VdZ Spitzenverband der GEBÄUDETECHNIK

LEITFADEN FÜR FACHLEUTE

Hydraulischer Abgleich in Heizungsanlagen

Themenübersicht

Einleitung 4

1 Grundlagen, Grundbegriffe und Förderprogramme 6
1.1 Normen, Richtlinien und Verordnungen 6
1.2 Grundbegriffe 6
1.3 Förderprogramme 8

2 Das hydraulische Prinzip 9
2.1 Grundlagen 9
2.2 Probleme durch Nichtbeachtung des hydraulischen Prinzips 10
2.3 Falsche Maßnahmen 11

3 Der hydraulische Abgleich 14
3.1 Denken im System 14
3.2 Abgleich von Anlagenabschnitten 15
3.2.1 Erzeugung 15
3.2.2 Verteilung / Übergabe 17
3.3 Varianten des hydraulischen Abgleichs 22
3.3.1 Statischer Abgleich 22
3.3.2 Dynamischer Abgleich 22
3.3.3 Adaptiver Abgleich 22
3.3.4 Thermischer Abgleich / Temperaturbasierte Verfahren 23
3.4 Komponenten und deren Auslegung / Einstellung 23
3.4.1 Thermostatventile 23
3.4.2 Heizkreisverteiler für Fußbodenheizungen 28
3.4.3 Strangregulierventile 30
3.4.4 Differenzdruckregler 31
3.4.5 Druckunabhängige Regelventile 36
3.4.6 Umwälzpumpen 37
3.5 Umsetzung – Wenige Schritte zum hydraulischen Abgleich 39
3.6 Systemdiagnose 40

4 Weitere Möglichkeiten der Optimierung 42

Einleitung

Hydraulischer Abgleich erschließt wichtige Energieeinsparpotenziale

Die 18,9 Mio. Wohngebäude der Bundesrepublik benötigen mehr als 567 TWh für die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser. Der Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung sieht deshalb einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahre 2050 vor. Um dieses ambitionierte Ziel zu erreichen, soll der Primärenergiebedarf bis 2050 um 80% gegenüber 2008 gesenkt werden.

Über 70% der Wohngebäude wurden vor der 1. Wärmeschutzverordnung 1979 erbaut und sind deshalb stark am Energieverbrauch beteiligt, denn die Heizungssysteme sind oftmals veraltet. Untersuchungen zeigen, dass vielfach durch geringinvestive Maßnahmen die Energieeffizienz spürbar gesteigert werden kann. Eine dieser Maßnahmen ist der **hydraulische Abgleich**. Er erhöht nicht nur die Energieeffizienz, sondern sorgt zugleich bei gesenkten Heizkosten für mehr Heizkomfort und gesteigerte Kundenzufriedenheit.

Studien belegen, dass bei fast allen Anlagen die Regelung besser auf die Anlage abgestimmt werden und die Vorlauftemperatur gesenkt werden müsste. Das Energieeinsparpotenzial aller untersuchten Gebäude liegt noch immer bei durchschnittlich 10 kWh/m^{2}a.

Aktuell sind über 80 % aller Heizungen nicht optimal hydraulisch abgeglichen. Hochgerechnet auf den Gebäudebestand der Bundesrepublik ließen sich jährlich bis zu 1,5 Milliarden Euro Energiekosten und bis zu 5,3 Millionen Tonnen CO_2 Emissionen durch den hydraulischen Abgleich einsparen. Das betrifft Wohn- und Nichtwohngebäude gleichermaßen, z. B. Büro- und Geschäftshäuser oder Mehrfamilienhäuser.

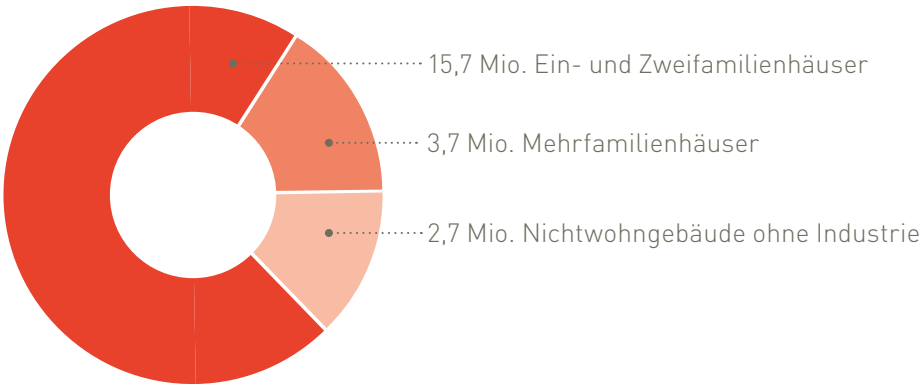
Im Segment Mehrfamilienhäuser handelt es sich um ca. 3,2 Mio. Gebäude von insgesamt 18,9 Mio. Wohngebäuden und bei Nichtwohngebäuden 2,7 Mio., ohne Einberechnung von Industriebauten.

Bedeutung des hydraulischen Abgleichs für Fachhandwerk und Kunden

Der hydraulische Abgleich ist heute eine Selbstverständlichkeit für den SHK-Fachhandwerker, da alle relevanten Anlagenbauteile, auch im Neubau, einer Heizungsanlage die Justierung erfordern und aufeinander abgestimmt werden müssen.

- → Erforderliche Leistung wird erreicht
- → Gleichmäßiges und schnelles Aufheizen
- → Keine überhöhte Rücklauftemperatur, optimale Brennwertnutzung
- → Keine Geräuschbelästigung
- → Weniger Energieverbrauch
- → Mehr Komfort
- → Keine Reklamationen
- → Mehr Kundenzufriedenheit

Der hydraulische Abgleich ist auch Inhalt vieler nationaler und europäischer Normen, Richtlinien und Verordnungen. Darüber hinaus ist er Bedingung für viele Förderprogramme.



Gebäudettypen in Deutschland, Quelle: dena-GEBÄUDEREPORT KOMPAKT 2019

1. Grundlagen, Grundbegriffe, Förderprogramme

1.1 Normen, Richtlinien und Verordnungen

→ **DIN V 18599-5**
Im Rahmen des Energiebedarfsausweises kann der hydraulische Abgleich durchgeführt werden. Beim Neubau ist die Durchführung des Hydraulischen Abgleichs für die Erstellung des Energieausweises notwendig.

→ **VDMA 24199**
Regelungstechnische Anforderungen an die Hydraulik bei Planung und Ausführung von Heizungs-, Kälte-, Trinkwarmwasser- und raumlufttechnischen Anlagen

→ **VOB Teil C, DIN 18380**
Gemäß dieser Verordnung ist der hydraulische Abgleich vorgesehen.

→ **EN 14336**
Heizungsanlagen in Gebäuden – Installation und Abnahme von Warmwasser-Heizungsanlagen (Anhang G)

→ **VDI 2073 Blatt 2**
„Hydraulik in Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung; Hydraulischer Abgleich". Die Richtlinie ist anzuwenden auf die Auslegung neuer und die Nachrechnung bestehender Verteilsysteme zur Wärme- und Kälteversorgung in heiz- und raumlufttechnischen Anlagen.

1.2 Grundbegriffe

Gebäudeheizlast
Heizlast ist die Energie, die aufgewendet werden muss, um die Wärmeverluste des Gebäudes im Auslegungspunkt auszugleichen. Sie ist für die Dimensionierung der Wärmeerzeuger für das gesamte Gebäude zu berücksichtigen.

Raumheizlast
Ist Grundlage für die Heizkörper-/ Heizflächenauslegung.

Wärmeübergabeeinrichtungen

Neben den konventionellen Heizkörpern gehört ebenso die Flächenheizung in Fußböden, Wänden und Decken zu den grundlegenden Wärmeübergabeeinrichtungen.

Heizkörper
Heizkörper sind sichtbare Wärmeübergabeeinrichtungen und werden als Radiatoren oder Konvektoren bezeichnet. Sie geben einen Teil der vom Heizmedium transportierten thermischen Energie an die Umgebung ab, um die Raumtemperatur zu erhöhen. Sie eignen sich vorzugsweise für Wärmeträgertemperaturen in Warmwasserheizungen (<110°C) und durchaus auch noch bei Auslegungsvorlauftemperaturen von 45°C.

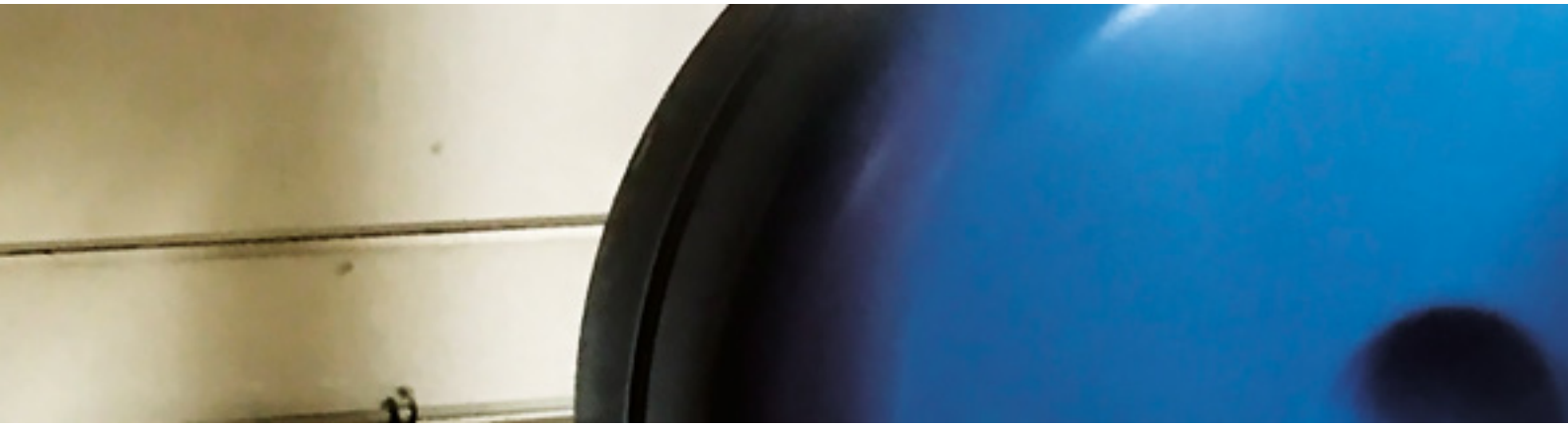
Flächenheizsysteme
Flächenheizsysteme sind Heizsysteme, bei denen die Heizwärme großflächig abgegeben wird. Dies kann über Fußböden, Wände oder Decken ausgeführt werden. Ein Vorteil der Flächenheizung besteht darin, dass sie mit sehr niedrigen Heizmitteltemperaturen von max. 30 bis 40°C auskommt (alte Anlagen benötigen bis zu 60° C) und ein hoher Strahlungsanteil bei der Wärmeabgabe entsteht, so dass ein behagliches Raumklima herrscht.

Wärmeverteilsysteme

Für wassergeführte Heizungsanlagen gibt es verschiedene Möglichkeiten, das Heizungswasser von der Wärmequelle zu den Wärmeübergabeeinrichtungen und wieder zurück zu transportieren: im Gebäudebestand wird im Wesentlichen unterschieden zwischen Einrohrheizung und Zweirohrheizung. Im Neubau wird üblicherweise ein Zweirohrsystem verbaut.

Zweirohrheizung
Die Zweirohrheizung ist die häufigste Art der Wärmeverteilung von Heizungssystemen, bei der für das Heizungswasser getrennte Vorlauf- und Rücklaufleitungen zwischen Wärmeerzeuger und jeder Wärmeübergabeeinrichtung zur Verfügung stehen. (Siehe Kapitel 3.2.2 Verteilung / Übergabe)

Einrohrheizung
Bei einer Einrohrheizung sind Vor- und Rücklauf der Heizkörper an derselben Leitung angeschlossen, sodass alle Heizkörper durch eine Ringleitung nacheinander mit warmem Heizwasser versorgt werden. Dabei sorgen sogenannte Bypass-Amaturen dafür, dass jedem Heizkörper ein fester prozentualer Anteil des Heizungswassers zugewiesen wird. Wegen z. B. regeltechnischer Nachteile wird im Neubau die Einrohrheizung kaum noch verwendet.
(Siehe Kapitel 3.2.2 Verteilung / Übergabe)



1.3 Förderprogramme

Die Beheizung von Gebäuden ist ein großer Faktor im deutschen Energieverbrauch. Sie birgt große Einsparpotentiale, denn jede zweite Heizungsanlage in Deutschland ist älter als 20 Jahre. Ab einem Alter von 15 Jahren gelten Heizungsanlagen als energetisch ineffizient.

Um dieses Potential durch energetische Modernisierung von Bestandsgebäuden zu heben, wurden von der Bundesregierung umfangreiche Förderprogramme zur energetischen Gebäudesanierung angestoßen.

In Förderprogrammen des Bundes zur Modernisierung und Erneuerung von Heizsystemen ist die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs zwingend erforderlich.

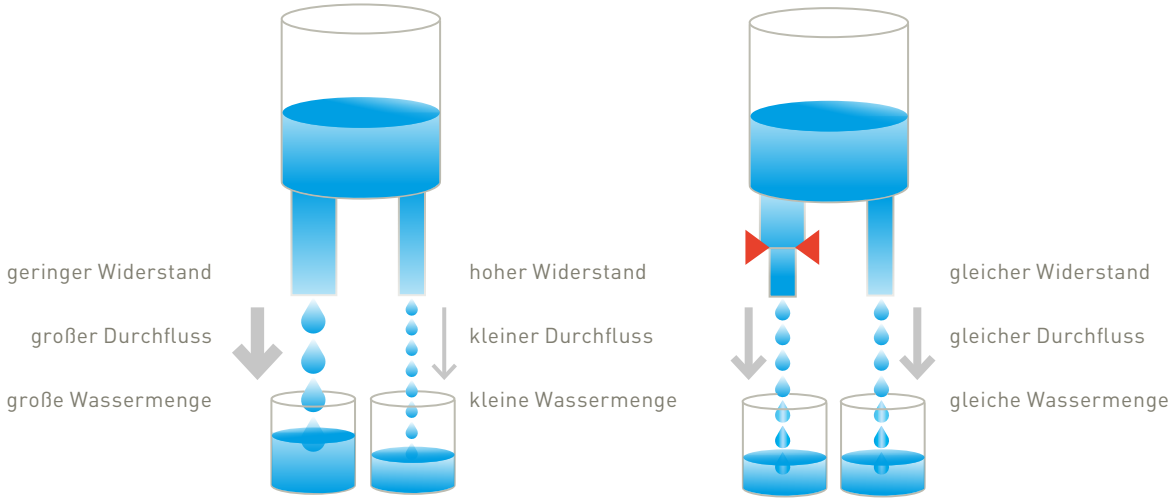
Alle aktuellen Förderkonditionen und VdZ-Formulare zur Bestätigung des hydraulischen Abgleich können auf der Website www.vdzev.de abgerufen werden. Aktuelle Informationen rund um die Förderung von Heizungsmodernisierungen findet man auf www.intelligent-heizen.info.

Handwerker bei der Förderberatung

2. Das hydraulische Prinzip

2.1 Grundlagen

Wasser sucht sich seinen Weg und folgt dem Prinzip des geringsten Widerstands. Bei Beachtung dieses Prinzips werden alle Anlagenteile zur richtigen Zeit mit den erforderlichen Durchflüssen versorgt, indem die Strömungswiderstände entsprechend angepasst werden.



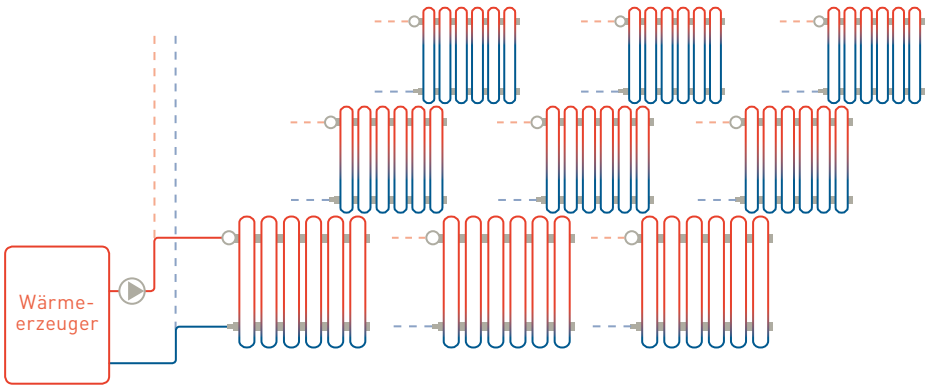
Das physikalische Prinzip

Der hydraulische Widerstand im Heizungssystem

Im Rohrleitungssystem setzt sich der Widerstand aus dem Reibungsverlust des Wassers an der Rohrwand entlang des Strömungsweges und den Einbauten (Formstücke, Armaturen, andere Komponenten) zusammen.

Deshalb werden z. B. Heizkörper im nicht abgeglichenen System, die am weitesten vom Wärmeerzeuger entfernt sind, zeitlich oft verzögert oder unzureichend mit Heizwasser versorgt.

Dieser Ungleichgewichtszustand wird besonders nach Nachtabsenkung und Abschaltung während der morgendlichen Aufheizphase deutlich, wenn die Thermostatventile oder die Regler aufgrund der abgesenkten Raumlufttemperatur weiter geöffnet sind.



Überversorgung / Unterversorgung (vereinfachte Darstellung)

2.2 Probleme durch Nichtbeachtung des hydraulischen Prinzips

Die Probleme sind vielfältig, wenn das physikalische Prinzip nicht beachtet wird. Dabei ist der Aufwand für Planung und Durchführung des hydraulischen Abgleichs oft erheblich geringer, als der Aufwand für die Behebung der sich einstellenden Probleme.

- → **Unterversorgung/Überversorgung**
  Wasser nimmt immer den Weg des geringsten Widerstandes. Dadurch werden pumpennahe Wohnungen oder Räume überversorgt, weiter entfernt liegende Verbraucher werden unterversorgt
- → **Kesselleistung des Systems reicht aus, trotzdem unzureichende Leistung**
  Durch ungünstige Betriebsbedingungen (durch fehlenden hydraulischer Abgleich) wird die erforderliche Vorlauftemperatur nicht erreicht.
- → **Unzureichende Versorgung im Nennlastbetrieb (Volllast)**
  Wenn ein hoher Gleichzeitigkeitsfaktor der Verbraucher besteht
- → **Verzögertes Wiederaufheizen**
  Nach Betriebsunterbrechung oder nach Absenkphasen
- → **Schlechte Regelbarkeit**
  Schwankende Differenzdrücke sind ungünstig für Regelarmaturen (schlechte Regelgüte)

→ **Geforderte niedrige Rücklauftemperaturen werden nicht erreicht**
Überversorgte Verbraucher erzeugen, quasi im Kurzschluss, eine zu hohe Rücklauftemperatur, dies ist nachteilig für z. B. Brennwerttechnologie und Fernwärme.

→ **Geräuschentwicklung**
Besonders im Teillastbetrieb

→ **Erhöhter Energieverbrauch**
Elektrisch (z. B. Pumpe) und thermisch

2.3 Falsche Maßnahmen

Die falschen Maßnahmen zur Lösung der Probleme und ihre Folgen

Sind Probleme entstanden, wird häufig zu den folgenden Maßnahmen gegriffen, in der Regel jedoch ohne Erfolg. Oft entstehen dadurch noch weitere Schwierigkeiten. Die wirkliche Lösung besteht darin, den hydraulischen Abgleich durchzuführen.

Beispiele falscher Problembehebung:
Um z. B. die Unterversorgung auszugleichen, wird häufig

→ die Vorlauftemperatur erhöht,

→ die Pumpe mit einer höheren Leistung betrieben oder

→ der Zeitpunkt der Wiederaufheizung (z. B. nach Nachtabsenkung) vorverlegt.

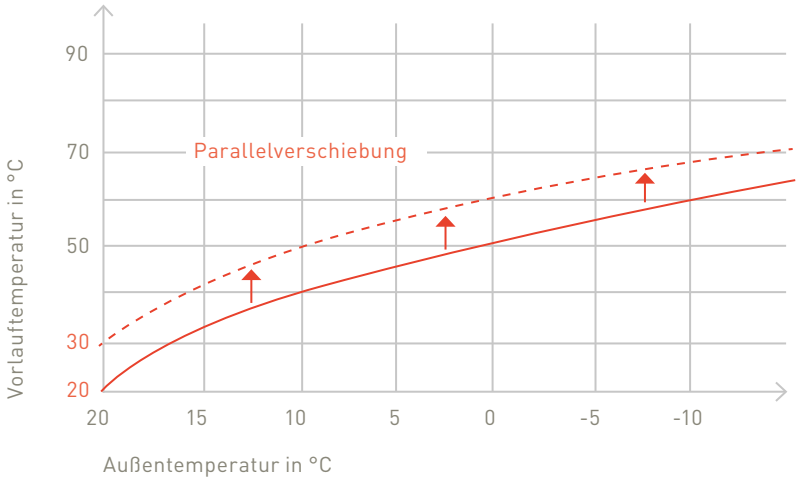
Folgen falscher Problembehebung:
Die aufgeführten Maßnahmen zur Problembehebung führen jedoch zu weiteren Problemen, wie:

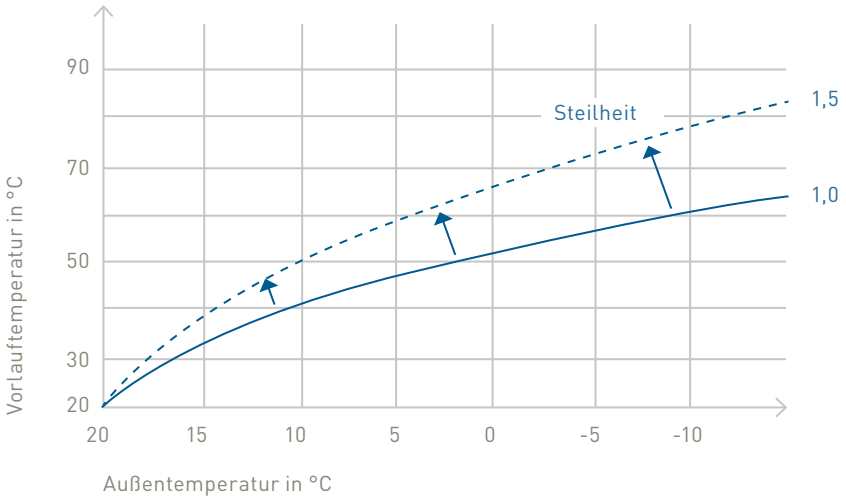
→ Verstärkte Geräuschentwicklung

→ Erhöhter Energieverbrauch

→ Weitere Reklamationen

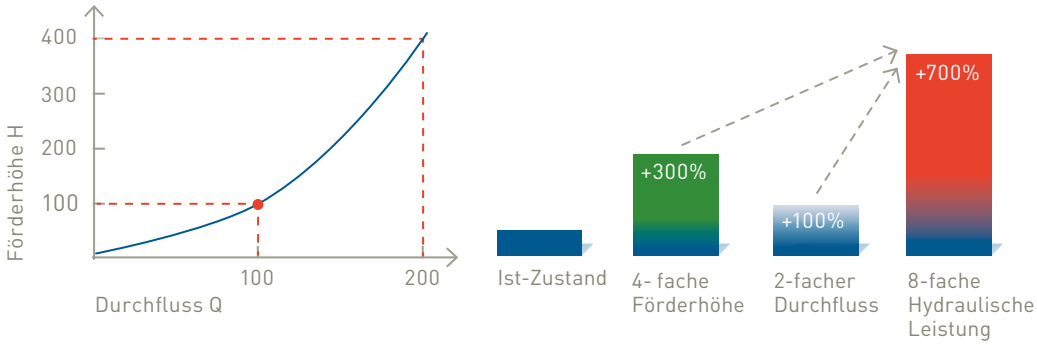
1. Erhöhung der Vorlauftemperatur führt zu erhöhtem Energieverbrauch
Der Anlagennutzungsgrad wird schlechter, z. B. bedingt durch höhere Verluste in der Verteilleitung und geringere Effizienz der Wärmeerzeugung.





Veränderung der Steilheit und / oder Parallelverschiebung der Heizkurve als Maßnahme zur Reduzierung von Unterversorgungen erhöhen Verluste

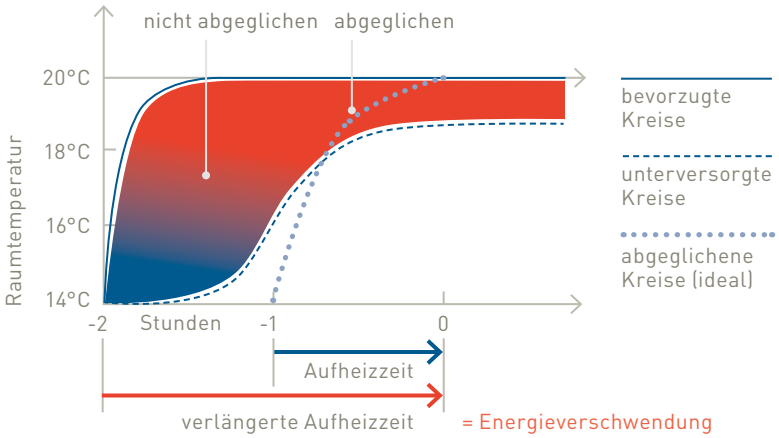
2. Steigerung der Pumpenleistung führt zu erhöhtem Energieverbrauch
Die Steigerung der Pumpenförderhöhe hat deutliche Folgen, denn die Auswirkung auf die Leistung der Pumpe erfolgt überproportional. Eine Anhebung der Pumpenförderhöhe führt direkt zu einem größeren Durchfluss. Dadurch nimmt die hydraulische Leistung der Pumpe deutlich zu und der elektrische Energieverbrauch steigt beträchtlich an.



Energieverschwendung bei Durchflusserhöhung durch Anhebung der Pumpenförderhöhe am Beispiel von 100 % Durchflusserhöhung

Im hydraulischen System gilt:
1. Die Förderhöhe (H) verändert sich quadratisch mit dem Durchfluss (Q). D. h. bei doppeltem Durchfluss ist die Förderhöhe 4-fach erhöht.

2. Die hydraulische Leistung (P_{Hyd}) verändert sich in der 3. Potenz mit Durchfluss (Q). D. h. bei doppeltem Durchfluss steigt die hydraulische Leistung mit dem Durchfluss um das 8-fache. Dies führt zu unnötigem Energieverbrauch.



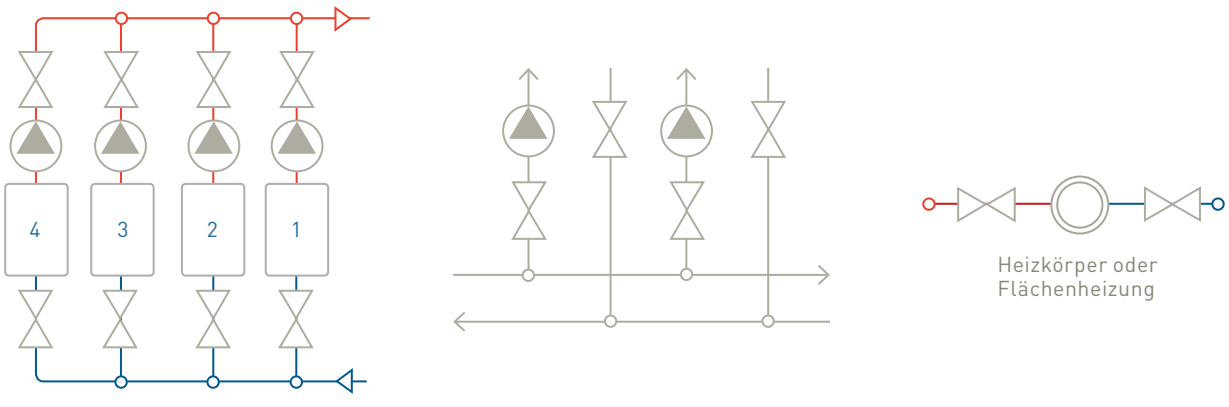
Auswirkung unterversorgter Anlagenteile auf den Aufheizzeitpunkt

3. Vorverlegung des Aufheizzeitpunktes führt zu erhöhtem Energieverbrauch
Besonders während der morgendlichen Aufheizphase zeigt sich ein hydraulisches Ungleichgewicht durch nicht zeitgleiches Aufheizen der Räume. Denn Räume bevorzugter Kreise erreichen sehr schnell ihre vorgesehene Raumtemperatur, andere Räume jedoch erst verzögert. In ungünstigen Fällen erreichen Räume nie ihre vorgesehene Solltemperatur. Um hier Abhilfe zu schaffen, wird der Zeitpunkt des Beginns der Aufheizung dem ungünstigsten Kreis angepasst und vorverlegt. Dadurch verringern sich die durch Absenkung erzielbaren Energieeinsparungen.

3. Der hydraulische Abgleich

3.1 Denken im System

Nicht nur die bestimmungsgemäße Wasserverteilung innerhalb des Netzes allein stellt einen optimalen Betrieb sicher. Damit ein System insgesamt effizient, sicher und mit hohem Komfort betrieben werden kann, sind Übergabe, Verteilung und Erzeugung gesamtheitlich zu betrachten.



Bestandteile des Heizsystems

Für eine einwandfreie hydraulische Funktion der Heizungsanlage müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- → Der Nenndurchfluss muss an allen Verbrauchern bei Volllast zur Verfügung stehen.
- → Der Differenzdruck über den Regelventilen, (z. B. Thermostatventile) darf nicht zu stark schwanken.
- → Die Ventile müssen geeignet und richtig dimensioniert sein.
- → Der Durchfluss muss an allen Systemschnittstellen (z. B. hydraulische Weiche) kompatibel sein.
- → Der statische Druck im System muss stabil sein (funktionierende Druckhaltung).
- → Das System muss frei von Luft und Schlamm sein (z. B. Wasserbeschaffenheit nach VDI 2035).

3.2 Abgleich von Anlagenabschnitten

Die Anlagenabschnitte müssen sowohl gesamtheitlich als auch jeweils für sich betrachtet werden. Nachfolgend wird die Vorgehensweise zur Durchführung des hydraulischen Abgleichs in den drei Anlagenabschnitten beschrieben:

3.2.1 Erzeugung

Hydraulische Kompatibilität

Wärmeerzeuger können bei zu geringer Durchströmung, z. B. durch zu große Spreizung zwischen Vor- und Rücklauf, ihre Leistung nicht vollständig abgeben. Bei zwei Wärmeerzeugern mit z. B. je einer eigenen Pumpe kann es vorkommen, dass bei Abschaltung des einen Wärmeerzeugers, der andere mit zu hohem Durchfluss betrieben wird. Das hat negativen Einfluss auf die Vorlauftemperatur. Die so genannte hydraulische Wechselwirkung zwischen parallel geschalteten Einheiten tritt auf, wenn diese sich einen gemeinsamen Widerstand (Heizkreis/e) teilen. Je höher dieser Widerstand, umso größer die gegenseitige Beeinflussung der Einheiten.

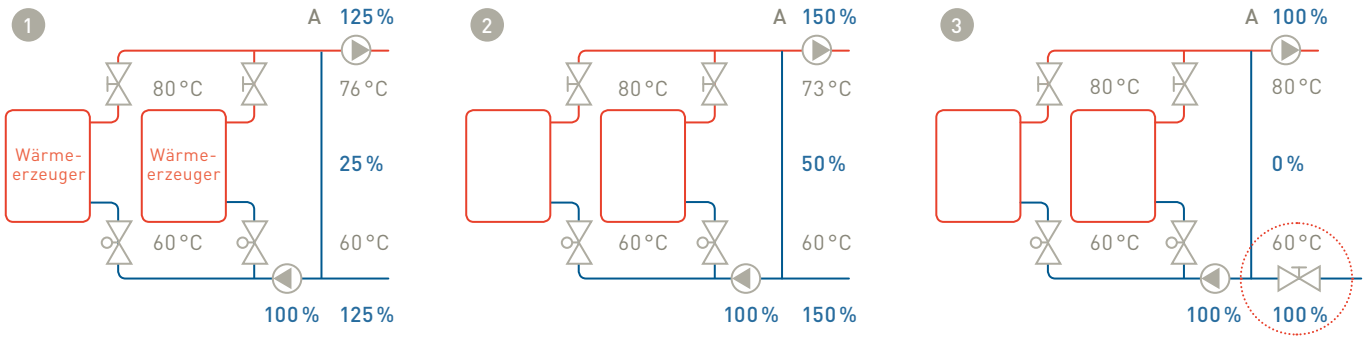
Die hydraulische Entkopplung, z. B. über eine hydraulische Weiche oder einen Pufferspeicher, hebt die Einflüsse der Heizkreise auf die Erzeugung auf.

Eine hydraulische Weiche oder ein Pufferspeicher zwischen Erzeugung und Verteilung verhindert die Wechselwirkung.

beachte

Die Kompatibilität zwischen den Durchflüssen muss gewährleistet sein.

Beispiel: Heizung mit mindestens zwei Erzeugern (z. B. Hybridheizung, große Anlagen)



Nicht kompatible Durchflüsse in Erzeugerkreis und Verteilung am Beispiel Heizung

1 **Gewünschte Vorlauftemperatur (80°C) wird nicht erreicht**

Wenn die Pumpe im Verteilerkreis überdimensioniert ist, ergibt sich dort ein größerer Durchfluss, als die Erzeugerseite liefern kann. Es entsteht ein **Mischpunkt A** zwischen Vorlauf und Rücklauf.

→ Die Vorlauftemperatur ist niedriger als berechnet.

2 **Falsche Problemlösung:**

Erhöhen des Durchflusses im Verteilungskreislauf verschlimmert das Problem. Die Inkompatibilität wird vergrößert und somit die Rücklaufbeimischung. Die Wassertemperatur wird weiter abgesenkt.

→ Anheben des Sollwerts am Wärmeerzeuger kann die Inkompatibilität kompensieren, jedoch auf Kosten eines höheren Energieverbrauchs.

3 **Lösung des Problems:**

→ Einsatz von Regulierventilen

→ Einregulieren der korrekten Durchflüsse

$V_{Nenn\ primär} = V_{Nenn\ sekundär}$

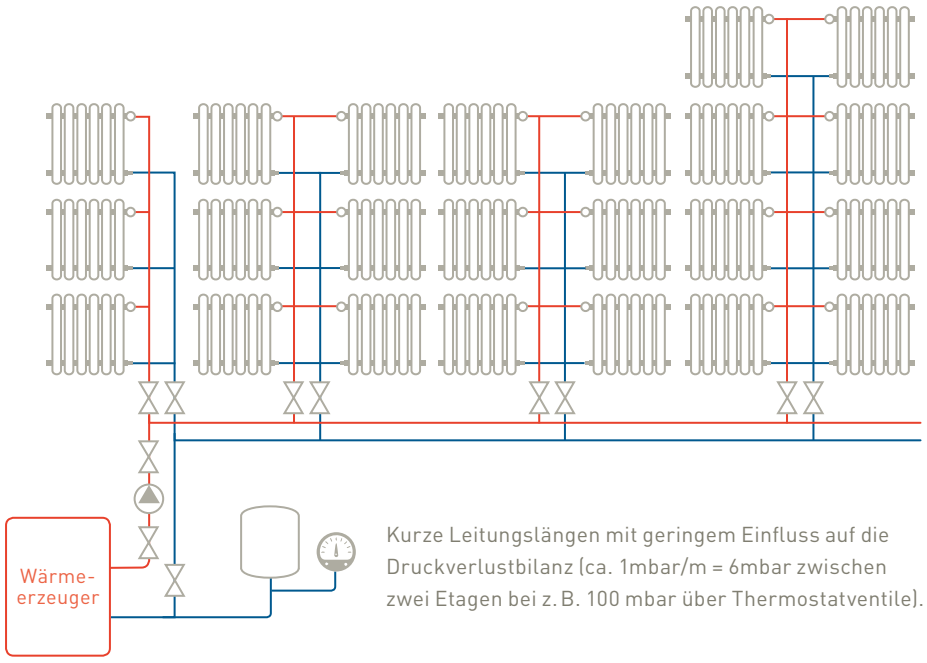
3.2.2 Verteilung / Übergabe

In der überwiegenden Mehrheit der deutschen Verteilsysteme kommt die Zweirohrheizung zum Einsatz.

Zweirohrheizung

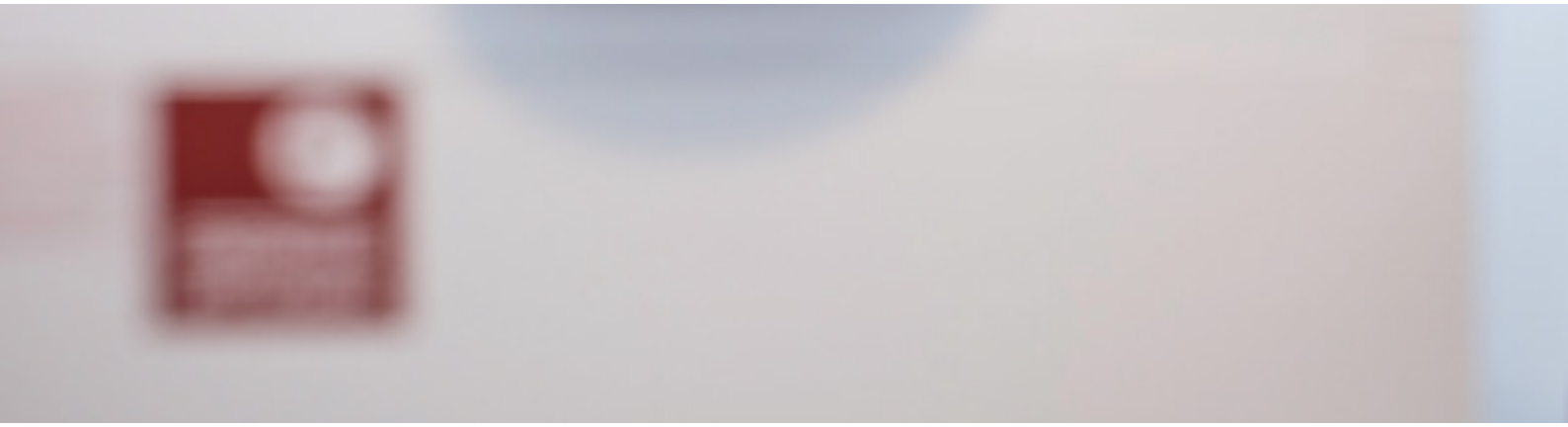
Senkrechte Verteilung Zweirohrheizung – typisch für Altbau
Bei klassischen Steigsträngen ist der Druckverlust der Rohrleitung meistens relativ gering. Je nach Systemtemperaturen kann dieser sogar durch den thermischen Umtriebsdruck kompensiert werden. Die Nutzung der Räume eines Stranges ist oft identisch, die Heizkörpergröße ist ebenfalls oft gleich. Dynamische Wechselwirkungen innerhalb des Stranges sind wegen der gleichen Nutzung eher gering ausgeprägt. Der Einfluss auf die Druckverlustbilanz ist gering.

typisch Altbau



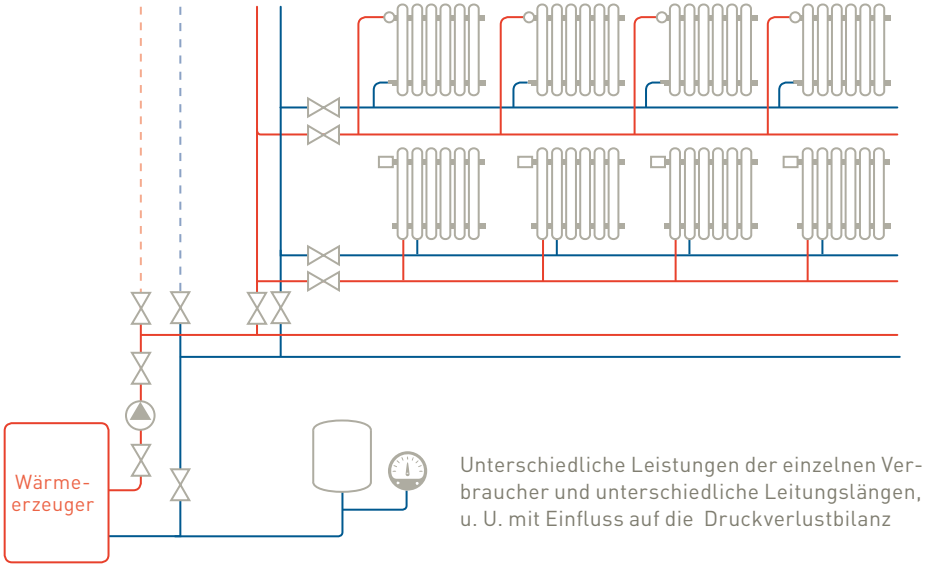
Kurze Leitungslängen mit geringem Einfluss auf die Druckverlustbilanz (ca. 1mbar/m = 6mbar zwischen zwei Etagen bei z. B. 100 mbar über Thermostatventile).

Zweirohrheizung: Typische Rohrführung in der Verteilung bei Altbauten



Waagerechte Verteilung Zweirohrheizung – typisch für Neubau
Bei waagerechter Rohrführung ist der Druckverlust der Rohrleitung relativ hoch, wegen geringerer Rohrquerschnitte und längerer Leitungen. Die Heizkörpergrößen eines Kreises können variieren. Die dynamische Wechselwirkung ist bei ungleicher Nutzung der Räume stärker ausgeprägt. Der Einfluss auf die Druckverlustbilanz ist relativ hoch und sollte beachtet werden.

typisch
Neubau



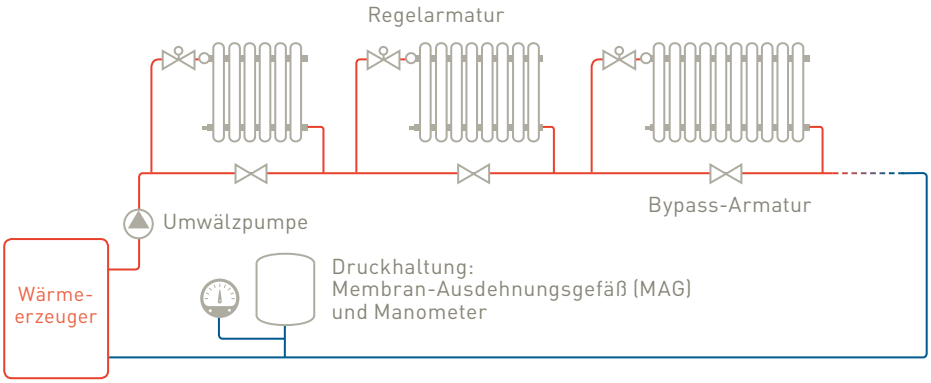
Zweirohrheizung: Typische Rohrführung in der Verteilung bei Neubauten

Einrohrheizung
Da die Unterschiede der Einrohrheizung im Vergleich zur Zweirohrheizung nur im Bereich der Übergabe bestehen, erfolgt der hydraulische Abgleich der Verteilkreise bzw. Stränge im Prinzip in gleicher Weise, d. h. beispielsweise mittels Strangregulierventilen oder druckunabhängigen Regelventilen (Volumenstrom- / Durchflussregler). Diese Form des hydraulischen Abgleichs ist besonders dann sinnvoll, wenn es mehrere Einrohrkreise gibt.

Bei einer Einrohrheizung sind die Heizkörper quasi in Reihe geschaltet, d.h. sie sind über eine Ringleitung verbunden und werden nacheinander durchströmt. Das hat zur Folge, dass in Fließrichtung des Heizwassers die Vorlauftemperatur an den Heizkörpern immer weiter abnimmt.

Im Vergleich zu einer Zweirohrheizung kann die Einrohrheizung in Bezug auf Regelfähigkeit, Effizienz und Komfort systembedingt nicht mithalten, weshalb sie im Neubau seit vielen Jahren praktisch keine Verwendung mehr findet.

In Bestandsanlagen am häufigsten anzutreffen sind Einrohrheizungen mit Armaturen, die eine Kombination aus Bypass und Heizkörperanschluss bilden. Die Bypass-Armatur kann dabei mit fixem, einstellbarem oder variablem (d. h. von der Wärmeanforderung der Heizfläche beeinflusst) Verteilverhältnis ausgestattet sein.



Schematisches Schaltbild einer Einrohrheizung mit Bypass an jedem Heizkörper (vereinfachte Darstellung)

Um dennoch die im Bestand vorhandenen Einrohrheizungen hinsichtlich ihres Betriebsverhaltens zu verbessern, werden Strangregulierventile eingesetzt, mit denen der Durchfluss im jeweiligen Einrohrkreis einreguliert werden kann. Dadurch werden zu hohe Durchflüsse vermieden.

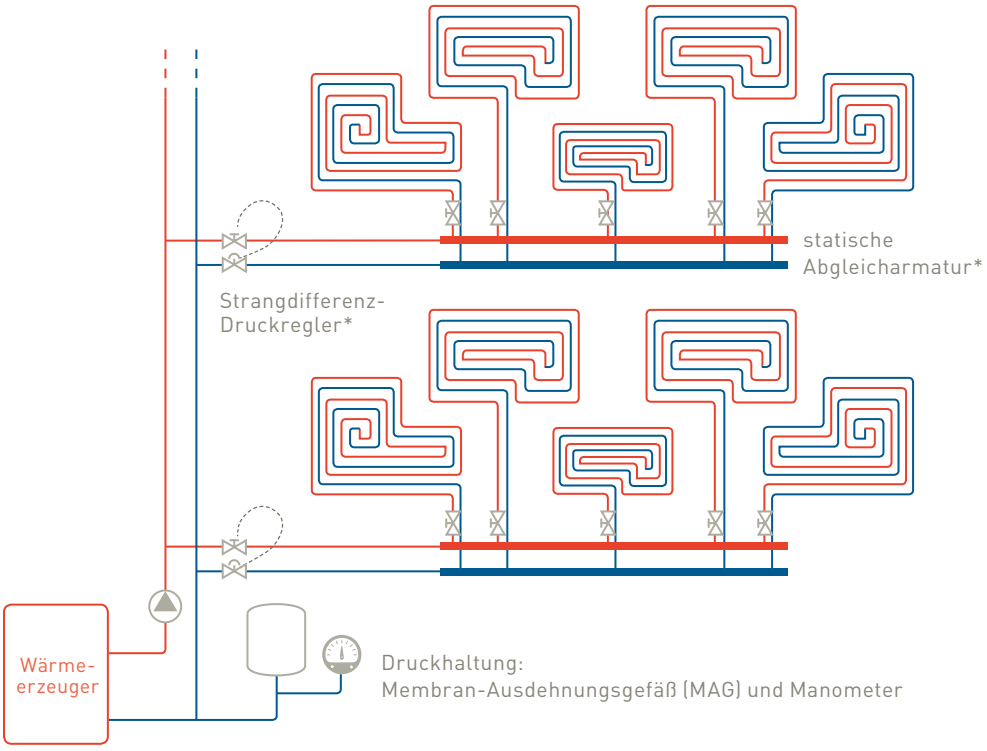
Anstelle eines Strangregulierventils kann auch ein druckunabhängiges Regelventil (Volumenstrom- / Durchflussregler) eingesetzt werden. Damit wird der eingestellte Durchfluss automatisch geregelt bzw. begrenzt. Das Regelventil kann zusätzlich mit einem Stellantrieb ausgestattet werden, womit z. B. Referenzraumregelungen oder Nachtabsenkungen realisiert werden können. Weiteres Optimierungspotenzial kann durch die sog. Rücklauftemperaturbegrenzung erreicht werden, jedoch ist an einzelnen Heizkörpern zu prüfen, ob eine Unterversorgung besteht bzw. ob diese ggf. auch akzeptiert werden kann (z. B. Schlafräume oder eine nur geringfügige Unterversorgung).

Die vorgenannten Möglichkeiten zur Durchführung eines hydraulischen Abgleichs von Einrohrheizungen gelten nicht nur für die im Bild beispielhaft dargestellte kleine Heizungsanlage, sondern können sinngemäß auch auf größere Gebäude übertragen werden, d. h. auf die jeweiligen Übergabekreise.

Die vorgenannten Möglichkeiten des hydraulischen Abgleichs von Einrohrheizungen können die Effizienz von Bestandsanlagen verbessern, insbesondere durch Verwendung dynamisch wirkender Regelarmaturen zur Durchflussregelung.

Jedoch können die systembedingten Nachteile der Einrohrheizung auch durch modernste Technik niemals vollständig kompensiert werden. Es wird daher empfohlen, bei anstehenden umfangreicheren Sanierungsmaßnahmen die Heizung auf ein Zweirohrsystem umzubauen. Dadurch können Brennstoff-Einsparungen im Bereich von 10–15 Prozent erreicht werden, was bei weiter steigenden Energiepreisen und CO_2 Abgaben (für Öl/Erdgas) zu einer spürbaren finanziellen Entlastung beiträgt.

Fußbodenheizung



*) Wenn am Verteiler keine statischen Abgleicharmaturen, sondern stattdessen Durchfluss-regler/-begrenzer eingesetzt werden, kann der Strangdifferenzdruckregler jeweils entfallen

Schaltbild einer Fußbodenheizung (vereinfachte Darstellung)

Der erste Schritt für den hydraulischen Abgleich einer Fußbodenheizung ist – genau wie bei einer Zweirohrheizung mit Heizkörpern – die raumweise Ermittlung der Heizlast. Dazu wird die DIN EN 12831 herangezogen. Falls es sich um ein älteres Bestandsgebäude handelt und die erforderlichen Daten zur Gebäudehülle nicht verfügbar sind, kann die Heizlast auch durch ein vereinfachtes Verfahren, z. B. gemäß DIN EN 12831 Beiblatt 2 anhand sog. Baualtersklassen oder nach BVF Leitfaden „Überschlägiger hydraulischer Abgleich bestehender Fußbodenheizungskreise", ermittelt werden.

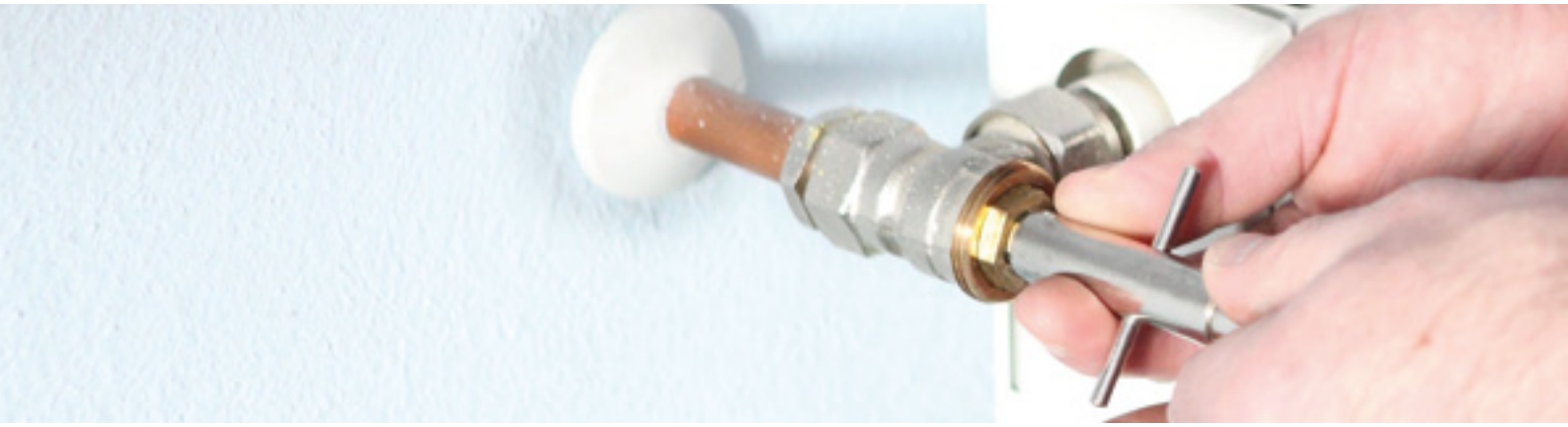
Auf Basis der raumweise ermittelten Heizlasten werden dann die entsprechenden Volumenströme ermittelt. Dazu wird eine Temperaturspreizung angenommen; typischerweise werden 8 K angesetzt bzw. 5 K für Bad/Dusche. Die ermittelten Volumenströme werden am Verteiler mittels Durchflussmengenmesser einreguliert oder besser mittels Durchflussregler / -begrenzer eingestellt, da hierbei nur eine einmalige Einstellung erforderlich ist und sich die einzelnen Heizkreise auch bei Teillast nicht gegenseitig beeinflussen.

Alternativ können die erforderlichen Volumenströme auch durch Verwendung entsprechender Software bei Kenntnis weiterer Parameter, wie z. B. des Verlegeabstands der Fußbodenheizungsrohre, des Systemaufbaus und des Fußbodenbelags, ermittelt werden. Da der Verlegeabstand in Bestandsgebäuden oftmals unbekannt ist, kann dieser mit einer Infrarotkamera oder mittels einer thermochromen Folie bestimmt werden.

Eine Druckverlustberechnung der einzelnen Heizkreise ist nur bei Verwendung von Heizkreisverteilern mit einstellbaren Abgleicharmaturen erforderlich. Auf die komplette Druckverlustberechnung kann bei Verwendung von Durchflussmengenmessern oder besser Durchflussreglern / -begrenzern am Verteiler, verzichtet werden. Es ist lediglich eine Abschätzung des Gesamtdruckverlusts einschließlich der Berücksichtigung des längsten Fußbodenheizkreises erforderlich, um die Förderhöhe der Umwälzpumpe zu bestimmen (vgl. BVF Richtlinie).

Vergleich unterschiedlicher Ausführungen von Heizkreisverteilern:

	Planung		Einstellung		Betriebsprobleme	
	Durchfluss	Δp	Mehrmaliges Einstellen (Iteratives Vorgehen)	Ermittlung Drosseleinstellungen	Bei Teillast und/ oder Heizkreisabsperrung	Bei Fremdeingriff (z.B. Förderhöhe Pumpe)
Mit einstellbaren Abgleicharmaturen	x	x		x	x	x
Mit Durchflussmengenmessern	x		x		x	x
Mit automatischer Durchflussregelung	x					



3.3 Varianten des hydraulischen Abgleichs

„Hydraulischer Abgleich ist nicht gleich hydraulischer Abgleich!“

Ein hydraulischer Abgleich kann mit unterschiedlich hohem technischen Aufwand durchgeführt werden. Die damit erreichbare Güte des hydraulischen Abgleichs unterscheidet sich dadurch. Nach aktuellem Stand der Technik haben sich hierzu die Bezeichnungen „statisch“, „dynamisch“ und „adaptiv“ etabliert. Die nachfolgenden Begriffsbeschreibungen* zeigen die funktionalen Unterschiede dieser Ausführungsvarianten auf.

3.3.1 Statischer Abgleich

Einstellen einer Abgleicheinrichtung, die im späteren Betrieb unverändert bleibt, mit dem Ziel der Vermeidung der Überschreitung des eingestellten Sollwasserstromes ausschließlich im Auslegungsfall; es erfolgt keine Reaktion auf sich ändernde Betriebsbedingungen im hydraulischen System.

3.3.2 Dynamischer Abgleich

Einstellen einer stetig wirkenden Regeleinrichtung, die im späteren Betrieb auf sich ändernde Betriebsbedingungen im hydraulischen System (z. B. Differenzdruck, Temperatur) reagiert, mit dem Ziel, eine Überschreitung des einmalig eingestellten Sollwasserstromes im Auslegungs- und Teillastfall zu vermeiden.

3.3.3 Adaptiver Abgleich

Selbsttätiges Ermitteln und fortwährendes bzw. wiederholtes Anpassen eines Sollwertes (z. B. Sollwasserstrom) einer stetig wirkenden Regeleinrichtung durch einen Algorithmus auf Basis von Messgrößen (z. B. Differenzdruck, Durchfluss, Temperatur), wobei im Betrieb auf sich ändernde Betriebsbedingungen im hydraulischen System (z. B. Differenzdruck, Temperatur) reagiert wird, mit dem Ziel, eine Überschreitung des vom Algorithmus vorgegebenen Sollwertes im Auslegungs- und Teillastfall zu vermeiden.

*) gemäß Arbeitsstand der DIN SPEC „Hydraulischer Abgleich wasserführender Anlagen der Beheizung, Kühlung und raumlufttechnischen Versorgung von Gebäuden“, Teil 1 (Stand Januar 2021)

3.3.4 Thermischer Abgleich / Temperaturbasierte Verfahren

Neben den zur Durchführung eines hydraulischen Abgleichs üblicherweise verwendeten Produkten, wie z. B. Abgleicharmaturen, Ventile, Differenzdruckregler oder Volumenstromregler/-begrenzer, werden im Markt auch noch andere technische Lösungen angeboten.

Gemeint sind hiermit Einrichtungen, die unter Berücksichtigung von gemessenen Temperaturen ebenfalls eine bedarfsgerechte Wärmeabgabe im Raum erreichen. Da deren Wirkprinzip im Wesentlichen auf Temperaturen (z. B. Vorlauf-/Rücklauftemperatur und Raumtemperatur) basiert, wird hier auch vom thermischen Abgleich bzw. von temperaturbasierten Verfahren gesprochen.

Die Anwendung dieser Systeme ist jedoch auf den Bereich der Wärmeübergabeeinrichtungen beschränkt. Eine Verwendung im Erzeuger- oder Verteilerkreis ist unüblich. Da sich die Funktionsweise von Hersteller zu Hersteller unterscheidet und dazu auch noch keine allgemein anerkannten Regeln der Technik verfügbar sind, werden der thermische Abgleich bzw. die temperaturbasierten Verfahren im Rahmen dieses Leitfadens nicht weiter betrachtet.

3.4 Komponenten und deren Auslegung / Einstellung

Hier werden die Komponenten zur Durchführung des hydraulischen Abgleichs kurz beschrieben, d. h. ihre Wirkweise, Auslegung und Einstellung.

3.4.1 Thermostatventile

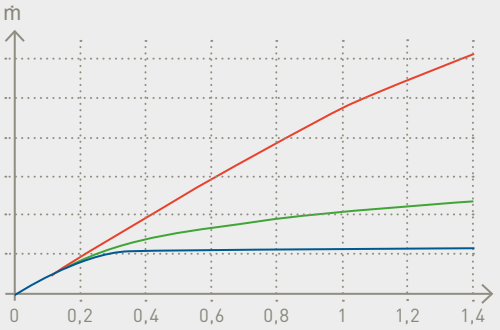
Das Thermostatventil besteht aus Thermostatkopf und Ventil, und ist, konstruktiv betrachtet, ein Proportionalregler ohne Hilfsenergie. Der Fühler vergleicht die gemessene Raumlufttemperatur mit dem Sollwert und stellt bei Abweichungen zwischen eingestellter und gemessener Temperatur über die Ventilspindel den Ventilhub und damit den Durchfluss zum Heizkörper entsprechend ein.

Thermostatventile sorgen aber auch für ein hydraulisches Gleichgewicht indem sie intern auf den jeweils erforderlichen Durchfluss eingestellt werden. Die Voreinstellung wird bestimmt von der Heizleistung des Heizkörpers und des zur Verfügung stehenden bzw. abzudrosselnden Differenzdrucks.

Neben den nicht voreinstellbaren Thermostatventilen gibt es zwei Ausführungen mit Einstellmöglichkeit. Zum einen die mit "konventioneller" Voreinstellung (statisch) und zum anderen solche mit "automatischer" Durchflussregelung. Anstelle von "automatischer" wird auch von druckunabhängiger oder dynamischer Regelung gesprochen.

Die in den beiden nachfolgenden Bildern dargestellten Kennlinien zeigen in vereinfachter Darstellung das unterschiedliche Betriebsverhalten der drei verschiedenen Ventilausführungen.

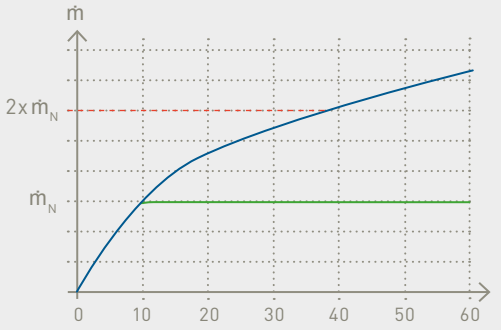
Massenstrom (ṁ) in Abhängigkeit vom Ventilhub (H) / der Raumtemperatur



Δp=konstant

- nicht voreinstellbare Thermostatventile
- Thermostatventile mit konventioneller Voreinstellung (mittlere Einstellung)
- dynamische / automatische Thermostatventile

Massenstrom (ṁ) in Abhängigkeit vom anliegenden Differenzdruck (Δp)



Ventilhub=konstant

- nicht voreinstellbare Thermostatventile und solche mit konventioneller Voreinstellung
- Thermostatventile mit automatischer Durchflussregelung/-begrenzung

Betriebsverhalten der drei Thermostatventilausführungen (vereinfachte Darstellung)

Thermostatventile mit konventioneller Voreinstellung (statisch)
Diese Ventile ermöglichen einen statischen hydraulischen Abgleich. Je nach Bauart und Hersteller erfolgt die Anpassung an den erforderlichen Durchfluss mittels Thermostaventilen mit einstellbaren Kv-Werten. Dabei kann die Einstellung am Ventil entweder in abgestuften Durchflussbereichen oder stufenlos erfolgen.

Berechnung
Die Voreinstellung erfordert Kenntnis über den jeweils vorgesehenen Durchfluss und des zur Verfügung stehenden bzw. abzudrosselnden Differenzdrucks. Der Durchfluss wird aus der vorgesehenen Leistungsabgabe des Heizkörpers und dessen vorgesehener bzw. sich einstellender Spreizung zwischen Vor- und Rücklauftemperatur ermittelt.

Der für das jeweilige Ventil bereitzustellende Differenzdruck ergibt sich zusammen mit dem vorgenannten Durchfluss z. B. aus den Herstellerunterlagen bei nicht vorgenommener Voreinstellung (also ungedrosselt). Dieser Wert ist im Rahmen der Rohrnetzberechnung bei Neuanlagen bzw. bei der Druckverlustberechnung eines vorhandenen Rohrnetzes, für den sogenannten ungünstigsten Heizkörper (Schlechtpunkt der Anlage) zu berücksichtigen, was auch im Rahmen der Auslegung der Umwälzpumpe von Bedeutung ist.

Bei den weiteren Ventilen ergibt sich der jeweilige abzudrosselnde Differenzdruck aus der Rohrnetz- bzw. Druckverlustberechnung. Bei unklaren Netzdaten in Bestandsanlagen, z. B. bei nicht einsehbaren Teilen des Rohrsystems, ist für die Druckverlustberechnung eine Ersatzunterlage mit angenommenen Rohrweiten und Längen für die unbekannten Teilstrecken zu erstellen.
Ist auch die Struktur des Rohrnetzes nicht nachvollziehbar, kann der Differenzdruck für das Thermostatventil angenommen werden (z. B. 8 - 10 kPa).

Bei Anlagen mit großer horizontaler Ausdehnung ist eine Differenzierung des Druckverlustes empfehlenswert, z. B. 15 kPa für Ventile in der Nähe der Heizzentrale, 10 kPa im mittleren Bereich und 5 kPa für Ventile an entfernt liegenden Heizkörpern. Zur Ermittlung der Voreinstellung stellen Hersteller Differenzdruck-/Durchfluss-Diagramme bei unterschiedlichen Regeldifferenzen oder Tabellen mit Einstellwerten zur Verfügung, ggf. auf Basis von Kv-Werten, oder auch Softwareprogramme.

Berechnungsbeispiel

Gesucht:	Voreinstellung
Gegeben:	Wärmestrom Heizkörper $\dot{Q}$ = 1308 W Temperaturspreizung ΔT = 15 K (65/50 °C) Differenzdruck Thermostatventil ΔpV = 10 kPa
Lösung:	Massenstrom $\dot{m} = \dot{Q} / (c \cdot \Delta T) = 1308 / (1{,}163 \cdot 15) = 75$ kg/h
Kv-Wert:	0,24; Voreinstellwert ist den Herstellerunterlagen zu entnehmen.

Thermostaventile mit automatischer Durchflussregelung/-begrenzung (dynamisch)
Diese Ventile ermöglichen einen dynamischen hydraulischen Abgleich und sind dadurch gekennzeichnet, dass der erforderliche Durchfluss an einer integrierten Durchflussregel- / -begrenzungseinrichtung eingestellt wird. Diese stellt sicher, dass der Solldurchfluss weder im Auslegungsfall noch im Teillastbetrieb überschritten wird.

Berechnung
Die Voreinstellung erfordert gegenüber Thermostatventilen mit konventioneller Voreinstellung lediglich Kenntnis über den jeweils vorgesehenen Durchfluss. Der Durchfluss wird aus der vorgesehenen Leistungsabgabe des Heizkörpers und dessen vorgesehene bzw. sich einstellende Spreizung zwischen Vor- und Rücklauftemperatur ermittelt.

Darüberhinaus ist für das Ventil nur der bereitzustellende Mindestdifferenzdruck (in der Regel 10 kPa) für den sogenannten ungünstigsten Heizkörper (Schlechtpunkt der Anlage), z. B. im Rahmen der Auslegung der Umwälzpumpe, zu berücksichtigen. Alle weiteren Ventile müssen nicht betrachtet werden, da die sich einstellenden und über dem Mindestdifferenzdruck liegenden und somit abzudrosselnden Differenzdrücke automatisch von diesen Ventilen übernommen werden. Dadurch wird sichergestellt, dass der eingestellte Durchfluss nicht überschritten wird.

Diese Systematik gilt für Neu- wie auch für Bestandsanlagen. Der Entfall der hydraulischen Betrachtung ist besonders auch in Bestandsanlagen von Bedeutung, da hier die Ermittlung der notwendigen Informationen für eine Berechnung häufig nicht vorliegen und auf Grund nicht einsehbarer Anlagenabschnitte schwer zu beschaffen sind.

Da die meisten hydraulischen Systeme überwiegend unter Teillast-Bedingungen betrieben werden, bietet der hydraulische Abgleich mit Thermostaventilen mit automatischer Durchflussregelung/-begrenzung nicht nur Vorteile in der Planung sowie in der Umsetzung und der Überprüfbarkeit, sondern auch in Bezug auf die Effizienz des Systems und den Komfort der Wärmeübergabe.

Schwankungen des anstehenden Differenzdrucks werden kompensiert, womit eine gegenseitige Beeinflussung der verschiedenen Anlagenteile auch unter Teillastbedingungen, wenn z.B. andere Verbraucher schließen, verhindert wird.

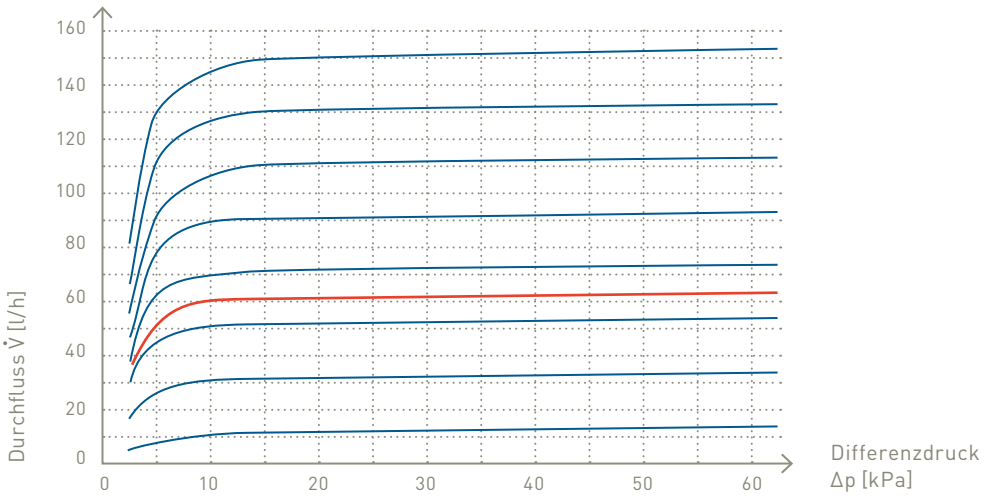
Bei Anlagenerweiterungen ist eine Neuberechnung bzw. Änderung der jeweiligen Einstellugen nicht erforderlich. Ggf. ist die Mindestförderhöhe der Umwälzpumpe neu zu ermitteln.

Berechnungsbeispiel

Gesucht: Voreinstellung

Gegeben: Wärmestrom Heizkörper $\dot{Q} = 1050$ W
Temperaturspreizung $\Delta T = 15$ K (65/50 °C)

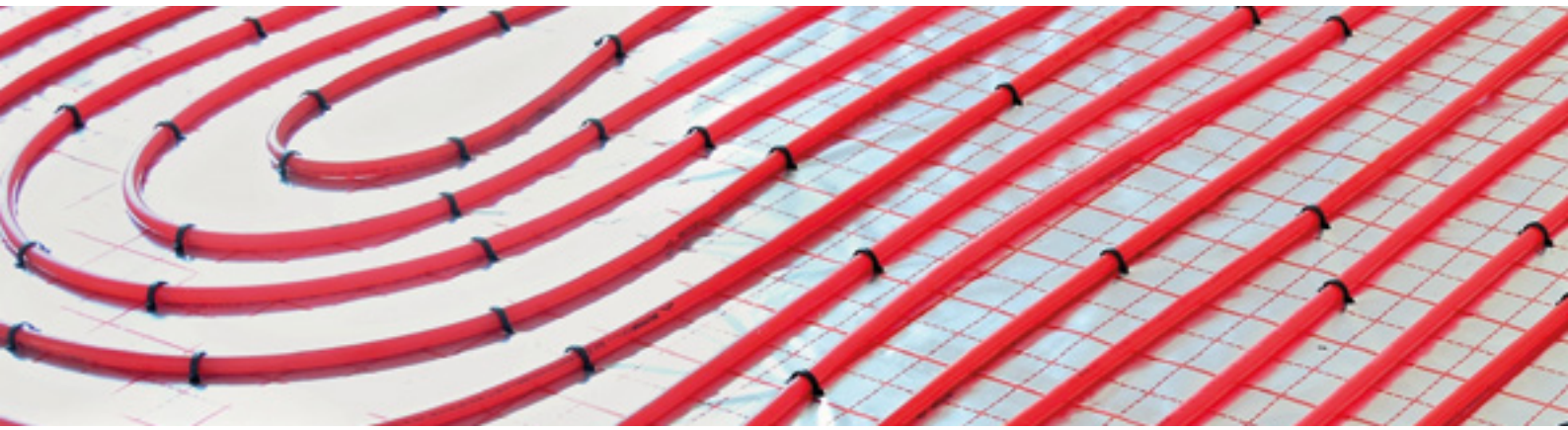
Lösung: Massenstrom $\dot{m} = \dot{Q} / (c \cdot \Delta T) = 1050 / (1{,}163 \cdot 15) = 60$ kg/h
Beispiel: Einstellwert ≈ 60 l/h



Funktion der Durchflussbegrenzung bei steigendem Differenzdruck – anhand von mehreren beispielhaft eingestellten Solldurchflüssen

Vorteile von Thermostatventilen mit automatischer Durchflussregelung/ -begrenzung

- → Keine gegenseitige hydraulische Beeinflussung bei Teillast
- → Entfall der umfänglichen Druckverlustberechnung
- → Entfall von Differenzdruckreglern, Vorteil in z. B. Mehrfamilienhäusern mit unzugänglichen Kellerräumen
- → Keine Risiken durch überschlägiges Schätzen vorhandener Netze
- → Kosteneinsparung, Vorteile bei Angebotserstellung
- → Sicherheit in der praktischen Umsetzung



Überhöhte Massenströme führen nicht nur zu einer erhöhten elektrischen Leistungsaufnahme der Pumpe, sondern immer auch zu höheren Rücklauftemperaturen.

Dadurch wird die Effizienz vieler Wärmeerzeuger verringert.

Höhere Rücklauftemperaturen verursachen auch höhere Wärmeabgabe der Rücklaufleitungen.

- → Keine Probleme bei von der Planung abweichender Ausführung
- → Automatische Anpassung bei Veränderung der hydraulischen Verhältnisse, z. B. bei späterer Erweiterung des Gebäudes bzw. der Anlage
- → Kein hydraulisches Ungleichgewicht und keine überhöhten Massenströme während der Nachtabsenkung, nach der Nachtabsenkung während der Aufheizphase, bei dezentralen Absenkungen z.B. tagsüber von Hand oder automatisch, bei Fensteröffnung, bei nicht abgesperrten Ventilen und bei zu hoch eingestelltem Raumtemperatur-Sollwert

3.4.2 Heizkreisverteiler für Fußbodenheizungen

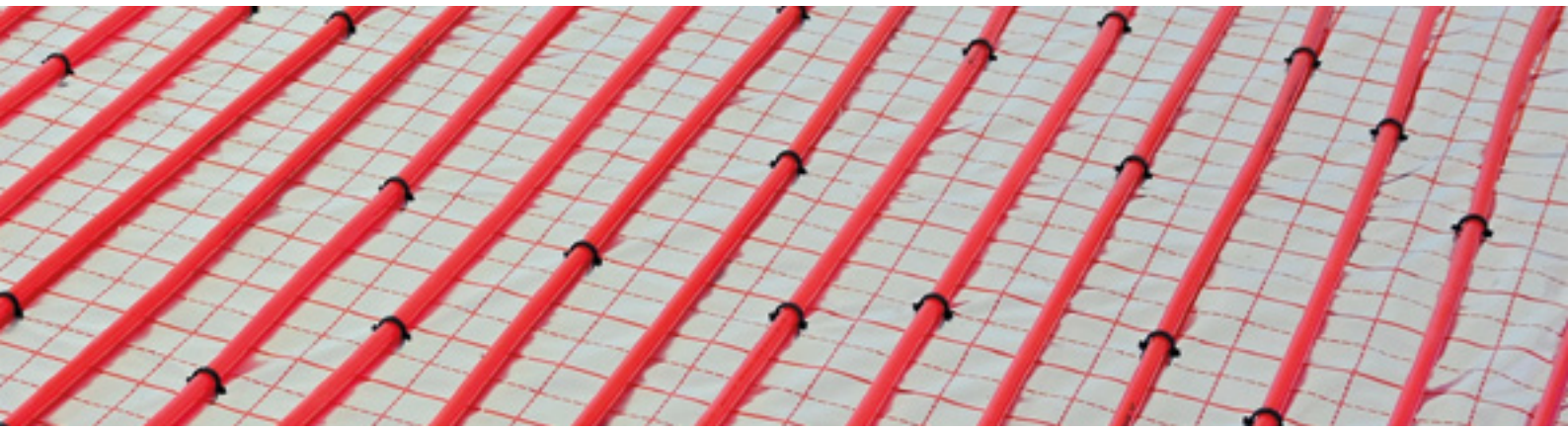
Heizkreisverteiler für Fußbodenheizungen werden unterschieden in

- → Heizkreisverteiler mit einstellbaren Abgleicharmaturen
- → Heizkreisverteiler mit Durchflussmengenmesser
- → Heizkreisverteiler mit automatischer Durchflussregelung/-begrenzung

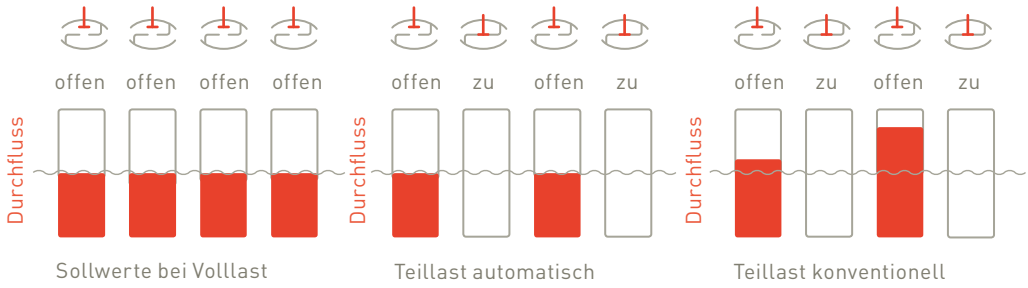
Heizkreisverteiler mit einstellbaren Abgleicharmaturen ermöglichen einen statischen hydraulischen Abgleich. Die Voreinstellung wird mittels einstellbarer Kv-Werte vorgenommen und erfordert Kenntnisse über den jeweils vorgesehenen Durchfluss und des zur Verfügung stehenden bzw. abzudrosselnden Differenzdrucks eines jeden Heizkreises.

Heizkreisverteiler mit Durchflussmengenmesser ermöglichen einen statischen hydraulischen Abgleich. Die Voreinstellung wird mittels einstellbarer Durchflussmengenmesser durch mehrmaliges Einstellen (iterativ) vorgenommen und erfordert Kenntnisse über den jeweils vorgesehenen Durchfluss. Die Einregulierung der Heizkreise kann nur erfolgen, wenn die Heizungsanlage in Betrieb ist. In Bestandsanlagen ist zu beachten, dass die Durchflussanzeiger verschmutzungsbedingt nicht mehr ablesbar sein können und somit gereinigt oder ausgetauscht werden müssen.

Heizkreisverteiler mit automatischer Durchflussregelung/-begrenzung ermöglichen einen dynamischen hydraulischen Abgleich. Die Einstellung wird mittels einstellbarer Durchflussregeleinrichtungen einmalig vorgenommen und erfordert Kenntnisse über den jeweils vorgesehenen Durchfluss. Die Einstellung der Heizkreise kann auch erfolgen, wenn die Heizungsanlage nicht in Betrieb ist.



Der eingestellte Durchfluss wird beim automatischen hydraulischen Abgleich im Betrieb kontinuierlich angepasst. Bei einem Überangebot, z. B. bei Teillast durch schließende benachbarte Heizkreise, wird der Durchfluss automatisch auf den eingestellten Wert geregelt. Korrekturen sind nicht erforderlich. Derartige Heizkreisverteiler bringen zusätzliche Energieeinsparung, denn der automatische hydraulische Abgleich wirkt ausgleichend auf das Gesamtsystem und reduziert den Energieverbrauch in den Bereichen der Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung und Wärmeübergabe.



Durchfluss bei Voll- und Teillast in Abhängigkeit vom verwendeten Heizkreisverteiler

Berechnung Heizkreisverteiler mit automatischer Durchflussregelung/ -begrenzung

Die Einstellung erfordert, gegenüber Heizkreisverteilern mit einstellbaren Abgleicharmaturen, lediglich Kenntnis über den jeweils vorgesehenen Durchfluss. Dieser Durchfluss wird aus der Heizlast bzw. der Leistungsabgabe der Fußbodenheizung und deren vorgesehene bzw. sich einstellende Spreizung zwischen Vor- und Rücklauftemperatur ermittelt.

Darüber hinaus ist für die Durchflussregeleinrichtung nur der bereitzustellende Mindestdifferenzdruck für den sogenannten ungünstigsten Heizkreis (Schlechtpunkt der Anlage), z. B. im Rahmen der Auslegung der Umwälzpumpe (siehe Kapitel 3.4.6 Umwälzpumpen), zu berücksichtigen.

Alle weiteren Heizkreise müssen nicht betrachtet werden, da die sich einstellenden und über dem Mindestdifferenzdruck liegenden und somit abzudrosselnden Differenzdrücke automatisch von den jeweiligen Durchflussregeleinrichtungen übernommen werden. Dadurch wird sichergestellt, dass der eingestellte Durchfluss in keinem Kreis überschritten wird.

Berechnungsbeispiel

Gesucht:	Einstellung
Gegeben:	Wärmestrom Fußboden $\dot{Q}$ = 1050 W Temperaturspreizung ΔT = 10 K (40/30 °C)
Lösung:	Massenstrom $\dot{m} = \dot{Q} / (c \cdot \Delta T) = 1050 / (1{,}163 \cdot 10) = 90$ kg/h Einstellwert ≈ 90 l/h

Vorteile von Heizkreisverteilern mit automatischer Durchflussregelung/ -begrenzung

- → Optimal auch für Altbau mit unbekannten Netzdaten
- → Einmalige Einstellung, keine Korrekturen
- → Der eingestellte Durchfluss wird nie überschritten, auch nicht bei Teillast
- → Kein hydraulisches Ungleichgewicht und keine überhöhten Massenströme bei unterschiedlichen Betriebssituationen
- → Fremdeingriffe in das System werden kompensiert (z. B. ungeplante Erhöhung der Pumpenleistung)
- → Komforterhöhung, optimaler Betrieb, hohe Kundenzufriedenheit

3.4.3 Strangregulierventile

Strangregulierventile eignen sich für den hydraulischen Abgleich, indem sie auf den jeweils erforderlichen Durchfluss eingestellt werden. Die Einstellung wird bestimmt von der Heizleistung bzw. dem Solldurchfluss des nachgeschalteten Anlagenabschnitts, z. B. des Strangs oder einer direkt angeschlossenen Übergabeeinrichtung und dem abzudrosselnden Differenzdruck. Dieser Differenzdruck ergibt sich aus der Differenz des anstehenden Differenzdrucks und dem für den nachgeschalteten Anlagenteil erforderlichen Differenzdruck.

Das Strangregulierventil wird dann auf eine dem Durchfluss und dem Differenzdruck zugeordnete Öffnungsposition gestellt. Diese Position wird in der Regel durch eine Hubbegrenzung gesichert und ist z. B. am Handrad ablesbar. Strangregulierventile im ungünstigsten Kreis (Schlechtpunkt der Anlage) werden nicht gedrosselt, d. h. in voller Öffnungsposition belassen. Der dann über dem Strangregulierventil bei Solldurchfluss anfallende Differenzdruck wird im Rahmen der Druckverlustberechnung, z. B. für die Berechnung der Förderhöhe der Umwälzpumpe, benötigt.

Für die Bestimmung der richtigen Ventildimensionierung und Voreinstellung stellen die Hersteller Diagramme zur Verfügung. Diese Diagramme zeigen den jeweiligen Druckverlust bei verschiedenen Einstellungen und Durchflüssen. Soll der hydraulische Abgleich nicht rechnerisch, sondern messtechnisch erfolgen, dann ist das Strangregulierventil so einzustellen, dass ein Differenzdruck von 3 kPa beim vorgesehenen Durchfluss erreicht wird.

Für die messtechnische Einstellung muss der Soll-Volumenstrom bekannt sein. Daraus ermittelt ein über Messstutzen an das Strangregulierventil angeschlossenes Messgerät den jeweiligen Einstellwert. Diese Vorgehensweise wird angewendet zur Systemdiagnose, zum Effizienznachweis, oder zur ganzheitlichen Einregulierung des kompletten Systems. Mit verschiedenen Methoden lassen sich auch komplexe Anlagen bzw. verzweigte Netze hydraulisch abgleichen.

Berechnungsbeispiel

Gesucht:	Voreinstellung
Gegeben:	Volumenstrom Strang $\dot{V}$ = 1600 l/h Dimension Strangregulierventil DN 25 Abzudrosselnder Differenzdruck Strangregulierventil ΔpSRV = 10 kPa
Lösung:	Kv-Wert 5,1; Voreinstellwert ist den Herstellerunterlagen zu entnehmen

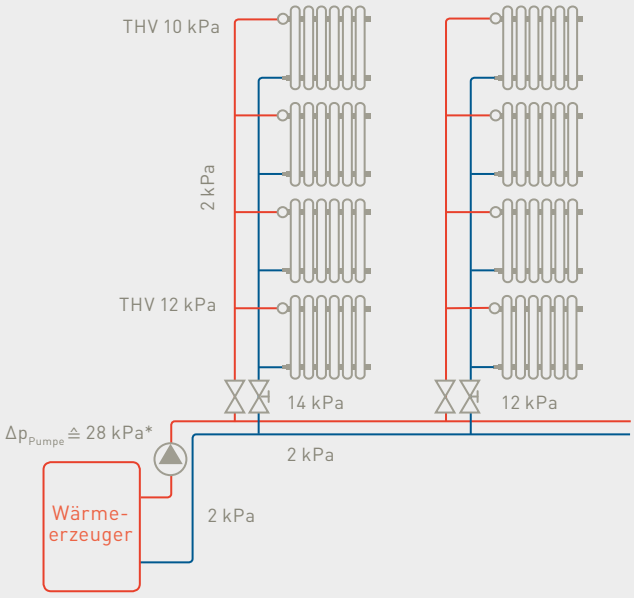
3.4.4 Differenzdruckregler

Auch wenn der hydraulische Abgleich durchgeführt wurde, kann es im Teillastbetrieb – also bei reduzierten Volumenströmen – zu Geräuschen kommen. Grund ist der deutliche Rückgang der Druckverluste in den Rohrleitungen und ggfs. in weiteren Komponenten wie z. B. Wärmemengenzähler und Strangregulierventile. Auch wenn eine geregelte Pumpe den Druck im Teillastbetrieb reduziert, kann im System ein so hoher Differenzdruck entstehen, dass an den Thermostatventilen unerwünschte Geräusche verursacht werden.

Die beim Einsatz von Strangregulierventilen bestehende Gefahr der Überschreitung der Geräuschgrenze kann vermieden werden, indem stattdessen Differenzdruckregler eingesetzt werden.

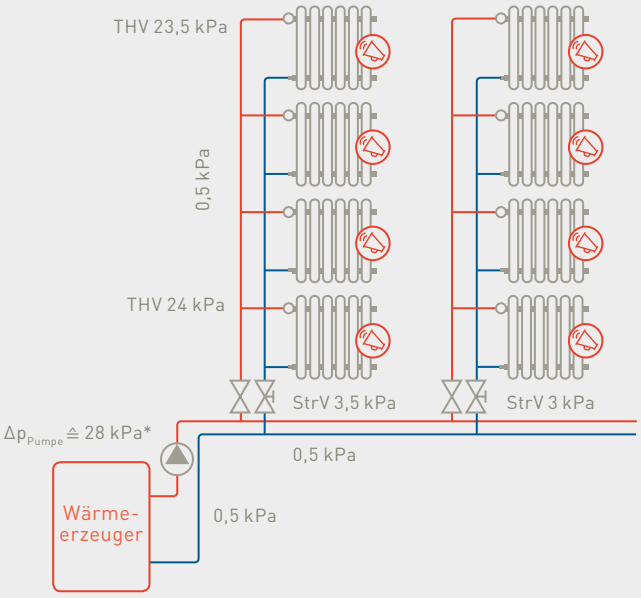
Geräuschprobleme bei Teillast - trotz hydraulischen Abgleichs

Auslegungsfall, Nennvolumenstrom



Überschüssiger Differenzdruck im ersten Strang wird vom Strangregulierventil übernommen, in diesem Beispiel 14 kPa (vereinfachte Darstellung).

Teillastbetrieb, 50 % Volumenstrom



Im Teillastbetrieb verlieren fest eingestellte Widerstände (auch Rohre) an Druckverlust. Überschüsse verschieben sich auf Thermostatventile,auch bei konstanter Förderhöhe. Dadurch Gefahr der Geräuschbildung. Die Reduzierung des Durchflusses um 50 % bewirkt am Strangregulierventil eine Reduzierung des Differenzdrucks auf 25 %!

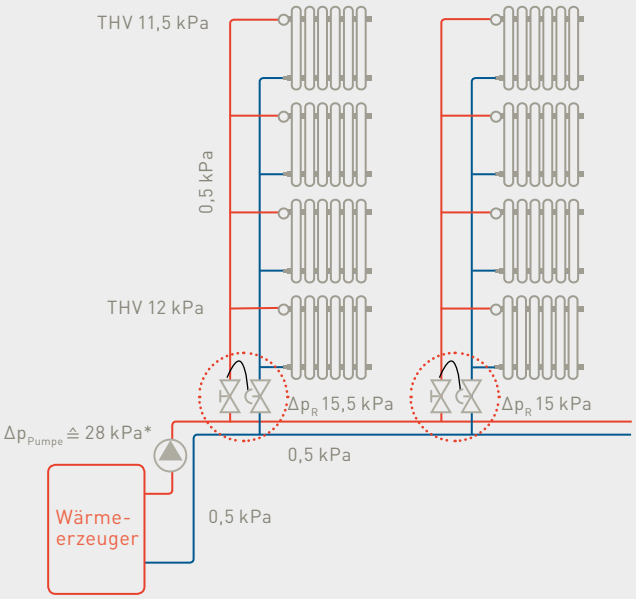
Die Lösung der Geräuschprobleme: Dynamischer Abgleich

Differenzdruckregler
Zur Vermeidung von Strömungsgeräuschen dürfen Thermostatventile nur bis zu einem max. Differenzdruck von 15 kPa betrieben werden (Betrachtung bei Teillast).

Durch den Vergleich des Differenzdrucks zwischen Stranganfang (Vorlauf) und Strangende (Rücklauf) mit einem eingestellten Sollwert wird der zur Versorgung benötigte Differenzdruck zur Verfügung gestellt. Schließen einige Thermostatventile, so entsteht ein höherer Differenzdruck zwischen Vor- und Rücklauf. Der Differenzdruckregler reagiert auf den Differenzdruckanstieg und übernimmt den Anstieg, Geräusche werden vermieden.

Differenzdruckregler übernehmen im Teillastbetrieb überschüssige Differenzdrücke und sorgen so für gleichbleibende Bedingungen für Thermostatventile.

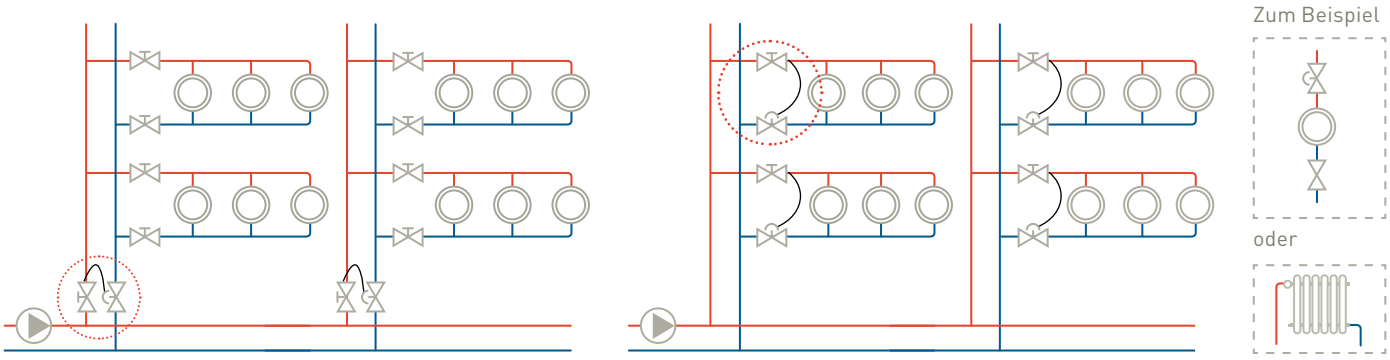
Teillastbetrieb, 50 % Volumenstrom
(vereinfachte Darstellung)



*) Werte gültig für Pumpe mit konstanter Regelkennlinie. Je nach System- oder Anlagenbedingung kann zur Energieeinsparung die Pumpe auch im Betriebsmodus (Δp-v) betrieben werden.

Wirkungsweise
Differenzdruckregler sind automatisch arbeitende Strangregulierventile. Sie werden im Rücklauf eingesetzt und sorgen für ein, unter allen Betriebsbedingungen, ideales hydraulisches Gleichgewicht. Es gibt Differenzdruckregler mit fest eingestelltem Differenzdrucksollwert und auch einstellbare Ausführungen. Der Druck im Vorlauf wird über eine Impulsleitung gemessen. Die Messung des Drucks im Rücklauf erfolgt in der Regel innerhalb der Armatur.

Differenzdruckregler können vielfältig eingesetzt werden. Die Montage vor einen Anlagenabschnitt ist dabei genauso denkbar, wie die direkte Montage vor einer Wärmeübergabeeinrichtung. Grundsätzlich gilt: Je näher an der Wärmeübergabeeinrichtung, desto besser.



Anwendungsbeispiele für Differenzdruckregler im Strang und in jedem Abgang

Auslegung / Dimensionierung
Nachfolgend wird die Dimensionierung / Auslegung des Differenzdruckreglers erklärt. Grundsätzlich ist eine Auslegung im Rahmen einer Rohrnetzberechnung mittels unterschiedlicher Softwareanwendungen zu empfehlen. Die Industrie stellt hierfür Berechnungsdaten in Form einer standardisierten Schnittstelle nach VDI Richtlinie 3805 Blatt 2 (Stand 2016) zur Verfügung. Damit können die Armaturen auf der Basis definierter Auslegungskriterien unkompliziert ausgelegt werden.

Neben der klassischen Berechnungsmethode ist auch eine vereinfachte Vorgehensweise möglich. Diese bietet sich besonders in bestehenden Systemen an, wenn keine oder nur unzureichende Informationen und Kenntnisse über das Rohrnetz vorliegen. Wichtig ist die Analyse des Verteilnetzes und die technisch sinnvolle Platzierung der automatischen Differenzdruckregler.

Klassische Berechnungsmethode

1. Berechnung des zur Versorgung des Stranges erforderlichen Differenzdrucks bzw.Einstellwertes (ungünstigster Kreis) aus

   $\Delta p = \Delta p_{Rohr} + \Delta p_{THV} + \Delta p_{Verschr} + \Delta p_{Sonstiges}$

2. Auswahl der erforderlichen Dimension des Differenzdruckreglers
3. Ermittlung der erforderlichen Pumpenförderhöhe

Beispielrechnung:

Gegeben: 1. Strang DN 20
2. Massenstrom $\dot{m}$ = 750 kg/h
3. $\Delta p_{Str.V}$ = 3 kPa (Strangregulierventil im Vorlauf)
4. $\Delta p_{Verschr}$ = 1,3 kPa (Rücklaufverschraubung Heizkörper)
5. $\Delta p_{Sonstige}$ = 0 (keine sonstigen Komponenten verbaut)

Gesucht: 1. Einstellwert Differenzdruckregler
2. Nennweite Differenzdruckregler
3. Pumpenförderhöhe

1 Berechnung des erforderlichen Einstellwertes

Druckverlust Strang: $\Delta p_{Str} = \Delta p_{THV} + \Delta p_{Verschr} + \Delta p_{Rohr} + \Delta p_{Sonstige}$

Δp_{THV} = 10 kPa (aus z. B. Diagramm)
$\Delta p_{Verschr}$ = 1,3 kPa (aus z.B. Diagramm)
Δp_{Rohr} = 3 kPa (30 m für Vor- und Rücklauf à 0,1 kPa/m)
Δp_{Str} = 10 + 1,3 + 3 = 14,3 kPa (Einstellwert Differenzdruckregler)

2 Dimensionierung des Differenzdruckreglers

Der Differenzdruckregler in der vorgegebenen Nennweite des Stranges in DN 20 ist geeignet.

Beispiele für Nennweiten DN 15 – DN 25, Einstellwert 10 – 60 kPa

	Δp = 10 kPa (Werkseinstellung)			Δp = 20 kPa			Δp = 30 kPa			Δp = 60 kPa			
DN	m_{min}	m_{nom}	m_{max}	m_{min}	m_{nom}	m_{max}	m_{min}	m_{nom}	m_{max}	m_{min}	m_{nom}	m_{max}	kg/h
15	20	320	400	30	450	630	40	550	770	55	770	1080	kg/h
20	50	700	980	70	980	1390	90	1200	1700	120	1700	2400	kg/h
25	90	1200	1740	130	1700	2460	150	2080	3010	220	2940	4260	kg/h

Vereinfachte Vorgehensweise

1. »Zerlegung« der Heizungsanlage in kleine, druckunabhängige Einheiten (Stränge, Anlagenteile). Jede Einheit wird durch den Einbau von Differenzdruckreglern, in jedem Lastfall, mit einem vorgegebenen Differenzdrucksollwert betrieben.
2. In vielen Fällen reicht eine Grundeinstellung von z. B. 10 kPa am Differenzdruckregler aus. Dabei ist zu beachten, dass die Summe aus geplantem Differenzdruck am Thermostatventil und dem Druckverlust der Rohrleitungen des betroffenen Stranges inkl. zusätzlicher Widerstände den eingestellten Sollwert nicht überschreitet. Der maximale Volumenstrom in Abhängigkeit der Nennweite ist zu beachten.
3. Die minimal notwendige Förderhöhe der Heizungsumwälzpumpe ergibt sich aus dem zusätzlichen Druckverlust der Strangarmaturen, des Wärmeerzeugers und der Verteilleitung inklusive sonstiger Einbauten.

Die vereinfachte Vorgehensweise ist in vielen Fällen hinreichend genau. Allein durch den in der Regel anzutreffenden Teillastbetrieb ergeben sich Drucküberschüsse aus dem reduzierten Druckverlust der Rohrleitungen. Die Druckverluste von Strangleitungen mit senkrechter Rohrführung sind relativ gering.

Bei waagerechter Verteilung mit sehr großen nachgeschalteten Leitungslängen kann eine höhere Einstellung des Differenzdruckreglers erforderlich sein (z. B. 15 kPa). Hier ist eine Auslegung der Thermostatventile auf unterschiedliche Differenzdrücke denkbar:

Nahe am Differenzdruckregler liegende Verbraucher ca. 15 kPa, in der Mitte ca. 10 kPa und entfernt liegende Verbraucher desselben Stranges ca. 5 kPa. Dies entspricht einer einfachen Leitungslängendifferenz zwischen dem ersten und letzten Verbraucher von ca. 50 m.

Bei geringerer horizontaler Ausdehnung verkleinert sich der erste Wert bzw. vergrößert sich der letzte Wert, z. B. 12,5, 10, 7,5 kPa, entsprechend einer einfachen Leitungslängendifferenz von 25 m (bei R = 0,1 kPa/m, inkl. Einzelwiderstände).

3.4.5 Druckunabhängige Regelventile

Diese Ventile ermöglichen einen automatischen dynamischen hydraulischen Abgleich. Im Prinzip handelt es sich um ein kombiniertes Regel- und Regulierventil, da neben der Funktion eines Regelventils auch eine Differenzdruckreglung zur Durchflussregelung/-begrenzung vorhanden ist.

Druckunabhängige Regelventile dienen dazu, Schwankungen des anstehenden Differenzdrucks zu kompensieren und dadurch den Durchfluss auf den eingestellten Wert zu regeln bzw. zu begrenzen. Somit wird eine gegenseitige Beeinflussung der verschiedenen Anlagenteile auch unter Teillastbedingungen verhindert.

Der Durchfluss wird durch einen einstellbaren Strömungsquerschnitt auf den Sollwert geregelt bzw. begrenzt. Bei steigendem Differenzdruck bewegt sich der Ventilkegel oder die Regelkartusche in Öffnungsrichtung, bei sinkendem Differenzdruck bewegt sich der Ventilkegel oder die Regelkartusche in Schließrichtung.

Druckunabhängige Regelventile ermöglichen darüber hinaus die Montage z. B. von stetigen oder 3-Punkt Stellantrieben. Bei einer Untergruppe der druckunabhängigen Regelventile, den Heizkörperthermostatventilen mit automatischer Regelung bzw. Begrenzung des einstellbaren Durchflusses, erfolgt die Regelung der Raumtemperatur typischerweise mittels Thermostatkopf (vgl. Kapitel 3.4.1 Thermostatventile). Folglich sind derartige Ventile im Bereich der Wärmeübergabe nicht nur an Heizkörpern, sondern auch bei Fußbodenheizungen, Deckensystemen für Heizen und / oder Kühlen oder an Lüftungsgeräten anzutreffen. Sie werden auch im Bereich der Verteilung oder Erzeugung eingesetzt. Ebenso in hydraulischen Schaltungen, wo sie nach und nach die klassische Mischregelung (mit Dreiwegeventil) ablösen.

Wie bei Strangregulierventilen können an druckunabhängige Regelventile auch Durchfluss- und Differenzdruckmessgeräte angeschlossen werden, mit denen z. B. eine optimale Einstellung der Pumpe möglich wird, um z. B. den Energieverbrauch zu optimieren. Außerdem können alle zur Systemdiagnose benötigten Daten bereitgestellt werden.

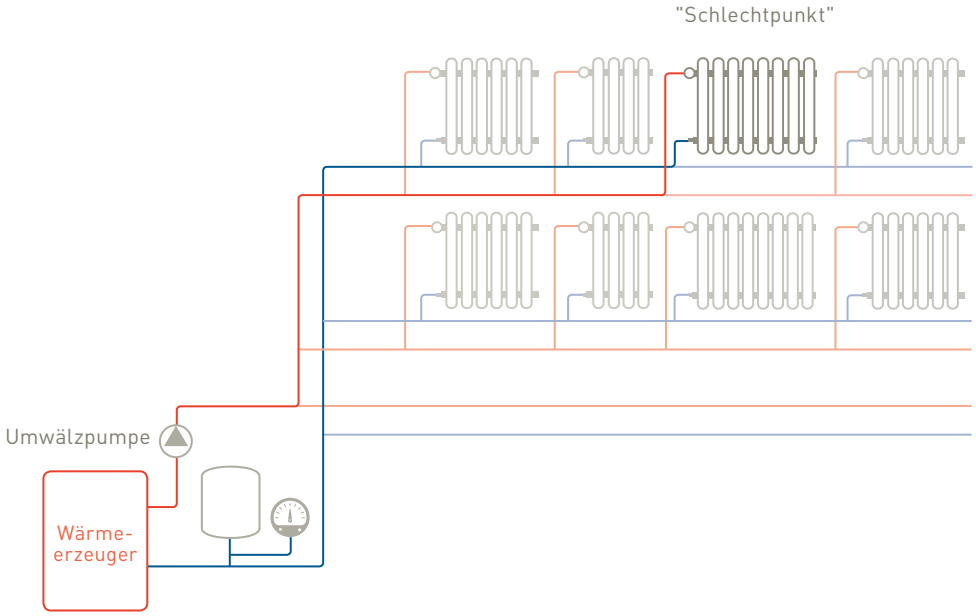
Die grundsätzlichen Vorteile der druckunabhängigen Regelventile liegen, genau wie bei Thermostatventilen mit automatischer Durchflussregelung/-begrenzung, vorrangig in der unkomplizierten Auslegung bzw. Berechnung unter Verzicht auf die sonst üblichen komplexen hydraulischen Berechnungen.

Berechnung
Bei der Dimensionierung des Ventils ist darauf zu achten, dass der benötigte Durchfluss innerhalb des empfohlenen Einstellbereichs des Ventils liegt, z. B. 1000 Liter/h bei einem Ventil mit maximal 1150 Liter/h bei DN 20.

Der anstehende bzw. abzudrosselnde Differenzdruck (z. B. 20 kPa) sollte gleich oder größer dem Mindestdifferenzdruck (z. B. 15 kPa) des druckunabhängigen Ventils sein (siehe Kapitel 3.4.6 Pumpe), (Herstellerangaben beachten).

3.4.6 Umwälzpumpe

Um das volle Optimierungspotenzial und die maximale Wirksamkeit der Maßnahme des hydraulischen Abgleichs zu erreichen, muss die Umwälzpumpe zwingend mit einbezogen werden. Deshalb ist die Ermittlung der erforderlichen Pumpenförderhöhe ein fester Bestandteil des hydraulischen Abgleichs. Entscheidend hierfür ist die Summe aller Einzeldruckverluste im ungünstigsten Fließweg, dem sog. Schlechtpunkt der Anlage (siehe Abbildung).



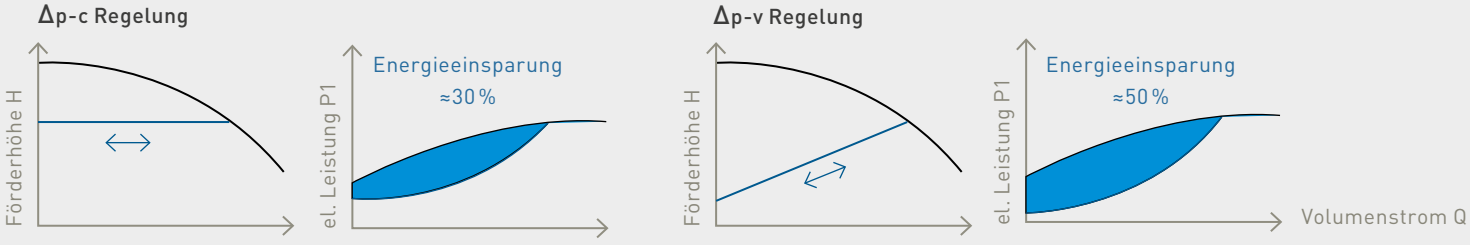
Ungünstigster Fließweg und Schlechtpunkt der Anlage (vereinfachte Darstellung)

Der Schlechtpunkt der Anlage ist dadurch gekennzeichnet, dass über dessen Fließweg die Summe der Einzeldruckverluste, bestehend aus den Druckverlusten der Rohrleitungen, des Wärmeerzeugers, der Wärmeübergabeeinrichtung, der Armaturen sowie der sonstigen Einbauten wie z. B. Rückschlagklappen und Wärmemengenzähler, maximal ist. Dieser Maximal-Druckverlust (in mbar oder kPa) über den ungünstigsten Fließweg (Schlechtpunkt der Anlage) entspricht dann der an der Umwälzpumpe einzustellenden Förderhöhe (in Meter).

Dabei gilt: 100 mbar ≙ 10 kPa ≙ 1 m

Wenn in einem Bestandsgebäude noch eine ältere Pumpe (extern bzw. „stand alone") ohne Druckregelung verbaut ist, kann eine exakte Einstellung der Förderhöhe nicht vorgenommen werden. In diesem Fall wird empfohlen, den vorhandenen Stufenschalter auf die nächst kleinere Stufe einzustellen. Auch wenn damit die geforderte Förderhöhe – und somit auch der gewünschte Soll-Volumenstrom – nicht erreicht wird, ist dies i.d.R. tolerierbar, da aufgrund der sog. Heizkörperkennlinie die Wärmeübergabeeinrichtung kaum weniger Leistung abgibt.

Zur Differenzdruckregelung von Pumpen wird im Wesentlichen unterschieden zwischen der Konstant-Druckregelung (kurz: Δp-c) und der Proportional-Druckregelung (kurz: Δp-v). Beide Regelungsarten bewirken, dass im Teillastbetrieb durch sich schließende Ventile – und somit abnehmenden Volumenstrom - der Pumpendruck nicht ansteigt. Dadurch können störende Strömungsgeräusche an den Ventilen vermieden und der Energiebedarf der Pumpen reduziert werden.



Energieeinsparung durch Einsatz von Pumpen mit Konstant-Druckregelung (Δp-c) und Pumpen mit Proportional-Druckregelung (Δp-v)

Die einzustellende Regelungsart hängt von der Betriebsweise und vom Rohrleitungsnetz ab. Mit der Δp-v-Regelung lässt sich zwar mehr Pumpenenergie einsparen, sie kann aber bei ungünstigen Anlagen- und Betriebsbedingungen zu einer Unterversorgung in Teilbereichen der Heizungsanlage führen.

Daher wird diese Regelungsart eher bei kleineren Gebäuden verwendet, während die Δp-c Regelung überwiegend bei größeren Gebäuden und weiter verzweigten Netzen, sowie bei Verwendung druckunabhängiger Ventile zum Einsatz kommt.

Besteht Unsicherheit in Bezug auf die zu wählende Pumpenregelung, so kann zunächst durchaus die Einstellung Δp-v gewählt werden. Sollte hierbei dann eine Unterversorgung von Anlagenteilen auftreten, so ist dies nicht wirklich kritisch, da die Pumpe jederzeit problemlos auf Δp-c Regelung umgestellt werden kann.

3.5 Umsetzung – Wenige Schritte zum hydraulischen Abgleich

Bei Neu- und Altanlagen kann man mit unterschiedlichen Vorgehensweisen zu einem guten Abgleich kommen, wenn die benötigten Werte mit der gegebenen Sorgfalt berechnet bzw. auf anderem Weg ermittelt werden.

Vorgehensweise zum hydraulischen Abgleich des Rohrnetzes bei Neuanlagen

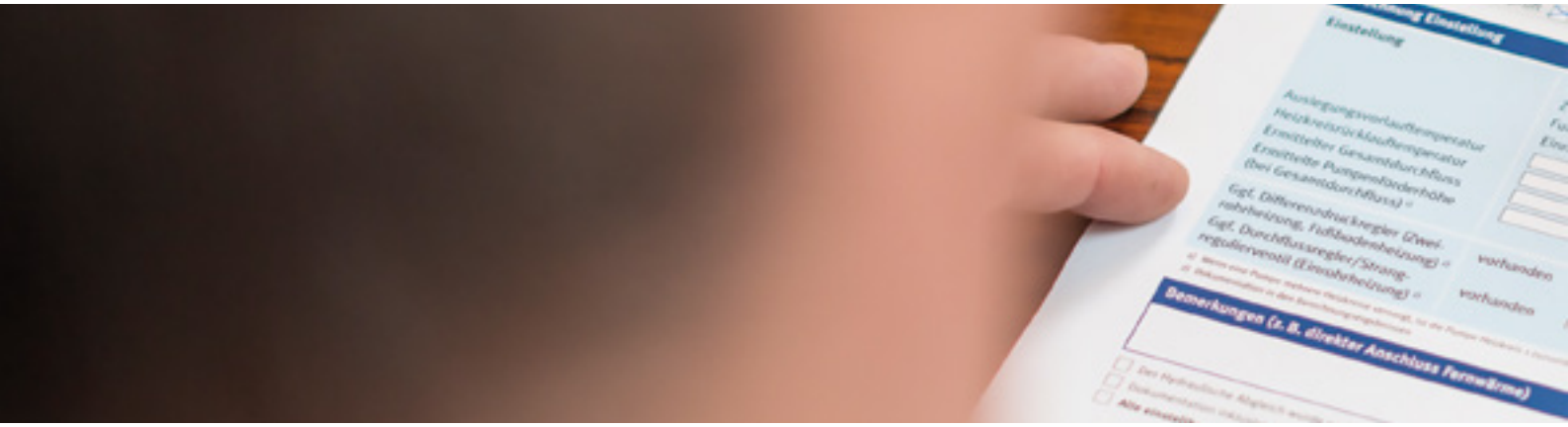
1. Berechnung der raumweisen Heizlast nach DIN-Normenreihe 12831
2. Bestimmung der Systemtemperaturen unter Berücksichtigung von Wärmeübergabeeinrichtung und Wärmeerzeuger Auslegung (Dimensionierung) der Wärmeübergabeeinrichtung (Heizkörper, Fußbodenheizung)
3. Berechnung der Soll-Volumenströme der Wärmeübergabeeinrichtungen
4. Dimensionierung des Rohrnetzes
5. Optionaler Einsatz / Einbau von Strangarmaturen (manuelle Strangregulierventile oder Differenzdruckregler)
6. Dimensionierung der Heizungsumwälzpumpe (Förderhöhe / Volumenstrom)
7. Ermittlung der Voreinstellwerte** an den Ventilen der Übergabeeinrichtung (z. B. Thermostatventil, Heizkreisverteiler) und den Strangarmaturen

Vorgehensweise zum hydraulischen Abgleich des Rohrnetzes bei Altanlagen

1. Vereinfachte Ermittlung der raumweisen Heizlast oder Berechnung nach DIN-Normenreihe 12831, wenn möglich Erfassung / Dokumentation der installierten Wärmeübergabeeinrichtungen (Heizkörper, Fußbodenheizung, ...)
2. Bestimmung der Systemtemperaturen unter Berücksichtigung von Wärmeübergabeeinrichtung und Wärmeerzeuger
3. Berechnung der Soll-Volumenströme der Wärmeübergabeeinrichtungen
4. Erfassung / Dokumentation des vorhandenen Rohrnetzes und Ermittlung der Druckverluste der Anlage bei Einsatz von statischen Abgleicharmaturen.* (Vereinfachungen sind zulässig, s. VdZ-Formulare)
5. Optionaler Einsatz / Einbau von Strangarmaturen (manuelle Strangregulierventile oder Differenzdruckregler)
6. Dimensionierung der Heizungsumwälzpumpe (Förderhöhe / Volumenstrom)
7. Ermittlung der Voreinstellwerte** an den Ventilen der Übergabeeinrichtung (z. B. Thermostatventil, Heizkreisverteiler) und den Strangarmaturen

*) Bei Verwendung von dynamischen Ventilen kann auf eine umfängliche Erfassung des vorhandenen Rohrnetzes verzichtet werden.

**) unter Beachtung spezifischer Grenzwerte, wie z.B. min. / max./ empfohlener Differenzdruck oder max. Volumenstrom



Neben einer genauen Berechnung besteht bei Altanlagen die Möglichkeit, mittels verschiedener Näherungsverfahren ein ausreichend genaues Ergebnis zu erreichen. Bei der Ermittlung der Heizlast kann z.B. auf die installierte Heizflächengröße zurückgegriffen werden, wenn die Heizlast des Gebäudes, zum Beispiel durch nachträgliche Wärmedämmung, um nicht mehr als 25 % verringert wurde. Auch eine Berechnung auf Basis der spezifischen Heizlast nach Baualtersklassen ist möglich. Hierzu hat eine VdZ-Arbeitsgruppe gemeinsam mit den Förderbanken Verfahren entwickelt, die für die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) zulässig sind:

Verfahren A
Das Verfahren A ist ein Näherungsverfahren, bei dem die relevanten Werte überschlägig ermittelt werden. Grundlage für die Einstellwerte liefern dementsprechend nur Erfahrungswerte, wobei der Wärmebedarf des jeweiligen Raumes nach dem Gebäudealter und der Raumfläche abgeschätzt wird. Dieser Vorgang wird für alle Heizkörper in einem Gebäude wiederholt.

Das Verfahren A ist im Sinne der VOB/C die werkvertraglich geschuldete Regelleistung und darf im Rahmen der Förderung nur bis maximal 500 m² Wohn- bzw. Nutzfläche je Heizkreis mit eigener Pumpe / Differenzdruckregler eingesetzt werden. Es sind die aktuellen Förderrichtlinen zu beachten.

Für weitere Informationen vergleichen Sie bitte die VdZ-Fachregel »Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand« (www.vdzev.de).

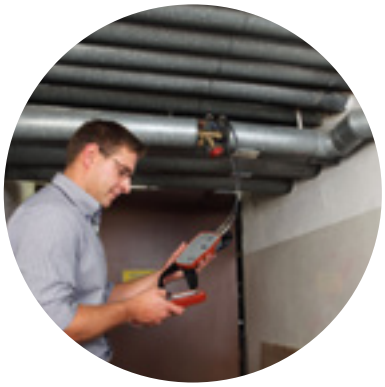
Verfahren B
Das Verfahren B basiert auf der raumweisen Heizlastberechnung in Anlehnung an die DIN EN 12831 und wird üblicherweise per Software berechnet. Anders als im Verfahren A fließen hier auch die spezifischen Eigenschaften der Heizungsanlage in die Berechnung ein. Das Verfahren B setzt eine Planungsleistung voraus. Hierdurch wird ein deutlich höherer energetischer Standard erreicht. Das Verfahren B ist als Premiumleistung ausdrücklich zu beauftragen. Nach dem aktuellen Stand ist dieses Verfahren im Rahmen der BEG-Förderungen grundsätzlich immer zulässig und empfohlen.

3.6 Systemdiagnose

Nach Inbetriebnahme von neuen Anlagen und besonders bei Bestandsanlagen ist es ratsam eine Systemdiagnose durchzuführen, um die Ursachen für Anlagenfehlfunktionen festzustellen. Trotz hydraulischen Abgleichs können Fehler auftreten. Häufig werden beispielsweise folgende Ursachen entdeckt:

→ Verstopfte Schmutzfänger, Ventile oder Verbraucher
→ Falsch montierte Verbraucher (VL RL vertauscht)
→ Beschädigte Rohre

- → Falsch montierte Rückschlagklappen und Pumpen
- → Falsch angeschlossene Verbraucher und Wärmetauscher
- → Falsch eingestellte Pumpe
- → Falsch eingestellte Heizkurve
- → Zu hohe Rücklauftemperatur
- → Mangelhafte Druckhaltung



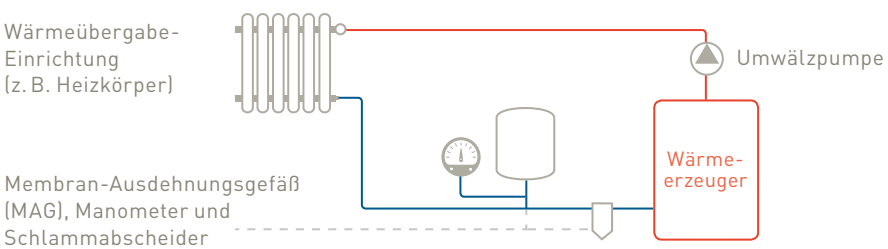
Handwerker führt Messung durch

Messinstrumente zur Problemerkennung
Durch geeignete Messinstrumente lassen sich verschiedene Fehlerursachen im System erkennen. Die Messung von Durchfluss, Temperatur, Differenzdruck und Leistung mittels geeigneter Messinstrumente in Verbindung mit kompatiblen Armaturen ermöglicht die Ortung von Störungen oder Systemfehlern.

Häufig wird dabei aber auch festgestellt, dass der Abgleich nicht oder nur unzureichend vorgenommen wurde. Derartige Instrumente ermöglichen den Nachweis per Protokoll oder die Stichprobenmessung vor Ort.

Druckhaltung und Wasserbeschaffenheit

Druckhaltung und Wasserbeschaffenheit – Eine unterschätzte Voraussetzung für die Systemfunktion
Falsche Auslegung, Einstellung und fehlende Wartung von Druckhalte- und Entgasungssystemen führen zu erheblichen Konsequenzen bis hin zu Korrosionsschäden. Denn der durch Undichtigkeiten bedingte Eintritt von Luft, z. B. Unterdruckzustände oder Füll- und Ergänzungswasser, hat vielfältige Probleme zur Folge.



Komponenten einer Heizungsanlage (vereinfachte Darstellung)

Auch der hydraulische Abgleich wird durch Luft im System negativ beeinflusst, bzw. kann gar nicht durchgeführt werden. Die richtige Auswahl, Dimensionierung, Einstellung und Installation von Komponenten für die Druckhaltung und Entgasung ist von besonderer Bedeutung. Dies gilt ebenfalls für Bestandsanlagen. Eine Überprüfung der entsprechenden Komponenten ist notwendig, ggf. sind Entgasungseinrichtungen nachzurüsten. Zudem ist die Notwendigkeit von Schlammabscheidern zu prüfen, womit eine entscheidende Grundlage für die Durchführung und Aufrechterhaltung des hydraulischen Abgleichs gegeben ist.

Weitergehende Informationen zur Wasserbeschaffenheit in Heizungsanlagen siehe: VdZ Leitfaden für Fachleute: Druckhaltung und Wasserbeschaffenheit von Heizungsanlagen

4. Weitere Möglichkeiten der Heizungsoptimierung

Um die Energieeinsparungspotentiale einer Heizungsanlage vollständig auszuschöpfen, sind weitere Optimierungsmaßnahmen notwendig. Die folgenden Maßnahmen lassen sich ideal mit der Durchführung des hydraulischen Abgleichs kombinieren und werden in vielen Fällen ebenfalls staatlich gefördert.

Austausch der Umwälzpumpe

Der Austausch der Umwälzpumpe bietet ein großes Einsparpotential. Moderne Hocheffizienzpumpen verbrauchen im Vergleich zu älteren Modellen bis zu 80 % weniger Strom. Außerdem lässt sich ihr Betrieb exakt an den Bedarf anpassen. So kann auch der Wärmeerzeuger entlastet und zusätzlich Energie eingespart werden.

Austausch der Thermostatventile

Der Tausch der Thermostatventile an den Heizkörpern hat mehrere Vorteile. Voreinstellbare Thermostatventile sind eine Voraussetzung zur Durchführung des Hydraulischen Abgleichs. Außerdem erlauben moderne Thermostatventile eine exakte Kontrolle der Raumtemperatur und können so helfen den Energieverbrauch zu senken, indem Zeitpunkt und Stärke der Heizenergiezufuhr optimal an den Bedarf angepasst werden.

Rohrleitungsdämmung

Die Dämmung der Rohrleitungen in unbeheizten Räumen hilft Verteilverluste zu minimieren und die Heizenergie effizient dort zu nutzen, wo sie gebraucht wird. Die Isolierung der Heizungsrohre kann fünf bis zehn Prozent der Heizenergie einsparen und ist dabei eine vergleichbar günstige und leicht durchzuführende Maßnahme.

Die Rohrdämmung ist außerdem gesetzlich geregelt. Laut des Gebäudeenergiegesetz (GEG) müssen Rohrleitungen für Heizung und Warmwasser sowie Armaturen in nicht beheizten Räumen wärmegedämmt werden. Dies gilt sowohl in Neubauten als auch in Bestandsgebäuden. Hausbesitzer von Ein- und Zweifamilienhäusern, die mindestens seit dem 01.02.2002 ihr Haus selbst bewohnen sind von der Nachrüstpflicht befreit.

Effizienznachweis

Zur Sicherstellung eines effizienten Betriebs kann die Durchführung bzw. Qualität unterschiedlicher Methoden des hydraulischen Abgleichs durch Messung und Dokumentation der (Real-) Durchflüsse, Differenzdrücke, und der Pumpeneinstellung(en), ggf. auch der Temperaturen und Leistungen, vorrangig in größeren Anlagen geprüft werden. Dazu zählen mindestens der Vergleich der messtechnisch ermittelten Realdurchflüsse mit den rechnerisch oder in Bestandsanlage durch Annahme bestimmten Sollgrößen, und die daraus ggf. abzuleitenden Anpassungen an Armaturen und Pumpen. Erforderlich sind geeignete Messinstrumente in Verbindung mit kompatiblen Armaturen z. B. Strangregulierventile mit Messstutzen.

Wegen des größeren Aufwandes ist der Effizienznachweis eine besondere Leistung nach VOB. Beim statischen hydraulischen Abgleich mittels Mess- bzw. manueller Drosselarmaturen liegen die Prüfergebnisse bereits vor, da die Messung der Realdurchflüsse im Zentrum dieser Methode steht. In diesen Fällen ist lediglich eine zusammenfassende Dokumentation anzufertigen. Auch beim dynamische hydraulische Abgleich ist der Prüfaufwand geringer als bei statisch hydraulisch abgeglichenen Anlagen.

Die Überprüfung sollte in den einzelnen Anlagenabschnitten wie Erzeugung, hydraulische Schaltungen, Verteilung und Übergabe erfolgen.

Vorteile Hydraulischer Abgleich

- → **Wohnkomfort:** Der hydraulische Abgleich verbessert den Wohnkomfort erheblich, da alle Wohnungen und Räume gleichmäßig beheizt und störende Strömungsgeräusche eliminiert werden.
- → **Wirtschaftlichkeit**: Durch den hydraulischen Abgleich wird Überversorgung vermieden und damit Energie eingespart.
- → **Klimaschutz**: Weniger Energieverbrauch bedeutet weniger CO_2-Emissionen.

Imageförderung für Sie als Fachhandwerker

Die für Ihre Kunden spürbaren Vorteile des hydraulischen Abgleichs hinsichtlich Wohnkomfort und Wirtschaftlichkeit haben positive Auswirkungen auf Ihr Image als Fachhandwerker: Bessere Kundenzufriedenheit – weniger Reklamationen!

Wenn das physikalische Prinzip des hydraulischen Abgleichs nicht beachtet wird, treten vielfältige Probleme auf. Die folgenden falschen Maßnahmen werden häufig zur Lösung der Probleme ergriffen. Diese sind in der Regel jedoch ohne Erfolg und haben zusätzliche Schwierigkeiten zur Folge, wie:

- → Erhöhung der Vorlauftemperatur führt zu erhöhtem Energieverbrauch
- → Steigerung der Pumpenleistung führt zu erhöhtem Energieverbrauch
- → Vorverlegung des Wiederaufheizzeitpunktes führt zu erhöhtem Energieverbrauch

Die Probleme lassen sich nur durch eine einwandfreie hydraulische Funktion der Anlage – ein Denken im System – lösen, bei dem folgende Bedingungen erfüllt sein müssen:

- → Der Nenndurchfluss muss an allen Verbrauchern bei Volllast zur Verfügung stehen.
- → Der Differenzdruck über den Regelventilen, z. B. Thermostatventile, darf nicht zu stark schwanken.
- → Die Regelgüte der Ventile muss beachtet werden.
- → Der Durchfluss muss an allen Systemschnittstellen (z. B. hydraulische Weiche) kompatibel sein.
- → Der statische Druck im System muss stabil sein.
- → Das System muss frei von Luft und Schlamm sein.

Ob Alt- oder Neubau:

In nur wenigen Schritten lässt sich der hydraulische Abgleich der Heizungsanlage überprüfen bzw. durchführen.

Weitere hilfreiche Informationen unter:

www.vdzev.de

1. Auflage Februar 2021
Herausgeber: VdZ e.V. / FÖGES GmbH
Oranienburger Straße 3 · 10178 Berlin
info@vdzev.de | www.vdzev.de

Fotos: © VdZ, © WILO SE, © Oventrop GmbH & Co. KG, © IMI Hydronic Engineering Deutschland GmbH, © Danfoss GmbH, © ZVSHK, S. 7 © pressdigital (iStock), S. 28/29 © Hamik (Shutterstock), S. 30/31 © Dmitry Kalinovsky (Shutterstock)
Layout: Anna Boddin

VdZ Spitzenverband der GEBÄUDETECHNIK

Überreicht durch: