

Inhalt:

Seite

- 1) Das Grundproblem: **Bekommt jeder Heizkörper genug Heizwasser?** * 2
 - Hydraulik in einer Wohnung mit einer Gas-Etagen-Heizung
 - Über-Ström-Ventil

- 2) **Optimale Versorgung eines Heiz-Körpers:*** 3
 - Thermostat-Ventil
 - Einstellbares Thermostat-Ventil-Unterteil
 - Rücklaufverschraubung

- 3) **Optimale Versorgung eines Heiz-Stranges:***** 6
 - Hydraulik in einem Mehr-Familien-Haus
 - Strangregulier-Ventile
 - Überström-Ventile
 - Differenzdruckgesteuerte Ventile
 - Durchfluss-Regler
 - Differenzdruckgesteuerte Ventile mit Durchflussbegrenzung

- 4) **Praxis-Tipps*** 7
 - Woran erkennt man einfach, ob ein hydraulischer Abgleich nötig ist?

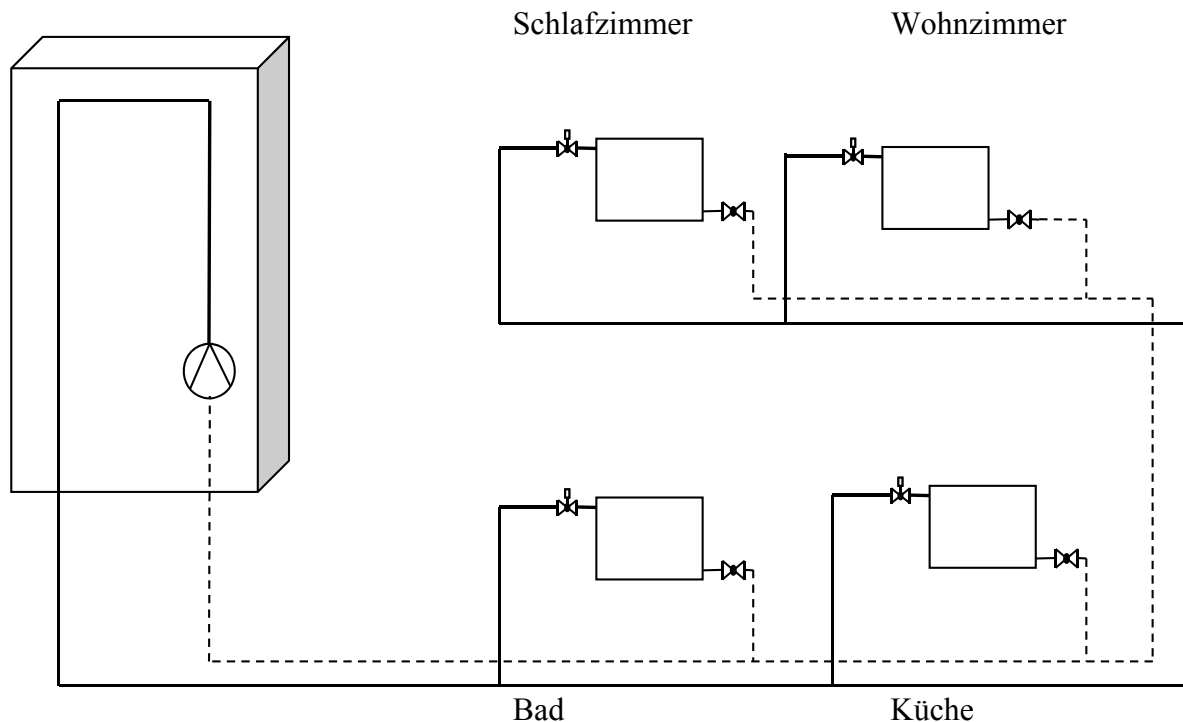
- 5) **Übungsfragen zum Text*** 8

* Basis (das muss jeder wissen)

** Fortgeschrittene (wer mehr wissen will, macht dieses auch)

*** Experten (wer alles wissen will, macht dieses auch)

1) Das Grundproblem: Bekommt jeder Heizkörper genug Heizwasser?



Eine typische Gas-Etagenheizung:

Die Gaskombitherme hängt im Bad und versorgt das Bad und die direkt daneben liegende Küche mit Warmwasser.

Die gesamte Wohnung wird durch Heizkörper mit Wärme versorgt. Die Heizkörper sind parallel angeschlossen. Damit kein Rohr den Flur kreuzt, laufen die Rohre an den Außenwänden durch die gesamte Wohnung. Dadurch ergeben sich sehr unterschiedliche Entfernungen der Heizkörper von der Therme.

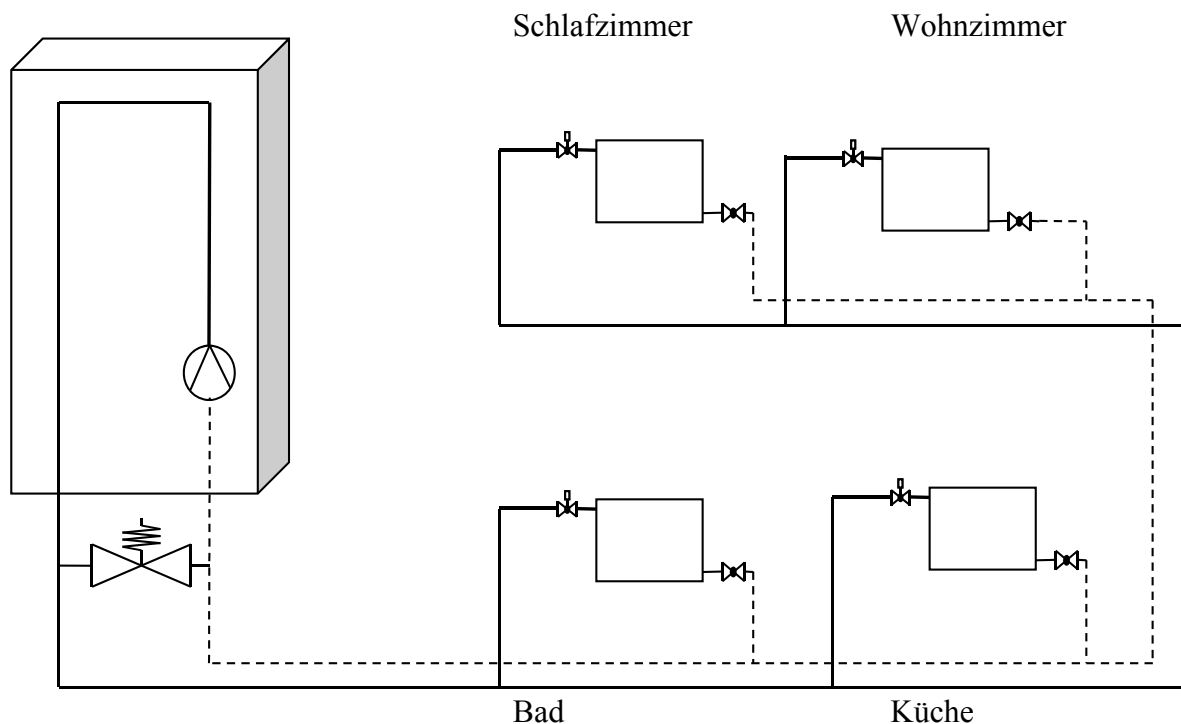
Die Pumpe ist so ausgelegt, dass sie im ungünstigsten Fall (tiefste anzunehmende Außentemperatur) alle Heizkörper mit ausreichend Wärme (Heizungswasser) versorgen kann. In so einem extremen Heizfall (in Köln: Außentemperatur -10 °C) sind alle Thermostatventile geöffnet, alle Heizkörper geben die maximale Leistung ab.

Die Pumpe erzeugt einen Förderdruck, der alle Strömungswiderstände überwindet: Thermostatventile, Rücklaufverschraubungen, Rohrleitungen mit Bögen und Abzweigungen.

Im Frühjahr oder im Herbst kommt es vor, dass nur ein einziger Heizkörper in Betrieb ist. Die Pumpe erzeugt einen Druck mit dem sie alle Strömungswiderstände im Heizkreis überwinden kann. Aber es ist nur ein einziges Thermostatventil geöffnet. Das bedeutet, dass die Pumpe jetzt mit aller Kraft versucht Wasser durch dieses eine Thermostatventil zu drücken. Sie drückt viel mehr Wasser hindurch als eigentlich vorgesehen ist. Die Strömungsgeschwindigkeit im Thermostatventil wird so groß, dass laute Strömungsgeräusche entstehen. Da die Strömungsgeschwindigkeit so hoch ist, ist das Wasser im Heizkörper auch sehr schnell ausgetauscht, das heißt er ist sehr schnell mit heißem Wasser gefüllt und heizt dementsprechend mit voller Leistung. Da wir uns ja im Frühjahr oder Herbst befinden und es draußen nur etwas zu kalt ist, ist der Raum (durch den mit voller Leistung arbeitenden Heizkörper) sehr schnell aufgeheizt. So schließt auch das einzige offene Thermostatventil mit lautem Geräusch. Die Therme schaltet ab, die Pumpe auch.

Dieses Szenario (diese Situation) wird in der Realität (Wirklichkeit) anders ablaufen:

An der Therme gibt es für das hinausströmende Heizungswasser eine Abkürzung, direkt wieder zurück in die Therme. Allerdings gibt es eine Armatur, die diese Abkürzung nur dann freigibt, wenn es sinnvoll ist. Im Normalbetrieb (fast alle Thermostatventil geöffnet) ist diese Abkürzung versperrt, der gesamte Volumenstrom wird in das Leitungssystem geleitet. Erst in Extremsituationen (zB. nur ein einziges Thermostatventil geöffnet) gibt die Armatur (Überströmventil) den Weg für die Abkürzung frei, ein Teil des Volumenstromes wird über die Abkürzung sofort wieder zurück in die Therme geführt. Dieses **Überströmventil** ist im Prinzip dasselbe wie ein Sicherheitsventil. Wenn der anliegende Druck einen Wert überschreitet (es schließen viele Thermostatventile), öffnet das Überströmventil und wenn der Druck wieder sinkt (es öffnen sich wieder einige Ventile) schließt das Überströmventil wieder.



2) Optimale Versorgung eines Heiz-Körpers:

Damit der Heizkörper im Schlafzimmer (am weitesten von der Therme entfernt) genauso viel Heizungswasser bekommt wie der Heizkörper im Bad (dieser ist der Therme am nächsten) wird folgendes unternommen:

Dem Heizungswasser wird der kürzeste Weg (zum Heizkörper im Bad) erschwert, indem man die Rücklaufverschraubung etwas schließt. Damit wird der Strömungswiderstand an diesem Heizkörper größer, es fließt weniger Heizungswasser durch den Heizkörper. Es wird ein Strömungswiderstand in Reihe zum Heizkörper geschaffen.

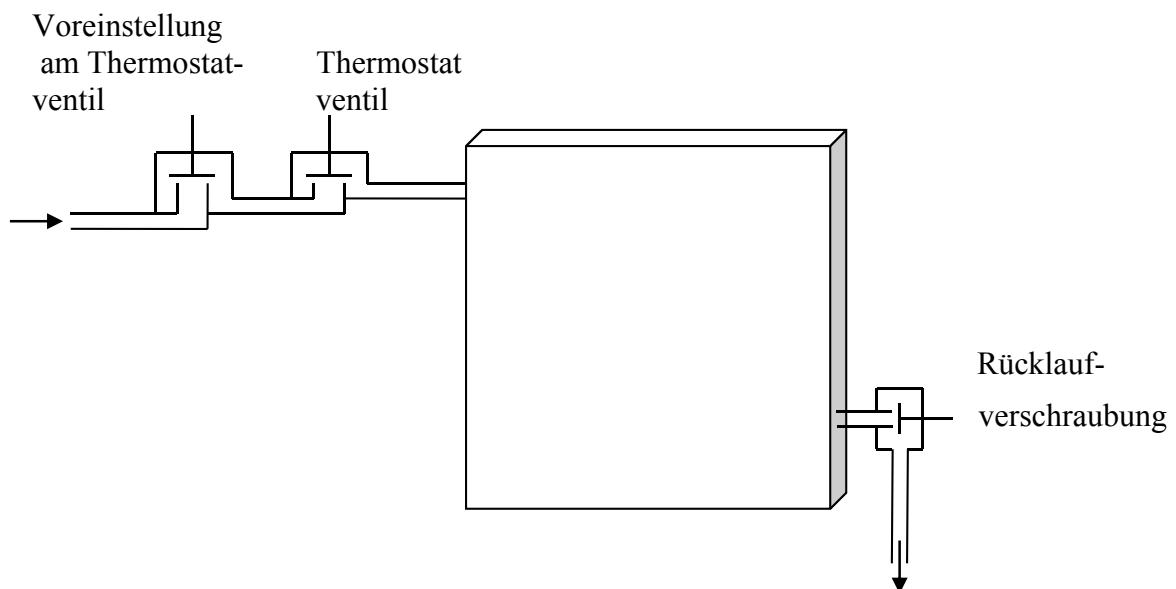
Man kann auch den Strömungswiderstand im Thermostatventil erhöhen. Damit wird auch ein zusätzlicher Strömungswiderstand in Reihe zum Heizkörper geschaffen. Diesen Widerstand im Thermostatventil kann man nur dann erhöhen, wenn das Thermostatventil einstellbar ist. Es gibt voreinstellbare Thermostatventile (moderne) und solche, die man nicht voreinstellen kann (altmodische). An einem voreinstellbaren Thermostatventil kann man den Volumenstrom begrenzen,

das bedeutet, dass man den Volumenstrom welcher bei voll geöffnetem Thermostatventil fließt mit einem kleinen vorgeschalteten Ventil verringern kann.

Nachdem der Volumenstrom durch den Heizkörper im Bad verringert worden ist, wird als nächstes der Volumenstrom durch den Heizkörper in der Küche verringert, aber hier etwas weniger, da dieser Heizkörper etwas weiter weg ist von der Therme.

Danach wird dann der Volumenstrom durch den Heizkörper im Wohnzimmer verringert, der Heizkörper im Schlafzimmer erhält den kleinsten zusätzlichen Strömungswiderstand. Der Weg zum Schlafzimmer ist der weiteste, um hierher zu gelangen muss das Heizungswasser den weitesten Weg überwinden, deshalb wird hier der kleinste zusätzlicher Widerstand geschaffen.

Wenn es noch einen Raum gebe, der noch weiter von der Therme entfernt wäre als das Schlafzimmer, dann müsste der Heizkörper im Schlafzimmer einen größeren zusätzlichen Strömungswiderstand erhalten. Nur der letzte (der am weitesten entfernteste) erhält den kleinsten zusätzlichen Widerstand.



Optimale Versorgung eines Heizkörpers:

(unabhängig von der Temperatur)

- Optimaler **Volumenstrom** -> **Drosselung** durch Voreinstellung am Thermostatventil
(falls möglich), sonst an der Rücklaufverschraubung (immer möglich)
- Optimale **Vorlauftemperatur** -> **Witterungsgeführte Vorlauf-Temperatur-Regelung** *

* Auch für die Hydraulik ist die optimale Vorlauftemperatur wichtig: Nur wenn die Leistungsanpassung der Heizkörper lastabhängig (außentemperaturabhängig) durch Anpassung (Erhöhung oder Verringerung) der Vorlauftemperatur gewährleistet ist, ist auch eine gleichmäßig arbeitende Hydraulik möglich.

Wenn es draußen kälter wird, muss die Vorlauftemperatur erhöht werden, damit der Volumenstrom genauso groß bleiben kann wie vorher. Umgekehrt auch:

Wenn es draußen wärmer wird, muss die Vorlauftemperatur niedriger werden, damit der Volumenstrom genauso groß bleiben kann wie vorher.

Das Ziel des hydraulischen Abgleiches ist es auch, annähernd gleiche Strömungsverhältnisse bei verschiedenen Betriebszuständen zu erhalten.

Um mögliche Einwände vorweg zu nehmen:

Mit einer modernen Therme die gleitend geregelt ist und selbstverständlich eine differenzdruckgesteuerte Umwälzpumpe besitzt sind diese Probleme weitestgehend verschwunden. Die moderne Therme passt ihre Vorlauftemperatur den äußeren Witterungsverhältnissen an, ebenfalls passt sie ihre Heizleistung der abgeforderten Leistung (durch die Heizkörper) an, das heißt sie kann ihre Heizleistung (fast) beliebig verkleinern. Die moderne Therme arbeitet auch mit kleinsten Volumenströmen, allenfalls große Volumenströme machen Probleme, die kommen aber in diesem Beispiel (Etagenheizung) nicht vor.

Niedrige Rücklauftemperaturen machen der modernen (Brennwert-, oder Niedertemperatur-) Therme ebenfalls keine Probleme, ganz im Gegenteil, diese steigern den Wirkungsgrad. Des weiteren passt sich die differenzdruckgesteuerte Umwälzpumpe den Druckverhältnissen im Heizkreis an, das bedeutet, wenn ein Thermostatventil nach dem anderen schließt, verringert die Pumpe im selben Maß ihre Pumpleistung, und andersherum öffnet sie im selben Maß.

Die differenzdruckgesteuerte Umwälzpumpe macht das Überströmventil überflüssig!

Aber der hydraulische Abgleich an den Heizkörpern muss trotzdem erfolgen, da die gleichmäßige Verteilung des Heizwassers zu allen Heizkörpern nur durch geschickt eingesetzte Strömungswiderstände im Leitungssystem erfolgen kann.

Im Einfamilienhaus sind die Verhältnisse ähnlich: Im Keller hängt die Umlaufwassertherme und versorgt das ganze Haus mit Wärme. Die Warmwasserbereitung findet in einem Warmwasserspeicher statt. Es gibt 3 oder 4 Heizkörper mehr als in einer Wohnung, aber außer der Warmwasserbereitung mit dem Speicher sind die Verhältnisse ähnlich. Eine Ausnahme wäre eine Fußbodenheizung im Haus. Dann müsste für die Fußbodenheizung eine wesentlich niedrigere Vorlauftemperatur (ca. 30 °C bis 40 °C) zur Verfügung gestellt werden. Hier wäre ein 3-Wegemischer nötig, natürlich als Temperaturregelung (Mischregelung).

Zurück in die Vergangenheit:

Der alte Standartkessel ist aus einfachem Stahl gefertigt und daher sehr empfindlich gegen Korrosion. Der Rücklauf muss beim Standartkessel immer so warm sein ($>50\text{ °C}$), dass es auf keinen Fall zum Kondensieren der Abgase im Kessel kommt. Wenn die Abgase kondensieren, entsteht eine Säure die den Kessel sofort angreift und innerhalb kürzester Zeit zerstört. Bei einem Standartkessel muss deswegen immer zum Rücklauf Vorlaufwasser beigemischt werden um die Temperatur des Rücklaufs anzuheben (Rücklaufanhebung). Deshalb haben solche Heizungsanlagen immer eine Rücklaufanhebung mit 3- oder 4-Wegemischer.

3) Optimale Versorgung eines Heiz-Stranges:

In Mehrfamilienhäusern gibt es einen anderen Grund 3-Wegemischer einzubauen. An einem Steigestrang (Heizung) sind sehr viel mehr Heizkörper angeschlossen als im Einfamilienhaus. Hier kann man Energie sparen und die Hydraulik verbessern, wenn man die einzelnen Steigestränge mit verschiedenen Temperaturen fährt. Die Heizkörper der Räume an der Nordseite eines Mehrfamilienhauses bekommen eine höhere Vorlauftemperatur als die Heizkörper an der Südseite. Bei einem Einfamilienhaus würde sich so etwas nicht lohnen, aber in einem Mehrfamilienhaus mit zB. 50 Wohnungen lohnt es sich.

Die Volumenströme in einem Mehrfamilienhaus können so unterschiedlich sein, dass es sich hier auch „lohnt“ die Drücke in den einzelnen Steigesträngen zu regeln. Wenn in einem Strang mit 20 Heizkörpern an 15 Heizkörpern die Thermostatventile schließen, baut sich ein so hoher Druck auf, dass es einerseits zu Fließgeräuschen kommt (besonders in den noch offenen Thermostatventilen) und andererseits wirkt dieser hohe Druck auch in die anderen Steigestränge hinein. Die Leistung der Pumpen ist ja so ausgelegt, dass bei den tiefsten anzunehmenden Außentemperaturen (alle Thermostatventile sind geöffnet) jeder einzelne Heizkörper noch ausreichend Leistung (genug warmes Wasser) bekommt. Besonders in Übergangszeiten (Frühjahr und Herbst) kann es sein, dass nur 5 bis 10 % dieser Leistung abgefordert wird. Damit steht über 90 % Pumpenleistung zu viel zur Verfügung. In solchen Situationen sucht sich der Druck dann alle möglichen Wege um irgendwo hin ausweichen zu können. Deshalb geht man auf „Nummer sicher“ und „sichert“ jeden Strang einzeln gegen solche gegenseitigen Beeinflussungen ab. Man baut zB. Strangregulierventile ein, das ist die preiswerteste Lösung, teurer (und wirksamer) sind Differenzdruckventile mit fest eingestelltem Wert (Überströmventile), und noch wirksamer sind differenzdruckgeregelter Ventile.

Armaturen zur Konstanthaltung des Versorgungsdruckes eines Stranges.

Diese Armaturen sorgen dafür, dass nur so viel Heizwasser in den Strang gedrückt wird, wie dort auch gebraucht wird. Dass zu viel hineingedrückt wird „merken“ gute Armaturen am zu hohen Druck oder an der Durchflussmenge.

Strangregulier-Ventile sind Durchgangsventile die auf einen festen Wert einstellbar sind. Sie „merken“ nichts. Sie werden auf einen bestimmten Betriebszustand (Volllast, Normheizlast) fest eingestellt und sind somit nur bei Volllast optimal wirksam, bei Teillast sind sie wenig wirksam. Das System (die Heizungsanlage ist damit nur im Volllastbereich (Außentemperatur -10°C (Köln)) hydraulisch abgeglichen. Wenn an allen Heizkörpern der Volumenstrom durch voreinstellbare Thermostatventile oder an der Rücklaufverschraubung eingestellt ist, sind Strangregulier-Ventile überflüssig.

Überström-Ventile sind im Prinzip Sicherheitsventile, sie sind bei niedrigem Druck geschlossen und öffnen bei höherem Druck langsam. Diese Ventile „merken“ wenn der Druck zu hoch wird. Sie erzeugen bei zu hohem Druck einen teilweisen Kurzschluss, ein Teil des Vorlauf-Volumenstromes wird hinter der Pumpe über einen Kurzschluss (Verbindung zwischen Vor- und Rücklauf, Bypass) gleich wieder in den Rücklauf geleitet. In dem Überströmventil wird der zu hohe Druck der Pumpe abgebaut, das heißt in Wärme umgewandelt. Hier wird die Druckenergie die mit elektrischem Strom (elektrische Pumpe) erzeugt wurde in Wärme umgewandelt. Es wird mit elektrischem Strom geheizt. Das ist die teuerste Art zu heizen und bedeutet in diesem Fall einfach „**Energieverschwendung**“!

Differenzdruckgesteuerte Ventile sind regelbare Durchgangsventile. Diese Ventile „merken“ wenn der Druck zu hoch wird. Sie ändern automatisch ihren Strömungswiderstand (sie drehen automatisch zu oder auf). Sie erzeugen in jedem Betriebszustand den optimalen Druck. Sie erfassen (messen) den Differenzdruck zwischen Vor- und Rücklauf. Deshalb brauchen sie jeweils eine Messstelle im Vor- und im Rücklauf. Das Ventil sitzt im Vorlauf (mit integrierter Messstelle), im Rücklauf reicht ein Messtutzen.

Es wird ganz wenig Druckenergie in Wärme umgewandelt (ganz wenig mit elektrischem Strom geheizt).

Der „überschüssige“ Druck wird nicht direkt in Wärme umgewandelt wird, sondern er wird in den Heizungsverteiler weiter gleitet und kann dort noch für die Versorgung der anderen Stränge benutzt werden.

Falls der Druck dort auch nicht gebraucht wird, besteht noch die Möglichkeit, dass die Versorgungspumpe differenzdruckgesteuert ist und die Überversorgung bemerkt und die Pumpleistung verringert. Mit „Druck“ ist hier immer der Pumpen- oder Versorgungsdruck eines einzelnen Stranges gemeint.

Durchfluss-Regler sind Durchgangsventile die „merken“, wie viel Wasser hindurchfließt. Wenn eine bestimmte Menge erreicht ist, begrenzen sie den Durchfluss auf den eingestellten Wert, unabhängig von den Druckverhältnissen. Es sind eigentlich ebenfalls differenzdruckgesteuerte Ventile. Die Druckdifferenz wird vor und nach dem Ventil erfasst (gemessen, alles in einer Armatur integriert). Aus dem Differenzdruck und dem bekannten Verhältnis von Differenzdruck und Volumenstrom, wird der Differenzdruck so geregelt, dass der (eingestellte) Volumenstrom konstant bleibt. Diese Durchfluss-Regler werden oft vor Fußboden-, Wand- und Deckenheizungen eingesetzt.

Differenzdruckgesteuerte Ventile mit Durchflussbegrenzung sind eine Kombination von Differenzdruckgesteuertem Ventil und Durchfluss-Regler. Sie bieten die beste Konstanthaltung des Versorgungsdruckes.

Um die optimale Vorlauftemperatur für einen bestimmten Steigestrang (zB. an der Nordseite eines Gebäudes) her zu stellen wird ein 3-Wege-Mischventil eingesetzt. Um den optimalen Versorgungsdruck herzustellen (Volumenstrom nicht zu hoch und nicht zu niedrig) wird ZB. ein differenzdruckgesteuertes Ventil eingesetzt. Mit dieser Kombination ist ein einzelner Steigestrang gegen alle Eventualitäten (verschiedene Betriebszustände) geschützt.

Optimale Versorgung eines Steigestranges:

- Optimale **Vorlauftemperatur** -> **Temperaturregelung** mit 3-Wegemischer.
- Optimaler **Volumenstrom** -> **Drosselung** mit Ventil (Strangregulier-, Überström-, oder differenzdruckgeregeltes Ventil)

4) **Praxis-Tipps**

Zitat: „Ob ein **hydraulischer Abgleich** in einer Bestandsanlage (aber auch in Neubauten) überhaupt notwendig ist, kann man selber auch erst einmal bei verschiedenen Außentemperaturen testen.

(In Neubauten sollte man bedenken, dass durch die Baufeuchte ein höherer Wärmebedarf besteht. Hier könnte bzw. sollte man den Test nach 2 bis 3 Jahren noch einmal durchführen

Alle Ventile voll aufdrehen oder die Thermostatköpfe abnehmen > eine längere Zeit heizen (dabei sollte möglichst keine Fremdwärme, wie z. B. Sonneneinstrahlung, viele Personen, E-Geräte, die Einfluss auf die Erwärmung der Räume hat, vorhanden sein) > die Raumtemperaturen prüfen. Die Temperaturen sollten möglichst in der Mitte des Raumes in Sitzhöhe gemessen werden.

Haben dann die Räume die gewünschte Temperatur, dann ist das in Ordnung.

Wenn die Räume zu warm oder zu kalt sind, dann kann man als nächstes die Systemtemperatur niedriger oder höher einstellen [Parallel-Verschiebung; Anm. d. Verf.]. Nach jeder Änderung, muss wieder längere Zeit geheizt werden. Das Stellen an den Umwälzpumpen ist weniger sinnvoll. Die Pumpen sollten mit möglichst niedriger Drehzahl arbeiten.

Wenn durch diese Maßnahme nichts erreicht wird, dann muss der Abgleich neu bzw. erstmals durchgeführt werden.“¹

Praxisvorschlag zur Überprüfung der **Anlagen-Hydraulik**.

Zitat: „Die Güte der Hydraulik einer Anlage (mit Heizkörpern) zu überprüfen, ist eigentlich sehr einfach. Die Wärmezufuhr wird abgeschaltet und die Anlage kühlt mit laufender Pumpe ab, dabei müssen alle HK-Ventile voll aufgedreht sein. Wenn das Anlagenwasser abgekühlt ist, wird die Pumpe abgeschaltet und der Wärmeerzeuger hochgeheizt. Nach dem Erreichen der maximalen Temperatur wird die Pumpe wieder eingeschaltet. Nun wird überprüft, ob das warme Wasser relativ gleichzeitig an allen Heizkörpern ankommt. Wenn einzelne Heizkörper zu schnell warm werden, dann bekommen sie zu viel Wasser (Wärme). Heizkörperanschlüsse, die nur langsam warm werden, sind unterversorgt. Jetzt kann der Fachmann schon abschätzen, wie der Abgleich vorzunehmen ist.

Die Überprüfung einer Fußbodenheizung kann in ähnlicher Weise durchgeführt werden. Hier muss aber der Rücklauf gefühlt werden.

Voraussetzung für einen weiteren Abgleich sind voreinstellbare Ventile (bzw. Rücklaufverschraubungen) und richtig ausgelegte Heizflächen.“¹

Fragen:

- 1) Was haben ein Überströmventil und ein Sicherheitsventil gemeinsam?
- 2) Was ist die Aufgabe eines Sicherheitsventiles? (Was soll es verhindern?)
- 3) Was ist die Aufgabe eines Überströmventiles? (Was soll es verhindern?)
- 4) Welche gemeinsame Aufgabe haben Heizkörper-Rücklaufverschraubungen und voreinstellbare Thermostatventile?
- 5) Bringt allein der Einbau eines voreinstellbaren Thermostatventiles (ohne dass es eingestellt wird) Vorteile?
- 6) Welches gemeinsame Verhalten haben Durchfluss-Regler und differenzdruckgesteuerte Ventile?
- 7) Welches gemeinsame Verhalten haben Heizkörper-Rücklaufverschraubungen und Strangreguliertventile?
- 8) Widerlege (oder begründe) folgende Aussage: In einem ideal abgeglichenen Heizungssystem sind alle Volumenströme konstant, die wechselnden Leistungsanforderungen werden allein durch Änderung der Vorlauftemperaturen ausgeglichen.
- 9) Welche Variante ist besser: Eine differenzdruckgesteuerte Umwälzpumpe oder ein Überströmventil?
- 10) Wie lässt sich grob abschätzen, ob ein hydraulischer Abgleich notwendig (und sinnvoll) ist?

Literatur:

- 1 <http://www.haustechnikdialog.de/SHKwissen/335/Hydraulischer-Abgleich-Kurzfassung>
(aufgerufen am 23.12.2013)