

## Hydraulischer Abgleich im Neu- und Altbau (Teil 1)

# Wenn der Heizkörper rauscht

Energie sparen muss nicht zwangsläufig mit aufwendigen Maßnahmen verbunden sein. Ein Beispiel für ein solches Sparpotenzial ist der Hydraulische Abgleich. Was er bringt und wie er auch bei bestehenden Anlagen noch durchgeführt werden kann, erfahren Sie in der zweiteiligen Serie.

Unter Hydraulischem Abgleich von Heizungsanlagen versteht man das Einbringen definierter Festwiderstände in das Rohrnetz mit dem Ziel, jeden Verbraucher mit dem geplanten Volumenstrom zu versorgen. Die Festwiderstände müssen dazu dezentral in der Anbindeleitung (Vor- oder Rücklauf) eines Verbrauchers mit eigener Einrichtung zur Einzelraumregelung (z. B. thermostatisches Heizkörperventil THKV) angeordnet werden. Zentrale Festwiderstände, die den Volumenstrom für mehrere angeschlossene Verbraucher begrenzen (z.B. Strangreguliertventile), bewirken keinen Abgleich dieser Verbraucher untereinander. Der Einstellwert ( $k_v$ -Wert) – besser der notwendige Druckverlust – für jeden der Festwiderstände muss aus einer Rohrnetzrechnung ermittelt werden.

Wird kein Hydraulischer Abgleich vorgenommen, verschieben sich die hydraulischen und damit die thermischen Verhältnisse in der Anlage. Für das umgewälzte Heizungswasser wirken nahe der Pumpe gelegene Heizkörper ohne definierten Festwiderstand wie Kurzschlüsse. Die pumpennahen Heizkörper werden übertensort, entfernt liegende unterversort oder gerade ausreichend versort (Abb. 1). Folgen eines nicht durchgeführten Hydraulischen Abgleichs sind u. a.:

- Erhöhte elektrische Leistungsaufnahme der Pumpe.
- Geräuschprobleme (meist pumpennah), wenn die notwendige Pumpenförderröhe sehr groß wird, um auch die entferntesten Verbraucher zu versorgen.

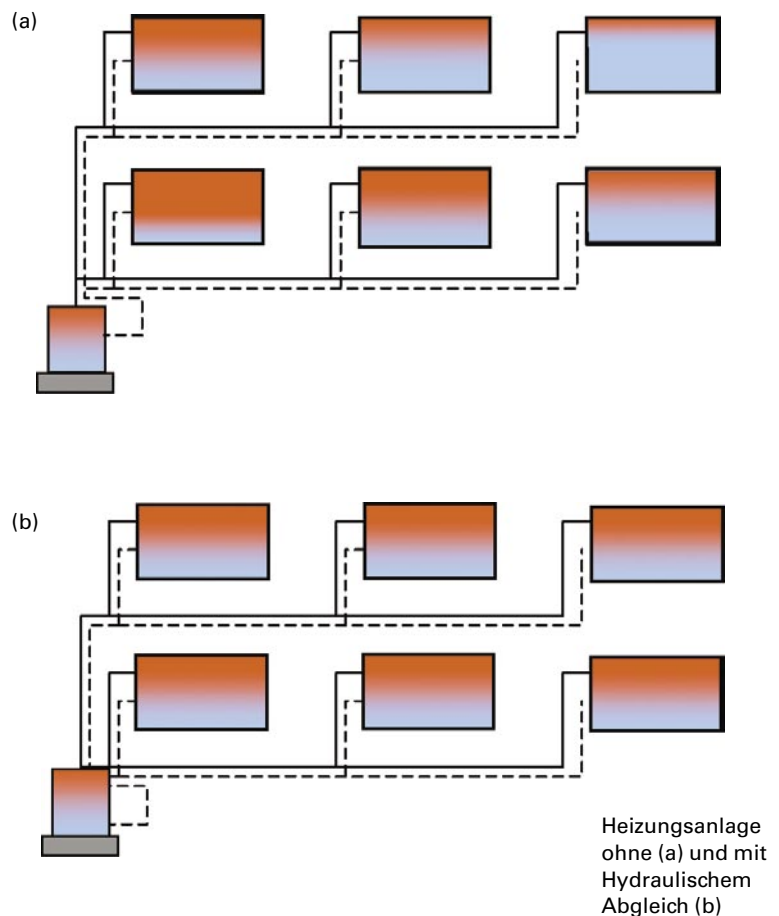
- Durch eine starke Überversorgung einzelner Heizkörper ist deren Regelfähigkeit eingeschränkt. Da die Thermostatventile schon im Auslegungszustand fast geschlossen sind, können sie auf Fremdwärme kaum reagieren. Es kommt zu einem Zweipunktregelverhalten.
- Öffnen die Thermostatventile (z. B. nach einer Abenkenphase), so ist der Durchfluss durch die pumpennahen Heizkörper praktisch kaum begrenzt. Sie bilden einen Kurzschluss bis die entsprechenden Räume aufgeheizt sind. An den pumpenfernen Heizkörpern wird gleichzeitig der Durchfluss gemindert. Die Wiederaufheizung erfolgt stark ungleichmäßig.

### Abgleich im Neubau

Das Vorgehen eines Hydraulischen Abgleichs für den Neubau soll hier nur kurz wiedergegeben werden. Das geplante Rohrnetz wird gedanklich in Teilstrecken zerlegt. Für alle Teilstrecken werden aus dem Volumenstrom, der gewählten Rohrdimension und den sonstigen Widerständen (ohne Thermostatventil) die resultierenden Druckverluste bestimmt. Im zu empfehlenden Regelfall wird von einer einheitlichen Spreizung ausgegangen, nach VDI 6030 „Auslegung von freien Raumheizflächen“ je nach Anforderungsstufe, aber auch mit individuellen Rücklauftemperaturen gerechnet. Es ergibt sich ein hydraulisch ungünstigster Heizkörper, für den der berechnete Druckverlust aller angeschlossenen Teilstrecken im Auslegungsfall am größten ist. Das Thermostatventil dieses Heizkörpers wird mit einer gewünschten Ventilautorität ausgewählt. Damit liegen der Druckverlust über diesem Ventil und auch die nötige Förderhöhe der Pumpe fest. Für alle anderen Heizkörper ergibt sich der Druckverlust über dem dazugehörigen THKV aus diesen Festlegungen.

Beim Einsatz von Wärmeerzeugern mit integrierter Pumpe, deren Restförderhöhe sich nicht stufenlos einstellen lässt, ist ein Sonderfall gegeben: Da die Druckförderhöhe bereits vor dem Hydraulischen Abgleich unveränderbar festliegt, ist mit dieser Förderhöhe zu rechnen. Dieser Fall wird in der Fachliteratur leider nur selten behandelt, obwohl er bei Wandkesseln – bis auf wenige Ausnahmen – Standard ist. Hier

## 1 Versorgung der Heizkörper



muss die gegebene Förderhöhe der Pumpe bei der Auslegung aller Thermostatventile im Netz berücksichtigt werden. Die Frage, welcher der hydraulisch ungünstigste Heizkörper ist, ist dann nicht mehr von Interesse. Für alle Heizkörper liegen der zur Verfügung stehende Druck und der maximale Druckverlust in den Zuleitungen fest. Das Ventil muss die Differenz wegdrosseln und ist entsprechend zu bemessen. Alternativ kann in diesem Fall dafür gesorgt werden, dass ein zu hoher Förderdruck bereits zentral abgebaut wird (Differenzdruckregler, Überströmventil). Kann dann der Netzdruck durch Einsatz von Differenzdruckreglern mit einstellbarem Sollwert frei gewählt werden, so ist dieser mit dem Verfahren des hydraulisch ungünstigsten Heizkörpers zu bestimmen.

### Abgleich im Bestand

Die Fachliteratur über den Hydraulischen Abgleich in bestehenden Anlagen ist „sehr übersichtlich“. In einschlägigen Fachbüchern der Heizungstechnik fehlen vielfach weitergehende Arbeitshilfen zu diesem Thema.



### INFO

#### Glossar für Einsteiger

- R-Wert: Druckverlust je Meter Rohr
- THKV: Thermostatisches Heizkörperventil
- Tichelmann-System: Länge der Vor- und Rücklaufleitungen sind an jeder Stelle gleich
- Ventilautorität: Druckverlustanteil des Ventils am gesamten Druckabfall des Kreises
- Zweipunktregelverhalten: der Regler schaltet nur zwischen ein und aus

### Vorhandene Lösungsansätze

In Fachbüchern der Heizungstechnik [5], [6] wird das Thema sinngemäß mit dem Satz besprochen: „Eine Rohrnetzrechnung im Gebäudebestand ist nicht möglich.“ Andere Standardwerke behandeln das Thema gar nicht. Eine sehr positive Ausnahme bildet die Veröffentlichung von Otto [4]. Hier erfolgt ein Hydraulischer Abgleich anhand der installierten Heizkörperleistungen und resultierender Volumenströme (es wird vorausgesetzt, dass die Heizkörper passend zur Heizlast gewählt sind). Weiter ist eine vereinfachte Vorgehensweise zur Bestimmung der Pumpförderhöhe und des Druckabfalls über den THKV beschrieben. Prinzipiell funktioniert der Hydraulische Abgleich im Bestand wie bei einem Neubau. Sofern Pumpen vorhanden sind, liegt die Druckhöhe fest, sie kann oder muss aber ggf. angepasst werden. Auch die Druckverluste im Rohrnetz liegen fest, so dass THKV gewählt und eingestellt werden können. Die Ungewissheit liegt in der Frage, welche Volumenströme im Netz fließen und welche Druckverluste sich im (meist unbekanntem) Rohrnetz einstellen.

### Neue Lösungsansätze

Zentrales Problem ist die Bestimmung der Druckverluste im Netz ohne eine konventionelle Rohrnetzrechnung durchführen zu müssen. Folgende Größen müssen bekannt sein:

- die benötigte Heizkörperleistung (je nach Raumheizlast): überschlägige Bestimmung,
- die sich einstellende Systemspreizung (je nach Überdimensionierung): Bestimmung,
- die resultierenden Volumenströme: können aus tatsächlicher Leistung und Spreizung der einzelnen Heizflächen berechnet werden,
- Rohrdurchmesser oder R-Werte und maßgebliche Rohrlänge für die Druckverlustberechnung,
- der Druckverlust der Einzelwiderstände und der Sondereinbauten,
- evtl. die fest vorgegebene Restförderhöhe des Kessels mit integrierter Pumpe.



Erleichtert den Hydraulischen Abgleich: die Voreinstellbarkeit kann bei alten Ventilgehäusen durch neue Ein-sätze nachgerüstet werden

Da die Rohrdurchmesser und Längen aller einzelnen Teilstrecken nicht aufgenommen werden sollen bzw. können, wird der Druckverlust über die Leitungen im Rahmen der Optimierung aus der maximalen Leitungslänge und dem mittleren R-Wert bestimmt. Die Druckverluste von Einzelwiderständen werden mit Hilfe pauschaler Zuschläge auf den Druckabfall in den geraden Rohrstrecken abgeschätzt. Sondereinbauten mit großen Druckverlusten müssen bei der Anlagenaufnahme extra bewertet werden. Der Druckabfall über den Ventilen wird – sofern möglich – anhand der sinnvoll gewählten Ventilautorität bestimmt.

### Abschätzen der Leitungslängen

Aus den vorhandenen Ansätzen für den Hydraulischen Abgleich wurde die Staffelung (nah – mittel – weit) der Druckverluste über den Thermostatventilen je nach Entfernung zur Pumpe übernommen. Jeder Heizkörper wird bei der Gebäudeaufnahme einer der drei Zonen zugeordnet. Die Zuordnung erfolgt „subjektiv“ anhand des vorhandenen Netztyps (Abb. 2). Sofern Rohrnetze nach dem Tichelmann-System ausgeführt sind, ist der Druckverlust über allen THKV als annähernd gleich (anhand der Ventilautorität oder der vorhandenen Druckerhöhung im Netz) anzusetzen. Für Fußboden- und Einrohrheizungen werden die Ansätze noch geprüft.

Bei der Anlagenbegehung wird die (doppelte) Länge des „längsten Stranges“ (Vor- und Rücklaufänge zu dem am weitesten von der Pumpe entfernten Heizkörper) ermittelt bzw. abgeschätzt. Diese Länge wird stellvertretend für die Zone „weit“ eingesetzt. Die Zone „mittel“ wird rechnerisch mit 2/3, die Zone „nah“ mit 1/3 der maximalen Leitungslänge berücksichtigt.

### Abschätzung der R-Werte

Das größte Problem bei der Abschätzung der Druckverluste im Netz bereitet die Abschätzung der R-Werte (Druckverlust je Meter Rohr) bzw. des hydraulischen Widerstands im Rohrsystem.

### Zusammenhänge und Rahmenbedingungen

Grundlegende Zusammenhänge und Randbedingungen sind:

- Netze wurden früher meist mit einer bestimmten Spreizung und einem bestimmten (maximalen) R-Wert ausgelegt.
- Wird das Gebäude baulich modernisiert, sinkt seine Heizlast. Bei gleicher Spreizung würde der Volumenstrom im selben Verhältnis sinken. Damit sinken Druckverluste und R-Werte quadratisch.
- Der Volumenstrom hängt von der alten und neuen Spreizung ab. Kleinere Systemspreizungen führen nach der Optimierung zu größeren Volumenströmen und Druckverlusten.
- In der Regel ist über das Heizsystem nicht bekannt, mit welcher Spreizung und mit welchem mittleren R-Wert das Netz ursprünglich ausgelegt wurde. Oft wurden die Rohrnetze gar nicht ausgelegt,



bzw. sind die Auslegungskriterien durch Erweiterung/Umbau nicht mehr existent.

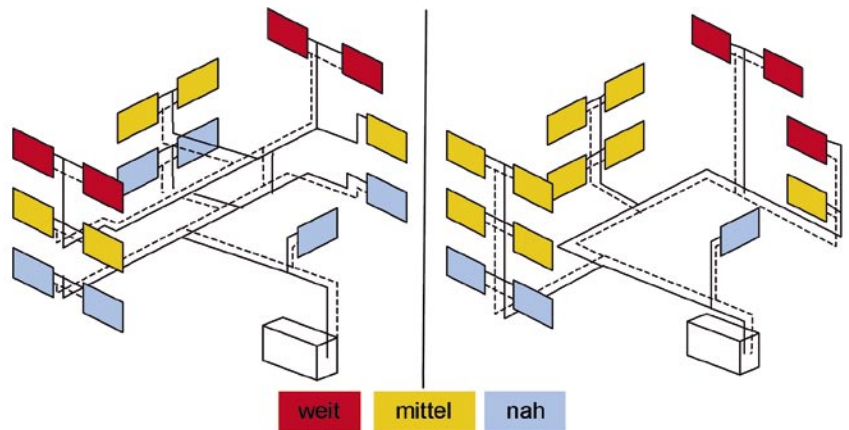
- Die neue Heizlast für das Gebäude ist anhand einer überschlägigen (oder genauen) Heizlastberechnung bekannt.
- Die neue Systemspreizung sowie die Spreizungen für die Heizkörper sind bekannt. Für alle Teilstrecken des Rücklaufs sind sie unbekannt, weil die Mischpunkte nicht einzeln berechnet werden. Damit stehen nur die Volumenströme für das Gesamtsystem (Anschlussleitung der Pumpe) und für die Anbindeleitungen der Heizkörper zur Verfügung. Für Rohrstrecken dazwischen können Volumenströme ohne Aufnahme des Rohrnetzes nicht bestimmt werden.
- Es kann davon ausgegangen werden – belegt durch Literaturrecherchen und Befragungen in der Praxis – dass sich typische Rohrssysteme in ihren Leitungslängen und Durchmessern im Laufe der letzten 40 Jahre nicht oder nur wenig geändert haben. Die Rohrnetzkonstante  $C$  für Gesamtnetze (mit ähnlicher Ausdehnung) ist etwa gleich geblieben.

*Im nächsten Teil der Serie erfahren Sie, wie die Heizungs-pumpe eingestellt werden sollte und wie bei der System-optimierung praktisch vorzugehen ist.*

#### Literatur

- [1] Sobirey, Marco: Evaluierung und -Weiterentwicklung eines Programms zur Optimierung der Hydraulik, Diplomarbeit an der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel, 2003
- [2] Timm, Tobias: Optimierung des Temperaturniveaus in bestehenden Heizungsanlagen, Studienarbeit an der FH Braunschweig/Wolfenbüttel, 2002
- [3] Schramek, Ernst-Rudolf (Hrsg.): Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik, Oldenbourg Industrie-verlag, München, 2001
- [4] Otto, J.: Pumpenheizung richtig geplant, KrammerVerlag, Düsseldorf, 1982
- [5] Burkhardt, W.; Kraus, R.: Projektierung von Warmwasserheizungen, Oldenbourg Industrie-verlag, München, 2001
- [6] Ihle, C.: Die Pumpenwarmwasserheizung, Werner Verlag, Karlsruhe, 1979

## 2 Rohrnetztypen



Heizungsanlage mit Stockwerksverteilung (l.) und mit zentraler Kellerverteilung (r.)



### AUTOREN

Die Autorin **Dr.-Ing. Kati Jagnow** ist selbstständige Ingenieurin der TGA, Wernigerode, E-Mail: [kati.jagnow@fh-wolfenbuettel.de](mailto:kati.jagnow@fh-wolfenbuettel.de)



Der Autor **Dipl.-Ing. (FH) Christian Halper** ist Mitarbeiter am IWO, Hamburg



Der Autor **Dipl.-Ing. (FH) Tobias Timm** ist Mitarbeiter beim energy-Klimaschutzfonds proKlima in Hannover.



Der Autor **Dipl.-Ing. (FH) Marco Sobirey** ist Mitarbeiter bei Avacon, Helmstedt.

