

HYDRAULIK IN DER HEIZUNGSTECHNIK

Praxiswissen

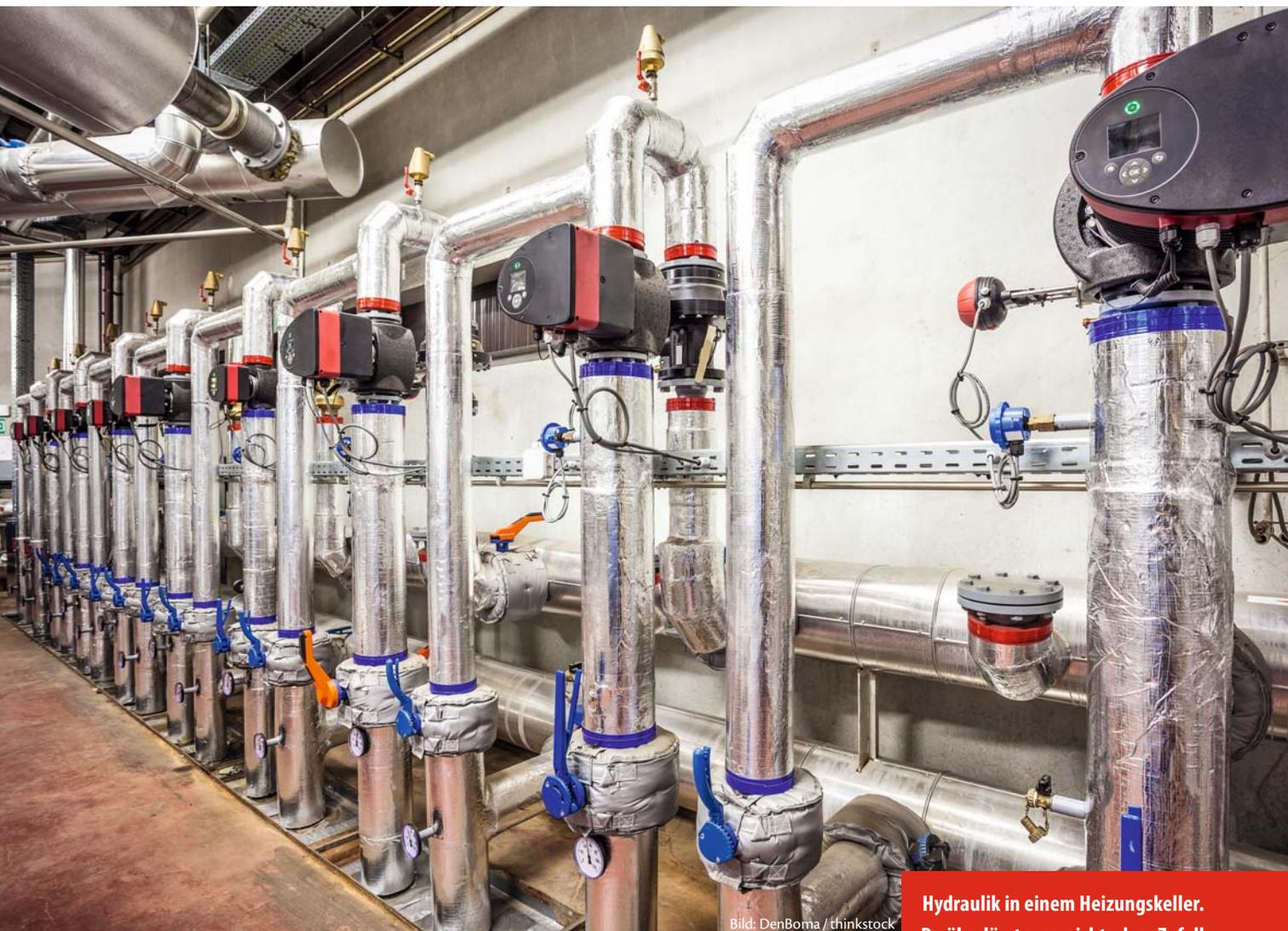


Bild: DenBoma / thinkstock

Hydraulik in einem Heizungskeller.
Da überlässt man nichts dem Zufall

Das Zusammenspiel von Wärmeerzeugung und Wärmeverbrauch funktioniert nur dann bestimmungsgemäß, energieeffizient und störungsfrei, wenn die Anlagenhydraulik stimmt. Worauf der Fachhandwerker bei der Auswahl von Regelarmaturen und hydraulischen Schaltungen in der Heiztechnikpraxis grundlegend achten muss, erläutert der folgende Beitrag.

Bei Heizungsmodernisierungen fokussieren sich viele Heizungsfachhandwerker zu stark auf den Wärmeerzeuger alleine. Doch auch bei Neuinstallationen stehen häufig noch die heiztechnischen Einzelkomponenten im Mittelpunkt. Besser und zielführend ist es jedoch deren Zusammenspiel im Gesamtsystem zu betrachten. Warmwasserheizsysteme bestehen prinzipiell aus zwei Segmenten: aus dem Wärmeerzeugerkreis und dem Wärmeverbraucherheizkreis. Nur wenn beide sorgfältig und wirkungsvoll miteinander kombiniert werden, kann die Heizungsanlage bestimmungsgemäß und energieeffizient arbeiten. Um die jeweils erforderlichen Heizwasserströme und -temperaturen zur richtigen Zeit dorthin zu lenken, wo sie gebraucht werden, muss der Fachhandwerker eine geeignete hydraulische Anlagenschaltung mit den dazu passenden Regelarmaturen und -strategien auswählen. Maßgebend sind zunächst die jeweiligen anlagenspezifischen Anforderungen.

UNTERSCHIED REGELVENTILE/MISCHER?

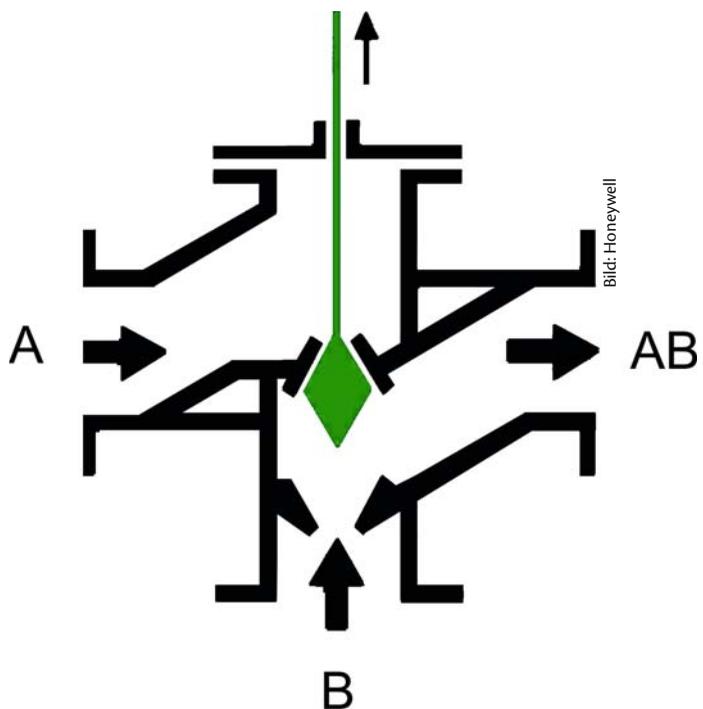
Besonderes Augenmerk gilt der Art und Anzahl der Wärmeerzeuger: Öl-/Gas-/Festbrennstoff-Niedertemperatur- und Brennwertkessel, Wärmepumpe oder Solarthermie etc. als Ein- oder Mehrkesselanlage beziehungsweise als multivalentes Heizsystem. Diese Produkte können unterschiedliche Anforderungen haben, zum Beispiel die Einhaltung einer Mindest- (meist 50 bis 60 °C) oder Maximal-Rücklaufemperatur (Brennwertnutzung) sowie eines Mindest- und Maximal-Volumenstroms. Typische Anforderungen in Verbindung mit den Heizkreisen, die Heizkörper und Flächenheizsysteme versorgen können, sind konstante Volumenströme, maximale Vorlaufemperaturen sowie die Anpassung der Vorlaufemperatur an die Außentemperatur.

Aufgrund der verschiedenen Anforderungen und Komponenten im Wärmeerzeuger- und Verbraucher-Kreis kommen unterschiedliche hydraulische Schaltungen zur Anwendung (siehe unten), die sich mit dazu passenden Armaturen umsetzen lassen. Zur Auswahl stehen sogenannte Stellglieder.

STELLGLIEDER IM HEIZUNGSBAU

- Zwei-Wege-Armatur (Ausführung nur als Durchgangsventil)
- Drei-Wege-Armatur (Ausführung als Drei-Wege-Mischer oder -Ventil)
- Vier-Wege-Armatur (Ausführung nur als Vier-Wege-Mischer)

Worin sich Mischer und Ventil generell unterscheiden, ist in der Tabelle „Grundsätzliche Unterscheidungsmerkmale zwischen Mischer und Ventil“ zusammengefasst, kann aber



Ein Drei-Wege-Ventil mit den „Toren“ A, B und AB und der charakteristischen Hubbewegung zum Regeln

auch wie folgt auf den Punkt gebracht werden: Ein Ventil ist „dichter“ beziehungsweise hat eine „geringere Leckrate“ als ein Mischer.

In der täglichen heiztechnischen Schaltungspraxis stellt sich am häufigsten die Frage, wann ein 3-Wege-Stellglied oder ein 4-Wege-Mischer eingesetzt wird. Beide Armaturen können in den Verbraucherkreisen für variable Vorlaufemperaturen bei konstantem Volumenstrom sowie für eine gleichmäßige Wärmebeaufschlagung der Verbraucher sorgen. Die Hauptunterschiede bestehen zum einen darin, dass bei einem 3-Wege-Stellglied (im Gegensatz zum 4-Wege-Mischer) keine Rücklaufemperaturanhebung gegeben ist. Zum anderen schafft der 4-Wege-Mischer im Schließzustand eine vollständige hydraulische Trennung von Wärmeerzeuger- und Verbraucherheizkreis.

Die typischen Einsatzbereiche von 3-Wege-Stellgliedern sind also überschaubar.

EINSATZ 3-WEGE-STELLGLIEDER

- Abnehmerkreise mit von der Kesseltemperatur abweichenden Vorlaufemperaturen
- Mehrkesselanlagen
- Anlagen mit Brennwertnutzung, Pufferspeicher, Fernwärmeanschluss

	Mischer	Ventil
Bewegungsart	Drehbewegung des Drehschiebers	Hubbewegung der Ventilschindel
Nenndruckstufen	PN 6, PN 10	PN 6, PN 16, PN 25/40
Medium	Heizungswasser bis 130 °C	Heizungswasser bis 220 °C und Dampf
Leckraten	< 1 % vom kVS-Wert	Drei-Wege-Ventil: < 0,05 - 0,5 % vom kVS-Wert Durchgangsventil: < 0,05 - 0,1 % kVS-Wert
Ausführungsart	Drei- und Vier-Wege	Durchgang und Drei-Wege

Grundsätzliche Unterscheidungsmerkmale zwischen Mischer und Ventil

BITTE BEACHTEN

Die typischen Einsatzbereiche von 4-Wege-Mischern sind Einkreisanlagen mit von der Kesseltemperatur abweichenden Vorlauftemperaturen. In modernen Anlagen, wo meist Brennwertheizkessel, Wärmepumpen oder auch Pufferspeicher genutzt werden, ist vom Einsatz von 4-Wege-Mischern auf Grund ihrer Rücklaufanhebung abzusehen.

DIE DIMENSIONIERUNG

Generell ist es wichtig, alle Stellglieder korrekt zu dimensionieren. Nur dann können der gesamte Stellbereich (zwischen minimal und maximal regelbarer Leistung) genutzt und die optimale Regelbarkeit sowie eine hohe Regelgüte erreicht werden. Bei einer Überdimensionierung wird der nutzbare Stellgliedbereich eingeschränkt und die minimal regelbare Leistung geht nach oben – die Anlagenregelbarkeit, insbesondere im Schwachlastbetrieb, verschlechtert sich. Wird das Stellglied zu klein dimensioniert, kann der erforderliche Volumenstrom (aufgrund des gestiegenen Druckverlusts) nur mittels einer höheren Pumpleistung erbracht werden – der Stromverbrauch steigt dauerhaft an; zudem besteht die Gefahr einer Geräuschbildung.

Grundsätzlich gilt für eine optimale Dimensionierung: Der Widerstand/Druckabfall Δp über das Stellorgan soll immer so groß sein, wie der Druckabfall des Teilstromkreises, in dem sich die Wassermenge durch die Ventilstellung ändert. Dadurch lässt sich eine optimale Annäherung der Betriebskennlinie an die dem Ventil eigene Durchströmungs-Charakteristik erreichen. Man spricht hier von der (gewünschten) Ventilautorität av . Diese ist

die wichtigste Größe für eine korrekte Stellglieddimensionierung und mit entscheidend für ein stabiles Regelverhalten, auch im Teillastbetrieb der Anlage.

Ein wichtiger Wert für die Ventil-Auslegung ist der erforderliche Durchfluss, der sich im sogenannten K_v -Wert (Durchflussfaktor beziehungsweise Durchflusskoeffizient) ausdrückt. Dieser gilt nur für den zugehörigen Hub (Öffnungsgrad) eines Ventils. Bei Nennhub (100 Prozent-Öffnung) spricht man vom

K_{vs} -Wert, der den maximalen Wasserdurchfluss durch ein Ventil (in m^3/h) bei einer Druckdifferenz von 1 bar und einer Wassertemperatur von 5 bis 30 °C definiert. Der K_{vs} -Wert, der sich aus den Herstellerunterlagen bzw. -diagrammen entnehmen lässt, eignet sich deshalb zum generellen Vergleich von Regelarmaturen.

SCHALTUNGEN IM ÜBERBLICK

Wozu dienen hydraulische Schaltungen in einem Heizungsnetz? Die Aufgabenstellungen sind vielfältig. Wichtige und typische Aufgaben sind zum Beispiel die Regelung von Teil-



Ein Vier-Wege-Mischer vorgesehen für die charakteristische Drehung zum Regeln

lastzuständen sowie von variablen Betriebs- und Nutzungszeiten, die Reduzierung der Verteilverluste, die Absenkung des Temperaturangebots sowie das Management der Energiespeicherung (Pufferspeicher) und der Schutz des Wärmeerzeugers.

Die wichtigsten hydraulischen Schaltungen für klassische Heizungsanlagen in Wohn- und Bürogebäuden, die der Fachhandwerker anwendet, lassen sich daher zusammenfassen.

HYDR. SCHALTUNGEN IM HEIZUNGSBAU

- Beimischschaltung (Mischregelung)
- Beimischschaltung mit konstanter Beimischung (Bypass-Schaltung)
- Einspritzschaltung
- Hydraulische Weiche (Hydraulische Entkopplung)

Diese werden nachfolgend genauer erläutert. Für alle Schaltungen gilt ein wichtiges Grundprinzip: Alle Anlagen sollten möglichst einfach und klar strukturiert aufgebaut sein.

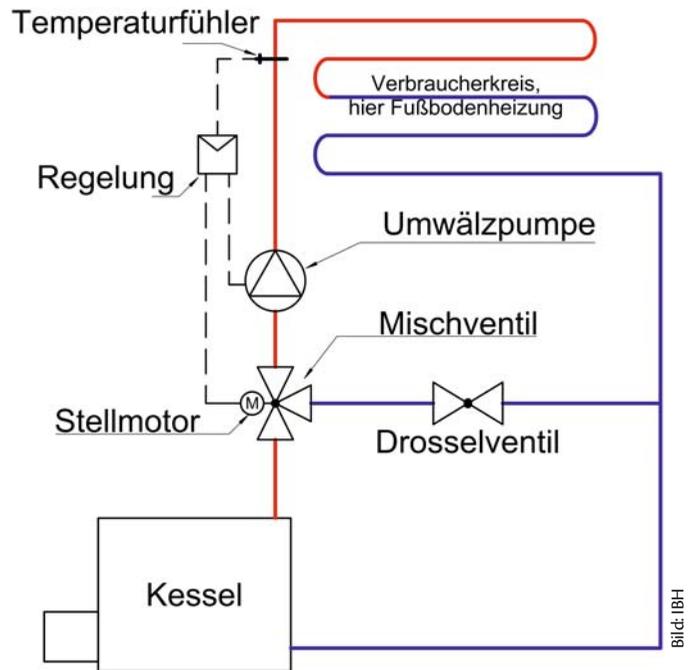
BEIMISCHSCHALTUNG

Eine Beimischschaltung lässt sich sowohl mit einem Drei-Wege- als auch mit einem Vier-Wege-Stellglied realisieren. Die Leistungsregelung im Verbraucherkreis erfolgt hier einfach durch Beimischung eines Teilstroms aus dem Rücklauf des Verbraucherkreises zum Vorlaufstrom des Verbrauchers. Typisch für die Beimischschaltung, die häufig auch als Mischregelung bezeichnet wird, ist die Anordnung der Umwälzpumpe im Verbraucherheizkreis.

Weil sich die Schaltung als besonders praxisgerecht zur Regelung von Verbraucherheizkreisen sowohl in kleinen als auch komplexen Heizanlagen erwiesen hat, wird sie am häufigsten eingesetzt. Die Pluspunkte gegenüber anderen Schaltungen liegen auf der Hand.

VORTEIL DER BEIMISCHSCHALTUNG:

- konstanter Volumenstrom im Verbraucherkreis
- variabler Volumenstrom im Wärmeerzeuger
- niedrige Vorlauftemperaturen im Teillastbetrieb: Verteilverluste werden minimiert
- Temperaturschwankungen vom Wärmeerzeuger oder Pufferspeicher werden ausgeglichen
- Vorlauftemperatur durch Beimischung variabel
- gute Regelfähigkeit durch leicht beherrschbare Regelstrecke über Vorlauffühler



Eine einfache Beimischschaltung für eine Fußbodenheizung

Der Einsatz von Drei-Wege-Armaturen hat sich auch in Anlagen mit mehreren Verbrauchergruppen bewährt. Mit Blick auf die Auslegung von Drei- und Vier-Wege-Mischern ist zu beachten, dass der Druckabfall in der Armatur möglichst im Toleranzband von 15 bis 40 mbar liegt. Um eine gute Regelbarkeit des Verbraucherkreises zu gewährleisten, darf ein Wert von 15 mbar nicht unterschritten werden. Bei 3-Wege- oder Durchgangsventilen liegt die übliche und bewährte Auslegung in einem Bereich von 30 bis 100 mbar.

Hilfreich bei der Produktauswahl und der passenden Dimension sind die Herstellerdiagramme, aus denen sich auch der Kvs-Wert entnehmen lässt.

BEIMISCHSCHALTUNG MIT KONSTANTER BEIMISCHUNG

Damit Flächenheizsysteme sinnvoll betrieben werden können, dürfen die Verbraucherkreise mit maximalen Heizwasservorlauftemperaturen von ca. 30 bis 40 °C beaufschlagt werden. Um dies sicherzustellen, werden Heizkreisvor- und -rücklauf mit einem Bypass zwischen der Regelarmatur und der Heizkreispumpe hydraulisch miteinander verbunden. Auf diese Weise entstehen bei der Bypass-Schaltung zwei Mischpunkte, wodurch sich eine Art hydraulische Übertemperaturabsicherung ergibt. Im Abnehmerkreis sind die Vorlauftemperaturen bei konstantem Volumenstrom variabel.

Der Bypass ist manuell an der Einstelldrossel so einzustellen, dass bei voll geöffnetem Stellglied und maximaler Kesseltemperatur die maximale Soll-Vorlauftemperatur erreicht wird.

Zwischenstellungen der Drei-Wege-Armatur führen somit ausschließlich zu niedrigeren Vorlauftemperaturen. Zur Leistungsregelung lässt sich der gesamte Stellbereich von Ventil oder Mischer nutzen.

EINSPRITZSCHALTUNG

Zur Anwendung kommt die Einspritzschaltung hauptsächlich bei Lufterhitzern und Heizregistern von RLT-Anlagen. Die Vorschubpumpe spritzt, je nach Stellung des Drei-Wege-Ventils, mehr oder weniger heißes Vorlaufwasser in den Heizkreis ein. Dieses wird mit abgekühltem Heizkreis-Rücklaufwasser gemischt, welches von der Heizkreispumpe über den Bypass angesaugt wird. Im Abnehmerkreis erhält man einen konstanten Volumenstrom mit variabler Temperatur. Dadurch ergibt sich eine gleichmäßige Temperaturverteilung über das Heizregister.

Mit Blick auf die Brennwertnutzung oder einen Fernwärmeanschluss ist die relativ hohe Rücklauftemperatur problematisch. Deshalb ist hier mit regelungstechnischen Maßnahmen sicherzustellen, dass die Vorschubpumpe nur dann in Betrieb ist, wenn dies auch bei der Lüftungsanlage der Fall ist. Eine dauerhafte Zirkulation muss aus vorgenanntem Grund vermieden werden.

Dimensionierungshinweise

Um eine möglichst optimale Regeldynamik zu erreichen, sollten das Regelventil und der Bypass nahe am Lufterhitzer bzw. Heizregister angeordnet sein.

Der Abstand zwischen den beiden Bypassleitungen (zwischen E und C) muss mind. $10 \times$ Rohrdurchmesser und bei kleinen Nennweiten mind. 0,5 m betragen.

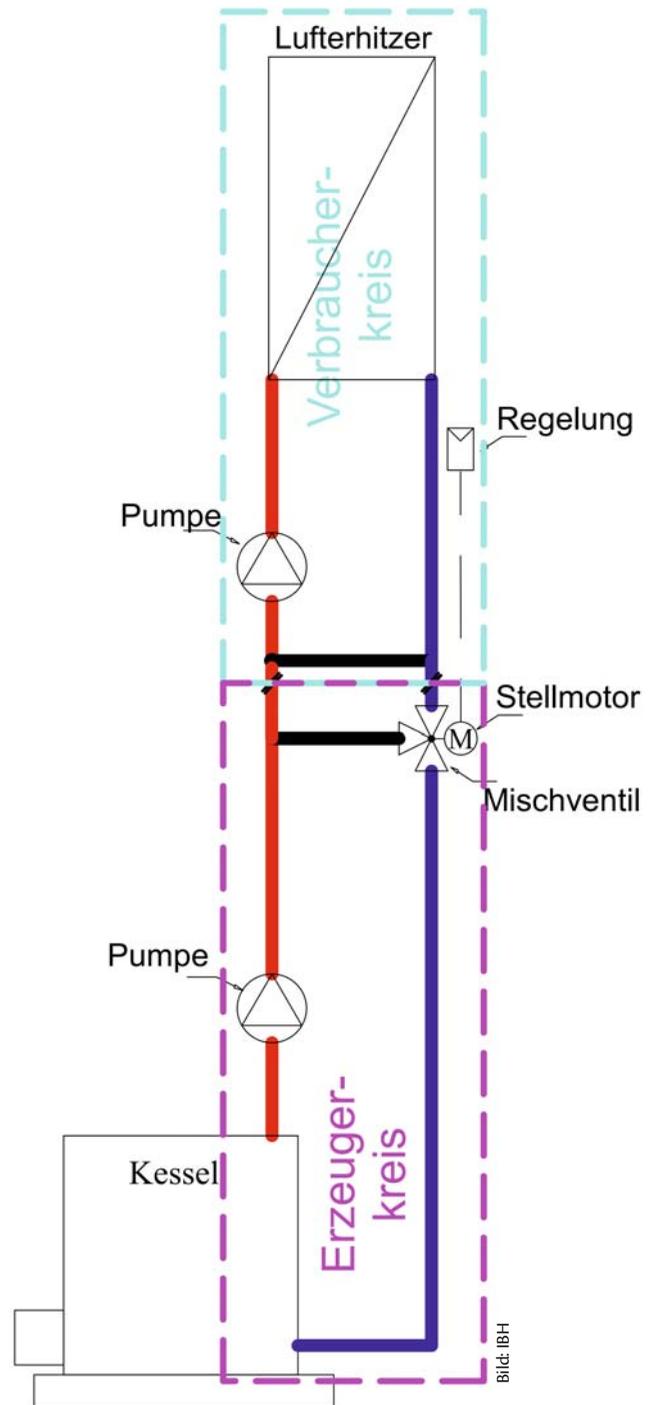
Auslegungsempfehlung für den Druckabfall im Ventil: ca. 50 mbar.

HYDRAULISCHE WEICHE

Besondere Anforderungen gelten für die hydraulische Schaltung von Mehrkesselanlagen: Die Führungstemperatur darf bei einer Kesselfolgeschaltung nicht der jeweiligen Wärmeerzeugertemperatur entsprechen. Erforderlich ist eine gemeinsame Vorlauftemperatur zu den Wärmeverbrauchern.

Als „hydraulische Weiche“ wird die hydraulische Entkopplung von Wärmeerzeugern und Wärmeverbraucherheizkreisen bezeichnet.

Bitte beachten: Die hydraulische Weiche ist nicht zu verwechseln mit einer Systemtrennung wie beim Einsatz eines Wärmeübertragers.



Eine Einspritzschaltung für Lufterhitzer

Insbesondere in Anlagen mit mehreren Wärmeerzeugern, die mittels Kesselfolgeschaltungen und eventuell eigenen Kesselkreisumpen miteinander in Verbindung stehen, ist die hydraulische Weiche unbedingt empfehlenswert. Denn sie kompensiert die unterschiedlichen Differenzdrücke zwischen Wärmeerzeuger- und Verbraucherkreisen. So können in jeder Betriebsphase unterschiedliche Volumenströme in den Erzeuger- und Abnehmerkreisen fließen, ohne dass sie sich

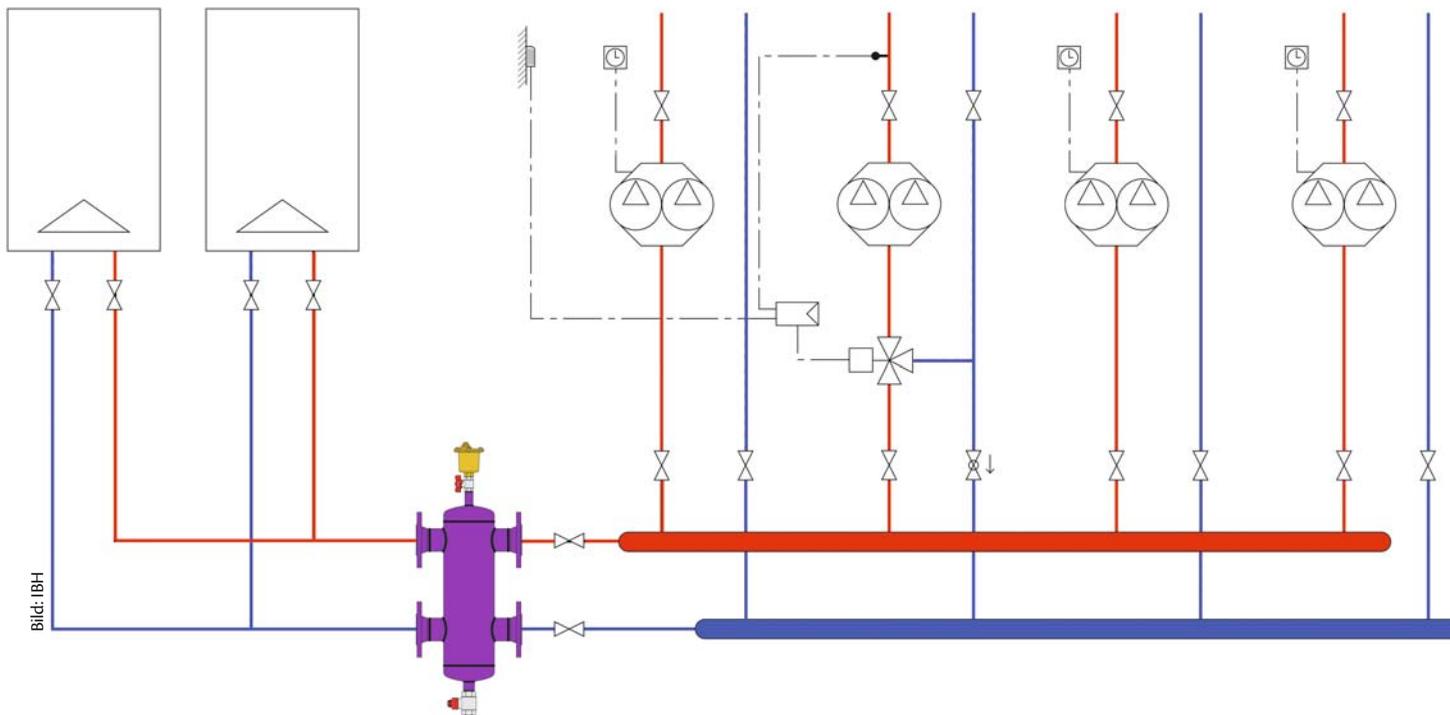


Bild: IBH

Der klassische Einsatz einer hydraulischen Weiche innerhalb einer Mehrkesselanlage

gegenseitig negativ beeinflussen – dies ist gerade für den oft problematischen Teillastbetrieb wichtig.

Hinweise zur Dimensionierungs/Auslegung

- Gesamtvolumenstrom aller Verbraucher $\times 3$ = Dimension hydraulische Weiche
- Strömungsgeschwindigkeit $< 0,3$ m/s
- Kesselkreispumpen müssen einen ca. 1,1-fach höheren Volumenstrom bringen als die Maximalabnahme der Abnehmerkreise.
- Der Nullpunkt zwischen Erzeuger- und Abnehmerseite liegt genau in der Mitte der Weiche.

VORTEILE EINER HYDRAULISCHEN WEICHE

- Die relevante Heizkreisvorlauftemperatur kann stets erfasst und eine lastabhängige Regelung der Kesselanlage durchgeführt werden.
- Der Strategiefühler wird in allen Betriebszuständen beaufschlagt, wodurch ein optimiertes Kesselmanagement möglich ist.
- Die Umlauf-Wassermenge im Wärmeerzeuger ist unabhängig von der Wassermenge im Wärmeabnehmerkreis.
- Bei Mehrkesselanlagen lässt sich die Umwälzwassermenge an die Anzahl der in Betrieb befindlichen Wärmeerzeuger anpassen (gleichmäßige Beaufschlagung der Kesselheizflächen = längere Lebensdauer und optimaler Wirkungsgrad).
- Nicht im Betrieb befindliche Heizkessel sind hydraulisch absperbar.
- Für jeden Wärmeerzeuger lässt sich die Rücklauftemperatur entsprechend der Herstellervorgabe anpassen (Kesselgarantie).
- Einfache Pumpendimensionierung für Kessel- und Heizkreispumpen



AUTOR



Jürgen Lutz ist Leiter des Seminar- und Schulungswesens bei Honeywell in Schönaich
Tel.: 06261 / 81-0
info.haustechnik@honeywell.com