach, Hückelhoven

Berechnungsprogramm für größere Wärmeverteilungen mit einem statischen und bis zu sieben gemischten Heizkreisen sowie ein Excel-Arbeitsblatt für sämtliche Lastfälle einer Zweikreisverteilung unter www.baunach.net

- [1] Kondensation ist Pflicht, IKZ-Haustechnik 16/17, 2003, S.38
- [2] Solarthermische Anlage optimiert Energiebilanz in einem Pfälzer Gästehaus, Heizungsjournal Juni 2005, S.40