

Einzelne Wärmeabnehmer haben oft negative Rückwirkungen auf das Fernwärmenetz. Wenn diese mangelhaft ausgelegt und nicht sorgfältig abgeglichen sind, muss mit einer höheren Hauptvorlauf-temperatur als notwendig gefahren werden, und die Hauptrücklauf-temperatur wird durch zu hohe Rücklauf-temperaturen unnötig hochgemischt. Es ist deshalb im Interesse des Netzbetreibers sowohl eigene wie durch andere betriebene Wärmeabnehmer genauer unter die Lupe zu nehmen. Was ist bei der sekundärseitigen Optimierung der Wärmeabnehmer zu beachten?

Vorgehen

1. Erhebung der wichtigsten Daten für jeden Wärmeabnehmer (falls vorhanden über das Leitsystem, sonst mit Klein-Dataloggern oder «von Hand»):

- Vorlauf-temperatur in Abhängigkeit der Aussentemperatur
- Rücklauf-temperatur in Abhängigkeit der Aussentemperatur
- Durchfluss im Wärmeabnehmerkreis
- Resultierende Leistung in Abhängigkeit der Aussentemperatur

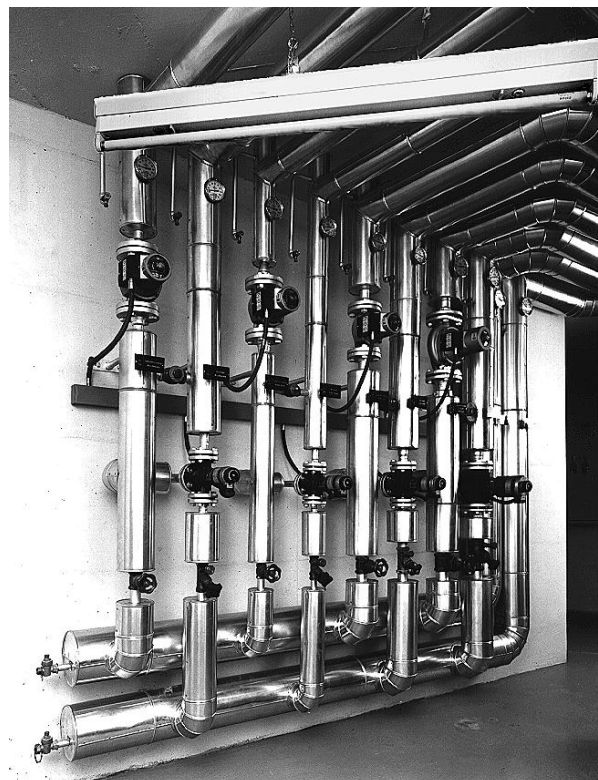
2. Analyse der Daten und Besichtigung der Wärmeabnehmer. Erstellen eines Massnahmenkatalogs für jeden Wärmeabnehmer und Abschätzung des daraus resultierenden Verbesserungspotentials:

- Tatsächlich notwendige Vorlauf-temperatur in Abhängigkeit der Aussentemperatur
- Tatsächlich notwendige Leistung in Abhängigkeit der Aussentemperatur
- Tatsächlich notwendiger Durchfluss im Wärmeabnehmerkreis (Pumpe anpassen, hydraulischer Abgleich)
- Resultierende Rücklauf-temperatur in Abhängigkeit der Aussentemperatur

3. Erstellen einer Prioritätenliste für eigene und fremde Wärmeabnehmer. Bei den fremden Wärmeabnehmern ist der Handlungsspielraum natürlich eingeschränkt, aber es kann immerhin überlegt werden, wie weit uneinsichtige Betreiber durch geeignete Tarifmodelle zu Verbesserungsmassnahmen animiert werden können.

4. Laufende Qualitätssicherung und Erfolgskontrolle bei den durchgeführten Massnahmen.

Je komplexer der Wärmeabnehmer, desto grösser sind die Anforderungen an den Planer. Die Situation hat sich in den letzten Jahren insofern verschärft, als immer mehr Anlagen mit variablem Durchfluss betrieben werden, was die Anlage-Komplexität entscheidend vergrössert hat. Die grössten Probleme treten dann auf, wenn bestehende Anlagen mit hoher Rücklauf-temperatur eingebunden werden müssen (FAQ 35 Abbildung 1).



FAQ 35 Abbildung 1: Die Einbindung bestehender Anlageteile ist oft schwierig. Beispielsweise sind Einspritzverteiler mit Dreiwegventilen vorhanden, welche die Rücklauf-temperatur in unzulässiger Weise hochmischen. Hier gibt es in der Regel nur eine Lösung: Umbau auf Durchgangsventile!

Häufigste Mängel

An bestehenden Wärmeabnehmern werden immer wieder die gleichen Mängel beobachtet:

- Viel zu hoher Durchfluss infolge überdimensionierter Umwälzpumpen; Folge: hoher Hilfsenergieverbrauch und die geforderte Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf wird nicht erreicht
- Unnötig hohe Vorlauftemperaturen; Ursache: falsche Einstellung der Heizkurve der witterungsgeführten Vorlauftemperaturregelung (Steilheit und Parallelverschiebung)
- Einzelne Räume erreichen trotz zu hoch eingestellter Vorlauftemperaturregelung die geforderte Raumtemperatur nicht; Ursache: zu kleine Heizkörper und/oder zu wenig Durchfluss infolge hydraulischer «Kurzschlüsse»
- Zu hohe Raumtemperaturen werden durch die Thermostatventile «abgeklemmt»; Folge: Geräuschprobleme mit den Thermostatventilen (Thermostatventile sollen nur Wärmegewinne durch Personen, Sonne, Kochen usw. kompensieren)

Massnahmen

Diese Mängel sind zwar ein generelles Problem der Haustechnik, aber bei Fernwärmeanschlüssen sind die negativen Rückwirkungen auf das Wärmenetz besonders gravierend. Deshalb sind folgende Massnahmen erforderlich:

- Austausch überdimensionierter Umwälzpumpen: Auslegung der neuen Umwälzpumpe aufgrund der tatsächlich notwendigen Leistung (Berechnung aufgrund der Messdatenerhebung) bei möglichst grosser Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf.
- Hydraulischer Abgleich: Der rechnerische Abgleich (Berechnung der Voreinstellungen und deren Kontrolle) sollte heute eine Selbstverständlichkeit sein, die nicht weiter diskutiert werden muss. Unter dem Begriff «hydraulischer Abgleich» wird hier hauptsächlich ein (zusätzlicher) messtechnischer Abgleich verstanden.
- Einstellung der Heizkurve in der witterungsgeführten Vorlauftemperaturregelung: Steilheit und Parallelverschiebung werden so lange angepasst bis alle Räume eine gleichmässige Raumtemperatur haben. Alle Thermostatventile müssen während dieser Zeit vollständig geöffnet sein; Thermostatventile sollen nur Wärmegewinne durch Personen, Sonne, Kochen usw. kompensieren!

Strangweiser hydraulischer Abgleich

Für den strangweisen Abgleich müssen alle Stränge mit Drosselorganen und – falls ein Abgleich mit Durchflussmessung erfolgen soll – mit entsprechenden Messstrecken ausgerüstet sein. Der Abgleich der Stränge erfolgt hierarchisch: erst die Steigstränge, dann die Nebenstränge und schliesslich der Hauptstrang. Innerhalb der einzelnen Steigstränge erfolgt der Abgleich rein rechnerisch über die berechneten Voreinstellungen der Heizkörperventile oder Rücklaufverschraubungen. FAQ 35 Abbildung 2 zeigt die Anordnung der Drosselorgane für einen strangweisen Abgleich.

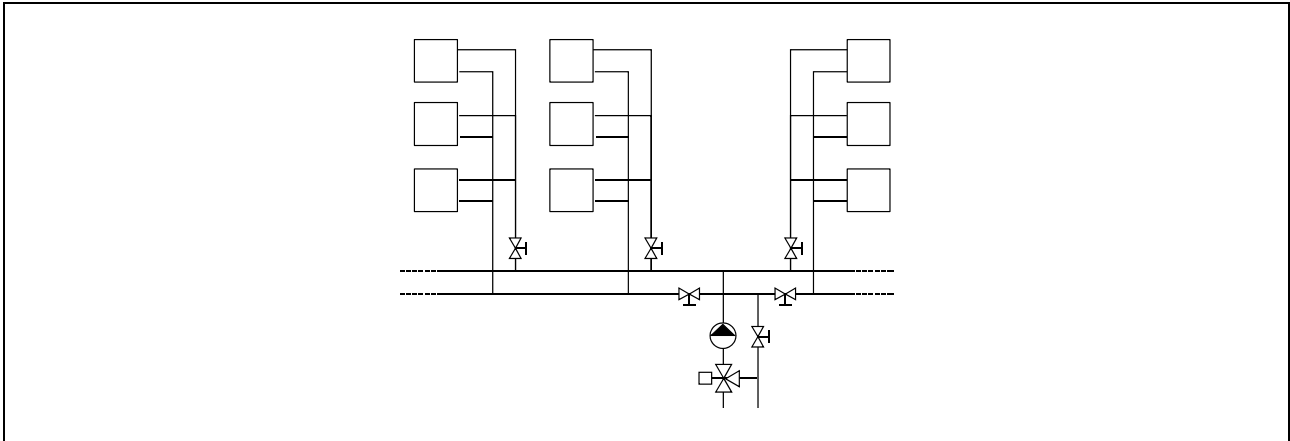
Vorteile des strangweisen Abgleichs:

- Die hierarchische Anordnung der Drosselorgane entspricht weitgehend dem heute in der Praxis Üblichen.
- Da Drosselorgane, welche für einen strangweisen Abgleich geeignet sind, nur relativ wenig teurer sind als gewöhnliche, kann ein strangweiser Abgleich heute ohne wesentliche finanzielle Konsequenzen bei jeder Planung vorgesehen werden, unabhängig davon, ob dieser später auch tatsächlich durchgeführt wird.
- Der strangweise Abgleich ist für praktisch beliebig grosse Netze mit beliebigen Pumpendrücken geeignet.
- Die Abgleicharbeiten erfolgen weitgehend in den Kellerräumen, es müssen also keine bewohnten Räume betreten werden.

Nachteile des strangweisen Abgleichs:

- Der strangweise Abgleich ist nur dann sinnvoll anwendbar, wenn eine zufriedenstellende Voreinstellung gemäss Rohrnetzrechnung innerhalb der einzelnen Steigstränge vorausgesetzt werden kann.
- Bei Netzen mit Thermostatventilen müssen in der Regel dezentrale Druckdifferenzregler in den einzelnen Steigsträngen eingebaut werden.

- Wenn nach dem korrekt durchgeführten Abgleich trotzdem noch grössere Raumtemperatur-Abweichungen auftreten (z.B. infolge Ungenauigkeiten bei der Wärmebedarfsrechnung) ist eine Korrektur relativ aufwendig.
- Einstellfehler und Störungen an einem Drosselorgan beeinflussen alle nachfolgenden Verbraucher.



FAQ 35 Abbildung 2: Strangweiser Abgleich eines Wärmeabnehmers

Hydraulischer Abgleich an den Verbrauchern

Bei dieser zweiten Abgleichstrategie wird der Druck erst bei den Verbrauchern reduziert. Es muss also jeder Verbraucher mit einer entsprechenden Drosselmöglichkeit und – falls ein Abgleich mit Durchflussmessung erfolgen soll – mit entsprechenden Messstrecken ausgerüstet sein. FAQ 35 Abbildung 3 zeigt die Anordnung der Drosselorgane für einen Abgleich an den Verbrauchern.

Es ist zu berücksichtigen, dass bei jeder Einregulierung eines Heizkörpers auch die Durchflüsse der bereits eingestellten Heizkörper – aufgrund der wechselnden Druckverhältnisse in den Rohren – verändert werden. Deshalb ist es bei dieser Abgleichstrategie wichtig, dass Pumpe und Netz möglichst weitgehend einer Druckquelle entsprechen, die nur wenig auf Veränderungen des Durchflusses reagiert.

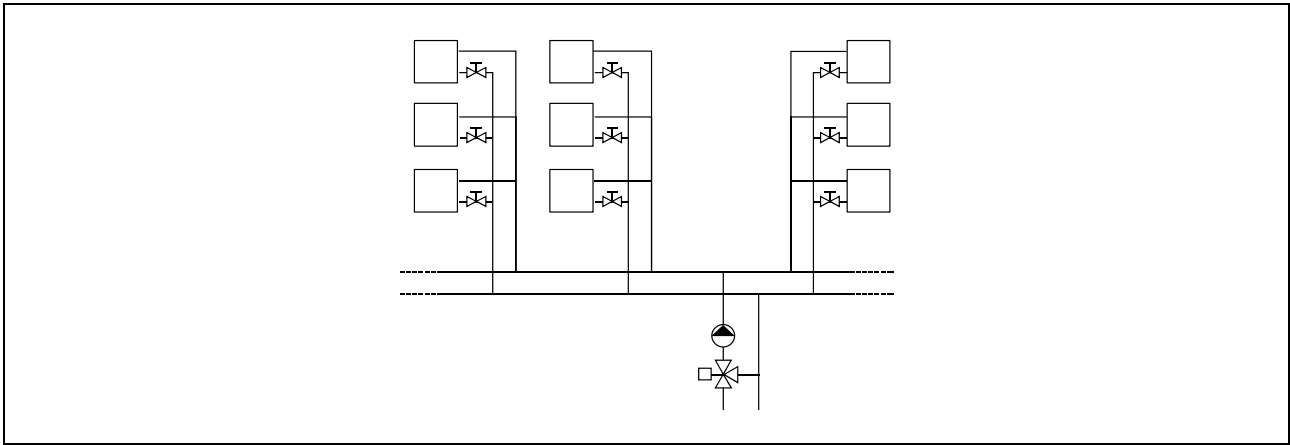
Durch konsequente Anwendung der Strategie «Abgleich an den Verbrauchern» können mit einer 20-kPa-Pumpe recht grosse Netze realisiert werden. Dies insbesondere dann, wenn die Anlage mit durchschnittlichen R-Werten (Druckabfall im geraden Rohr) von weniger als 70 Pa/m ausgelegt wird.

Vorteile des Abgleich an den Verbrauchern:

- Der Abgleich wird direkt dort vorgenommen, wo eine bestimmte Behaglichkeit gewährleistet sein muss.
- Eine Voreinstellung der Verbraucher gemäss Rohrnetzberechnung ist zwar sinnvoll, aber nicht zwingend.
- Wenn nach dem korrekt durchgeführten Abgleich trotzdem noch grössere Raumtemperatur-Abweichungen auftreten (z.B. infolge Ungenauigkeiten bei der Wärmebedarfsrechnung) ist eine Korrektur relativ einfach durchführbar.
- Die gegenseitige Beeinflussung zwischen den Verbrauchern bei nachträglichen Korrekturen, Einstellfehlern und Störungen kann praktisch vernachlässigt werden.

Nachteile des Abgleichs an den Verbrauchern:

- Unter Umständen müssen bereits bewohnte Räume betreten werden.
- Bei Netzen mit Thermostatventilen muss (damit keine Geräuschbelästigungen auftreten) eine maximale Druckdifferenz von 20 kPa eingehalten werden (Nichtwohnbauten: 30 kPa). Sehr grosse Netze mit Thermostatventilen, welche eine Umwälzpumpe mit mehr als 20 kPa Förderhöhe erfordern, müssen deshalb in Druckzonen mit maximal 20 kPa Druckdifferenz aufgeteilt werden.



FAQ 35 Abbildung 3: Abgleich eines Wärmeabnehmers an den Verbrauchern

Allgemeine Auslegungsrichtlinien

In den letzten Jahren konnten zahlreiche Erfahrungen mit Netzen mit variablen Durchflüssen gesammelt werden. Dabei hat sich gezeigt, dass sich dann keine nennenswerten Probleme ergeben, wenn die nachfolgenden Auslegungsrichtlinien eingehalten werden.

Da sich einige der geforderten Zielwerte in der Praxis oft nur schwer erreichen lassen, wurden teilweise auch Grenzwerte festgelegt. Letztere sollten aber nur in Ausnahmefällen zur Anwendung kommen!

- Nur Schaltungen verwenden, die sich eindeutig auf die vier hydraulischen Grundschaltungen zurückführen lassen.
- Nie mehr als eine Pumpe auf einen hydraulischen Kreis wirken lassen.
- Auf einwandfreie Entkoppelung der hydraulischen Kreise achten, d.h. Bypässe und Speicherzuleitungen grosszügig dimensionieren. Insbesondere «drucklose» Gruppen- und Verteileranschlüsse müssen wenigstens druckdifferenzarm erfolgen.
- Druckdifferenzschwankungen über den Verbrauchern von 1:2 bis maximal 1:3 führen in der Regel zu keinen nennenswerten Störungen.
- Bei Regelventilen ist eine Ventilautorität von 0,5 anzustreben. Die Praxis zeigt jedoch, dass Werte bis zu 0,3 hinunter meist noch tolerierbar sind. Diese Werte gelten im Prinzip auch für Thermostatventile. Da aber ein nur im Auf-Zu-Betrieb arbeitendes Thermostatventil kein allzu grosses Unglück darstellt, können für Thermostatventile etwas tiefere Werte festgelegt werden:
 - Regelventile Zielwert = 0,5 (Grenzwert = 0,3)
 - Thermostatventile Zielwert = 0,3 (Grenzwert = 0,1)
- Um Geräuschbelästigungen in Thermostatventilen zu vermeiden, muss eine maximal zulässige Druckdifferenz über den Thermostatventilen eingehalten werden:
 - Wohnhäuser 20 kPa
 - Nichtwohnbauten 30 kPa
- Netze mit Thermostatventilen sollen – wenn immer möglich – so ausgelegt werden, dass eine Umwälzpumpe mit flacher Kennlinie oder eine drehzahlgesteuerte Pumpe eingesetzt werden kann, deren Förderhöhe bei Nulldurchfluss maximal 20 kPa (Nichtwohnbauten: maximal 30 kPa) beträgt. Unter dieser Voraussetzung treten in der Regel keine störenden Geräuschbelästigungen auf.
- Wenn eine 20-kPa-Pumpe (Nichtwohnbauten: 30-kPa-Pumpe) nicht ausreicht, sind dezentrale Druckdifferenzregler einzubauen (z.B. Überströmventile in den Steigsträngen).
- Nie eine Pumpe drosseln, sondern Drehzahl zurückschalten, Laufrad wechseln oder die Pumpe austauschen.
- In der Fachliteratur werden durchschnittliche Druckabfälle im geraden Rohr (R-Werte) von 100...200 Pa/m für übliche Verteilungen und 200...400 Pa/m für Einrohrsysteme, Fernleitungen usw. empfohlen. Diese Werte sollten nur bei konventionellen Netzen mit konstantem Durchfluss verwendet werden. Bei

Netzen mit variablem Durchfluss werden folgende maximalen R-Werte (inkl. Einzelwiderständen) empfohlen:

- Zielwert 70 Pa/m (Grenzwert 100 Pa/m)
- In der Praxis werden heute kaum höhere Temperaturdifferenzen zwischen Vorlauf und Rücklauf als 5 K angetroffen. Wenn ein sorgfältiger hydraulischer Abgleich durchgeführt wird, können aber problemlos die üblichen Planungswerte von 10...30 K erreicht werden. Höher als 30 K zu gehen ist nicht empfehlenswert, da hier neue Probleme auftreten, die zum Teil nur schwer zu lösen sind. So lassen sich unter Umständen die geforderten kleinen k_v -Werte gar nicht einstellen oder das Risiko einer Verschmutzung ist bei extrem kleinen Durchflüssen sehr hoch (Schmutzpartikel werden nicht weggeschwemmt). Es werden deshalb folgende Auslege-Temperaturdifferenzen empfohlen:
 - 10...15 K für Vorlauftemperaturen bis 50°C
 - 15...30 K für Vorlauftemperaturen 50...90°C