

Mehrkosten und Mehrverbrauch abwägen

Wärmeaustausch in Heizkreisverteiltern ohne thermische Trennung. Auswirkungen auf die Effizienz der Anlage nur gering

Systeme mit mehreren Heizkreisen beinhalten üblicherweise Heizkreisverteiler. Dabei unterscheidet man Ausführungen mit und ohne thermische Trennung zwischen Vor- und Rücklaufkammer. Besteht keine Trennung in Form einer Dämmung, strömt die Wärme des heißen Vorlaufs fast ungehindert zum kalten Rücklauf. Damit wird die Rücklauftemperatur zum Kessel erhöht – kritisch für den Brennwerteffekt bei entsprechenden Wärmeerzeugern. Es stellt sich daher die Frage, ob die Anschaffung eines Verteilers mit Trennung generell lohnt.

Der Bau von Heizkreisverteiltern ist handwerklich anspruchsvoll und zeitaufwendig. Angesichts enger Zeitfenster und knapper personeller Kapazitäten fällt die Entscheidung häufig zugunsten vormontierter, gedämmter Heizkreisverteiler. Thermisch getrennte Verteiler sind jedoch kostspielig. Weil zudem die Platzverhältnisse oftmals beengt sind, kommen meist kompakte Verteiler ohne zusätzliche Dämmung zwischen Vor- und Rücklaufkammer zum Einsatz. Bei ihnen strömt die Wärme vom Vorlauf jedoch ungehindert zum kälteren Rücklauf. Das hat Konsequenzen: Zum einen kühlt das vom Kessel erwärmte Heizungswasser im Verteiler

leicht ab. Um die Heizkreise mit der geforderten Netztemperatur zu versorgen, muss die Kesseltemperatur erhöht werden. Dies führt wiederum zu einem Anstieg der Abgastemperatur, erzeugt Strahlungsverluste etc. Zum anderen wird das Rücklaufwasser aus den Heizkreisen im Verteiler erwärmt. Bei Brennwertgeräten senkt eine hohe Rücklauftemperatur den Brennwerteffekt – also die Energiemenge, die zusätzlich durch Kondensation des Wasserdampfes im Abgas gewonnen wird. Beides hat zur Folge, dass die Effektivität der Heizungsanlage grundsätzlich schlechter ausfällt als mit einem thermisch getrennten Heizkreisverteiler.

Lange Amortisationszeit bei gedämmten Verteilern

Dennoch sind die Effizienzeinbußen bezogen auf das gesamte Heizsystem gering. Denn unter günstigen Voraussetzungen (Radiatorenheizung, kleine Heizleistung, Gas-Brennwertgerät) beträgt der Brennstoff-Mehrverbrauch bei Verteilern ohne thermische Trennung lediglich rund 2%. Bei einer Fußbodenheizung und sonst gleichen Bedingungen ist sogar nur mit 0,5% Mehrverbrauch zu rechnen.

Ausgehend von einem durchschnittlichen Zweifamilienhaus mit 200 m² Wohnfläche und einem Verbrauch von 80 kWh/(m² a) ergibt sich in dieser beispielhaften Kalkulation eine jährliche Gasrechnung von etwa 750 Euro. 2% weniger Verbrauch durch einen thermisch getrennten Verteiler bedeutet umgerechnet eine Ersparnis von 15 Euro jährlich, sodass die dafür erforderlichen Mehrkosten von rund 100 Euro sich nach sechs Jahren rechnen. Bei nur 0,5% zusätzlichem Verbrauch und entsprechend 3,75 Euro Ersparnis jährlich beträgt die Amortisationszeit sogar 26 Jahre.

Nachfolgende Grundlagen und Berechnungen lassen nachvollziehen, wie die Ergebnisse zum Mehrverbrauch errechnet wurden.

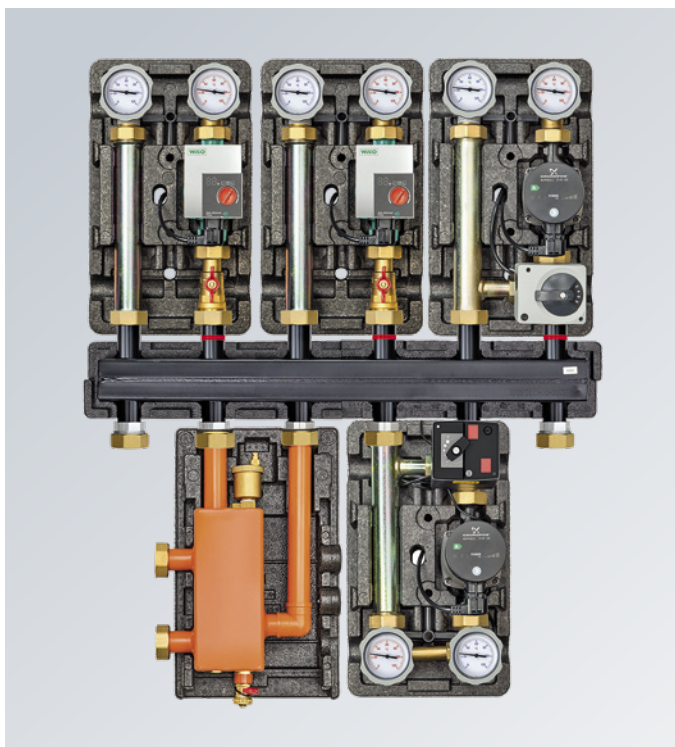
Beispielrechnung

Schritt 1:

Wärmeübertragung im Verteiler

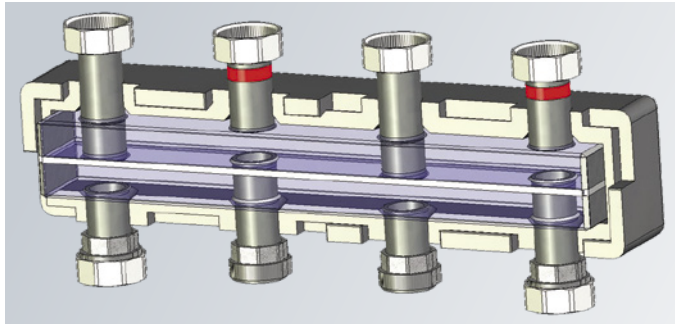
Der Wärmestrom im Verteiler ist abhängig vom Wärmedurchgangskoeffizienten k , von der Größe der Übertragungsfläche A und von der Temperaturdifferenz ΔT . Die Formel dazu lautet $Q = k \cdot A \cdot \Delta T$.

Für den k -Wert ($1/k = 1/\alpha_i + \lambda/d + 1/\alpha_a$) werden die Wärmeübergangswiderstände



Wärmeverteilung mit drei Heizkreisen (oben) und einem „Heizungswart K“ für den Anschluss an einen Wärmeerzeuger (unten links). Daneben montiert ist eine Pumpengruppe zur Rücklauftemperaturerhöhung.

Standard-Heizkreisverteiler ohne thermische Trennung von der Firma Meibes. Vom Kessel her strömt (warmes) Vorlaufwasser in die obere Kammer und wird dort auf die Heizkreise verteilt. Die Rückläufe werden in der unteren Kammer gesammelt und mit einer Leitung am Kesselrücklauf angeschlossen. Ein Blech trennt beide Kammern voneinander, es kommt zum Wärmeaustausch.



de α_i und α_a , der Wärmeleitwiderstand von Stahl λ und die Dicke des Stahles d verwendet:

$$k = 1/(1/\alpha_i + d/\lambda + 1/\alpha_a) = 1/(1/4000 + 0,003/50 + 1/3000) \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}) = 1554 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$$

Die Wärmeübertragungsfläche A eines 70-kW-Verteilers mit vier Anschlusspaaren beträgt:

$$A_{\text{Trennblech}} = 460 \text{ mm} \cdot 55 \text{ mm} \cdot 4 \cdot (33,8 \text{ mm}^2 / 4 \cdot \pi) = 21\,711 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{Rohre}} = 4 \cdot (33,8 \text{ mm} \cdot \pi \cdot 25 \text{ mm}) = 10\,618 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{Gesamt}} = 32\,330 \text{ mm}^2 = 0,0323 \text{ m}^2$$

Somit kann die Wärmeübertragung in dem Verteiler in Abhängigkeit der Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf errechnet werden.

$$Q = k \cdot A \cdot \Delta T = 1554 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}) \cdot 0,0323 \text{ m}^2 \cdot \Delta T = 50 \text{ W}/\text{K} \cdot \Delta T$$

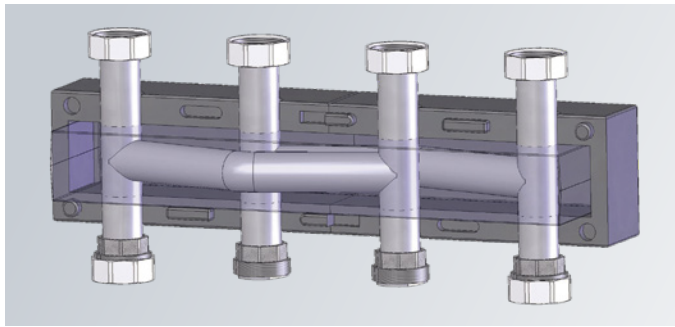
In diesem Fall werden also pro K Temperaturdifferenz 50 Watt übertragen. Zur Vereinfachung wurde hier nicht thermodynamisch exakt gerechnet, sondern der ungünstigste Fall gewählt. In der Praxis sind der Wärmestrom und damit die Auswirkungen auf die Effizienz geringer.

Schritt II: Temperaturabfall im ungedämmten Heizkreis

Im zweiten Schritt soll ermittelt werden, um wie viel Kelvin der Vorlauf im ungedämmten Heizkreisverteiler abgekühlt wird. Dazu ein Beispiel, bei dem eine Radiatorenheizung mit ihren üblichen Vor- und Rücklauftemperaturen bei tiefsten Außentemperaturen dargestellt ist. Es wurde zudem mit verschiedenen Heizleistungen gerechnet.

Annahmen:

- 20 kW/10 kW/5 kW Heizleistung bei Auslegungstemperatur (-15°C) ►



Eine thermisch getrennte Variante mit Vor- und Rücklauf in separaten Rohren und T-Stücken. Sie wird aufgrund des höheren Preises selten genutzt.

- Temperaturen im Heizkreis:
60°C Vorlauf, 40°C Rücklauf

Die Durchströmung beträgt:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \rightarrow m = Q / (c \cdot \Delta T)$$

$$20000 \text{ W} / (1,161 \text{ Wh/kg K} \cdot 20 \text{ K})$$

$$= 861 \text{ kg/h}$$

$$10000 \text{ W} / (1,161 \text{ Wh/kg K} \cdot 20 \text{ K})$$

$$= 430 \text{ kg/h}$$

$$5000 \text{ W} / (1,161 \text{ Wh/kg K} \cdot 20 \text{ K})$$

$$= 215 \text{ kg/h}$$

Bei (60°C - 40°C)

= 20 K beträgt der Wärmetausch im Verteiler:

$$Q = k \cdot A \cdot \Delta T = 50 \text{ W/K} \cdot 20 \text{ K} = 1000 \text{ W}$$

Die Temperaturen von Vor- und Rücklauf verändern sich um:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \rightarrow \Delta T = Q / (m \cdot c)$$

$$1000 \text{ W} / (861 \text{ kg/h} \cdot 1,161 \text{ Wh/(kg K)})$$

$$= 1 \text{ K}$$

$$1000 \text{ W} / (430 \text{ kg/h} \cdot 1,161 \text{ Wh/(kg K)})$$

$$= 2 \text{ K}$$

$$1000 \text{ W} / (215 \text{ kg/h} \cdot 1,161 \text{ Wh/(kg K)})$$

$$= 4 \text{ K}$$

Annahmen:

- 10 kW / 5 kW / 2,5 kW Heizleistung bei mäßiger Außenlufttemperatur (0 °C)
- Temperaturen im Heizkreis: 45 °C Vorlauf, 30 °C Rücklauf

Die Durchströmung beträgt:

$$10000 \text{ W} / (1,161 \text{ Wh/(kg K)} \cdot 15 \text{ K})$$

$$= 574 \text{ kg/h}$$

$$5000 \text{ W} / (1,161 \text{ Wh/(kg K)} \cdot 15 \text{ K})$$

$$= 287 \text{ kg/h}$$

$$2500 \text{ W} / (1,161 \text{ Wh/(kg K)} \cdot 15 \text{ K})$$

$$= 143 \text{ kg/h}$$

Bei (45°C - 30°C)

= 15 K beträgt der Wärmetausch im Verteiler:

$$Q = k \cdot A \cdot \Delta T = 50 \text{ W/K} \cdot 15 \text{ K} = 750 \text{ W}$$

Die Temperaturen von Vor- und Rücklauf verändern sich um:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \rightarrow \Delta T = Q / (m \cdot c)$$

$$750 \text{ W} / (574 \text{ kg/h} \cdot 1,161 \text{ Wh/(kg K)})$$

$$= 1,1 \text{ K}$$

$$750 \text{ W} / (287 \text{ kg/h} \cdot 1,161 \text{ Wh/(kg K)})$$

$$= 2,2 \text{ K}$$

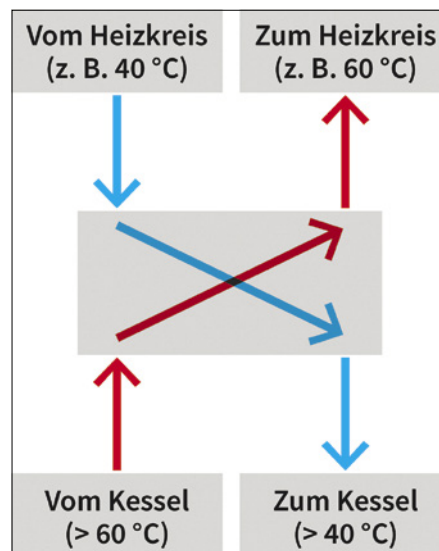
$$750 \text{ W} / (143 \text{ kg/h} \cdot 1,161 \text{ Wh/(kg K)})$$

$$= 4,4 \text{ K}$$

Ergebnis der Berechnung: Die Erhöhung der Heizkreistemperaturen durch den Wärmeaustausch im Verteiler ist während der Heizsaison annähernd gleich.

Auswirkungen auf den Brennstoffverbrauch

Rund 70% der Neubauten werden mit Gas beheizt, die Hälfte davon mit Brennwertgeräten. Wir bleiben deshalb bei diesem Beispiel beim Brennstoff Gas. Die Kesseltemperatur, die bei ungemischten Heizkreisen (Radiatoren) der Vorlauf-



Folgen des Wärmeaustauschs zwischen Vor- und Rücklauf bei ungedämmten Verteilern: Das vom Kessel erwärmte Heizungswasser wird im Verteiler etwas abgekühlt. Das hohe Temperaturniveau vom Kessel steht somit nicht mehr zu 100 % für die Raumheizung zur Verfügung. Zudem findet eine Erwärmung des Rücklaufwassers statt, was den Brennwerteffekt schmälert. Der Effekt auf den Wirkungsgrad ist jedoch gering.

temperatur entspricht, beeinflusst die Abgastemperatur. Mit einer höheren Abgastemperatur sinkt der Feuerungstechnische Wirkungsgrad (FTW) um ca. 0,2 % pro K höherer Abgastemperatur (errechnet mit der Siegert'schen Formel: $q_A = (\theta_A - \theta_L) \cdot (A_1 / CO_2 + B)$ mit $A_1 = 0,37$ und $B = 0,009$ für Erdgas). Der FTW verschlechtert sich bei 4 K höherer Kesseltemperatur um 0,8 %. Der Brennstoffverbrauch steigt entsprechend.

Auswirkungen auf den Brennwerteffekt

Der Brennwerteffekt beginnt bei einer Abgastemperatur < 57 °C mit wenigen Tropfen Kondensat und kann 120 g/kWh Erdgas bei 20 °C betragen. Unter Berücksichtigung, dass das Rücklaufwasser (als Kühlmittel für das Abgas) 10 K kälter sein muss, startet der Brennwerteffekt bei 47 °C Rücklauftemperatur und hört naturgemäß bei 20 °C auf. Das liegt daran, dass Heizwasser nicht kälter als die Raumtemperatur zur Heizung zurückfließt. Wenn (47 °C - 20 °C) = 27 K etwa 120 g/kWh Unterschied in der Kondensatmenge entsprechen, gleicht dies vereinfacht (120 g/kWh : 27 K) = 4,5 g/kWh pro K höhere Rücklauftemperatur. Die ungenutzte latente Wärme in 4,5 g Kondensat/K beträgt (0,0045 kg / (kWh · K) · 2.258 kJ/kg · Ws/J · h/3600 s) = 0,0028 kWh, also 0,28%/K. Der Brennwerteffekt wird bei einer um 4 K höheren Rücklauftemperatur um 1,12% geringer. Der Brennstoffverbrauch steigt entsprechend.

Fazit

Die Wirkungsgradverluste sowohl durch die Erhöhung der Vorlauftemperatur als auch durch die Verminderung des Brennwerteffektes bei thermisch nicht getrennten Heizkreisverteilern sind vernachlässigbar klein. Vergleicht man den Mehrverbrauch mit der Investition in einen thermisch getrennten Verteiler, können die Befürchtungen einer uneffektiven Systemzusammenstellung widerlegt werden. Schlussendlich gibt es zahlreiche weitere Möglichkeiten, deutlich mehr Energie einzusparen, sei es durch einen Kesselaustausch, einen hydraulischen Abgleich oder optimierte Reglereinstellungen. ◀

Autor: Bernd Milkereit, Produktmanager, Meibes System-Technik GmbH, Gerichshain

Bilder: Meibes System-Technik

www.meibes.de