

# Fließgeräusche in Heizungsanlagen

Manfred Oraschewski\*

Moderne Heizungsanlagen sind komplizierte technische Einrichtungen, bestehend aus unzähligen Komponenten. Mit besonderem Blick auf Kessel, Pumpen und Ventile arbeiten die Hersteller stetig an der Steigerung des Wirkungsgrades und der Reduktion des Schadstoffausstoßes bei Herstellung und Betrieb dieser Einbauteile. Gleichzeitig wird der Lärmbekämpfung immer größere Aufmerksamkeit geschenkt. Dennoch ist in der Praxis davon auszugehen, dass keine akustischen Probleme von korrekt geplanten, gebauten und betriebenen Heizungsanlagen ausgehen. Deshalb werden in diesem Aufsatz Empfehlungen für die optimale Ausführung von Heizungsanlagen gegeben, die sich natürlich auch auf die Sanierung von Altanlagen übertragen lassen.

Zur Verhinderung bzw. Reduzierung möglicher Störgeräusche erfordert der Betrieb gebäudetechnischer Anlagen besondere Aufmerksamkeit bei der Auswahl der geeigneten Komponenten und bei der späteren Ausführung. Gerade in Wohngebäuden spielt im Zuge der Komfortansprüche das Problem Geräuschreduzierung besonders während der Nachtstunden eine wesentliche Rolle. Für den zulässigen Wert der Geräuschpegel in Aufenthaltsräumen sind u.a. folgende Vorschriften zu beachten:

- DIN 4109, Schallschutz im Hochbau,
- VDI 2062, Schwingungsisolierung,
- VDI 2715, Lärminderung an Warm- und Heißwasserheizungsanlagen,
- VDI 3733, Geräusche bei Rohrleitungen,
- VDI 3743, Emissionskennwerte von Pumpen.

## Pumpen als Geräuscherzeuger

Dass Pumpen Schall abstrahlen, ist unvermeidlich.

Markenhersteller setzen aber alles daran, möglichst leise Pumpen herzustellen. In haustechnischen Anlagen sind überwiegend Kreiselpumpen eingesetzt. Das von diesen Pumpen abgestrahlte

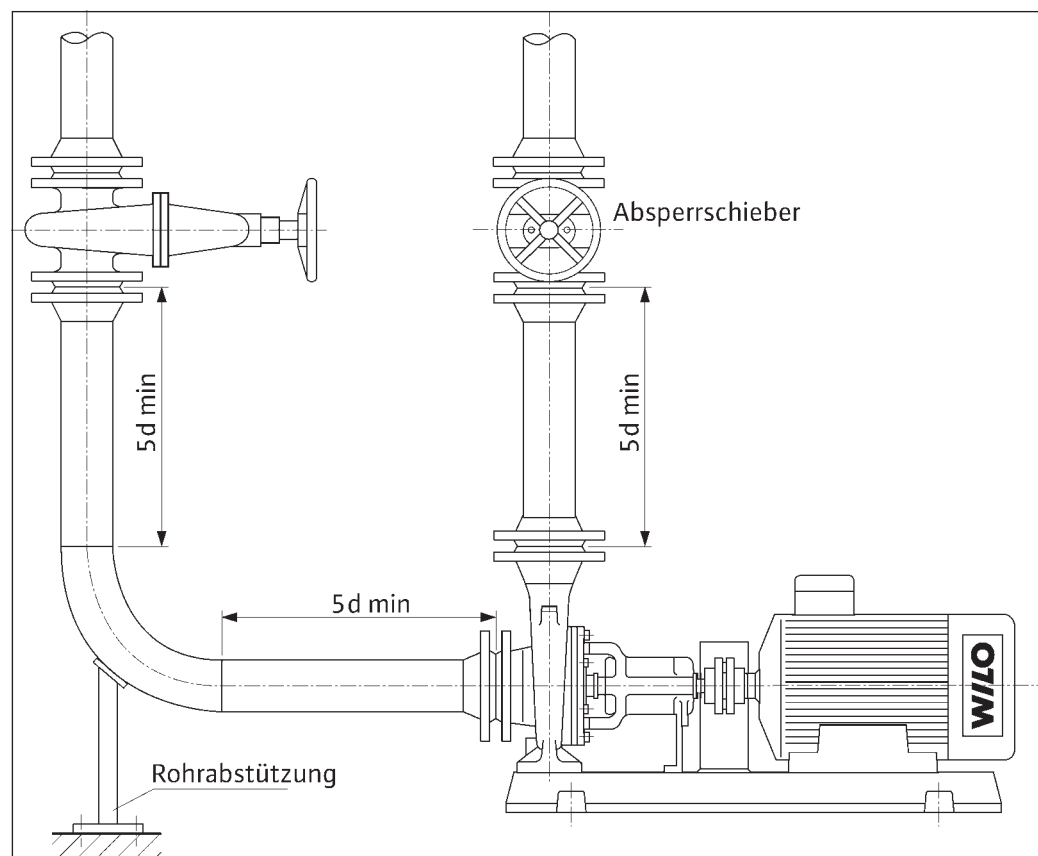
Geräusch kann im Wesentlichen in folgende Hauptgruppen unterteilt werden:

- Geräusche durch Strömung,
- Geräusche durch Kavitation,

- Geräusche durch Reibung an Lager- und Dichtstellen,
- Geräusche durch Schwingen,
- Geräusche des Elektromotors (nur bei Blockbauweise),
- sonstige Geräusche.

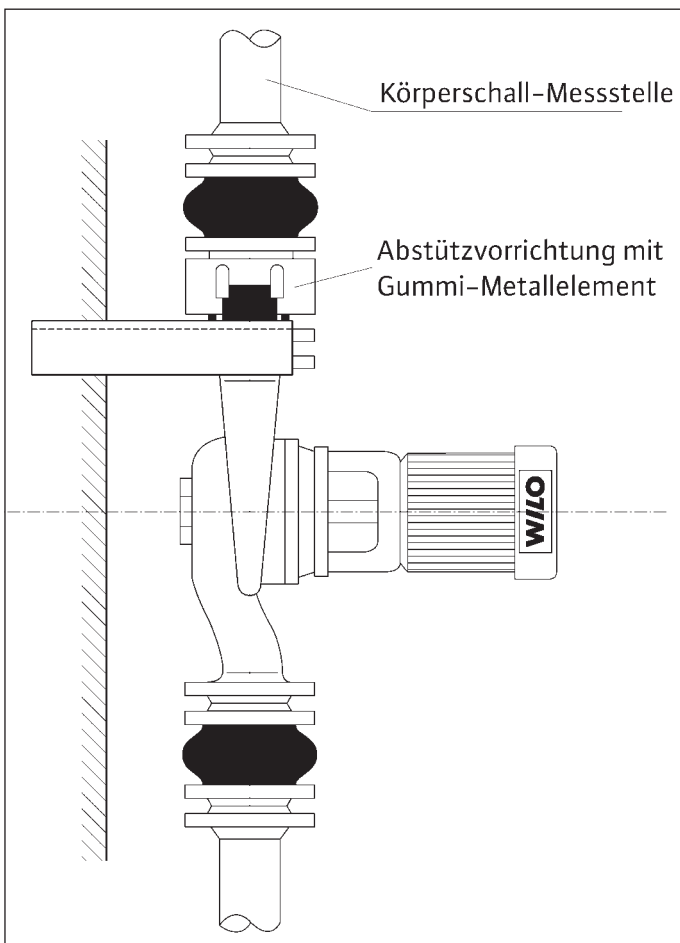
## Strömungsgeräusche

Die Strömungsgeräusche haben verschiedene Ursachen. Durch Turbulenz und Reibung von Wasserteilchen an den Oberflächen der durchströmten Teile entsteht ein Geräusch mit großem Frequenzbereich, das als Rauschen wahrgenommen wird. Reibungsvorgänge verursachen außerdem in der Grenzschicht eine ungleiche Geschwindigkeitsverteilung, die wechselnde Ablösung der Strömung mit nachfolgender Wirbelbildung zur Folge hat. Diese periodische Wirbelablösung bewirkt einen mehr oder weniger ausgeprägten Einzel-



■ Nur bei der Einhaltung von Beruhigungszonen ist ein leiser Betrieb gesichert.

\*) Manfred Oraschewski, Wilo AG, Dortmund



■ Diese Inlinepumpe ist mit Kompensatoren von der Rohrleitung und dem Gebäude vorbildlich entkoppelt.

ton. Ferner schwankt die Geschwindigkeit der Strömung nach Verlassen des Laufrads. Diese Ungleichförmigkeiten führen zu Geräuschen. Da die Frequenz von der Pumpendrehzahl und der Schaufelfzahl abhängt, spricht man von der Schaufelfrequenz der Pumpe.

### Kavitationsgeräusche

Kavitationsgeräusche entstehen in einer Pumpe oder Armatur durch zu niedri-

gen Zulaufdruck. Es bilden sich Dampfblasen, die von der Strömung mitgenommen werden und dann schlagartig zusammenfallen, sobald auf dem weiteren Strömungsweg der Druck wieder über den Dampfdruck ansteigt. Ein ausreichender Druck am Ventileintritt und am Saugstutzen der Pumpe verhindert Kavitation.

Kavitation muss vermieden werden, weil sie die Förderung, das Geräuschverhalten und die Laufruhe der Anlage negativ beeinflusst und bis zur Werkstoffzerstörung führen kann. Daher muss der statische Druck des Fördermediums am höchsten Punkt der Anlage mindestens 0,5 bar über dem Luftdruck liegen. Der erforderliche Druck am Saugstutzen der Pumpen kann weit darüber liegen und ist den Datenblättern

der Hersteller zu entnehmen. Aus praktischen Erkenntnissen ist ein geräuscharmer Betrieb mit einem Mindesteintrittsdruck an Pumpen von 1,5 bis 2 bar zu erreichen.

Wird bei Befüllung der Anlage nicht auf ausreichende Entlüftung und Druckhaltung geachtet, ist mit Plätschgeräuschen in Heizkörpern zu rechnen. Mitströmende Luftblasen erhöhen die Schwingungen und Resonanzen. Geräuschentwicklungen bzw. Geräuschverstärkungen sind die Folge.

### Schwingungsgeräusche

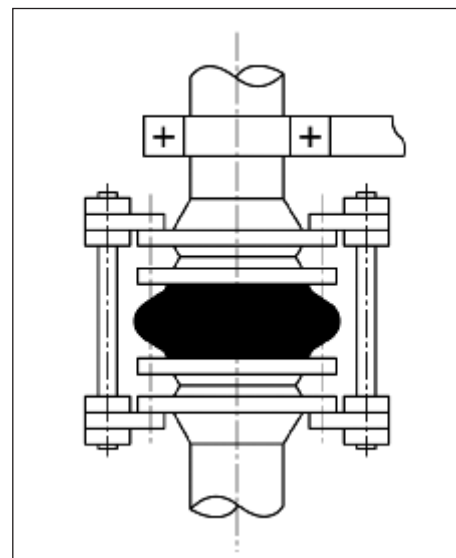
Durch Massenkräfte angeregte Schwingungen führen zu Geräuschen, die auf Unwuchten an rotierenden Teilen (Laufrad, Welle, Kupplung usw.) zurückzuführen sind. Die Unwucht entsteht durch die trotz modernster Herstellertechnik wechselnden Lagerkräfte, Fertigungstoleranzen, durch Werkstoffabtragungen oder Anlagerungen. Die Frequenz von Unwuchtschwingungen ist immer gleich der Drehzahlfrequenz der rotierenden Teile. Durch Reibung an Lager- und Dichtstellen angeregte Schwingungen sind bei einwandfrei arbeitenden Pumpen von untergeordneter Bedeutung.

### Motorgeräusche

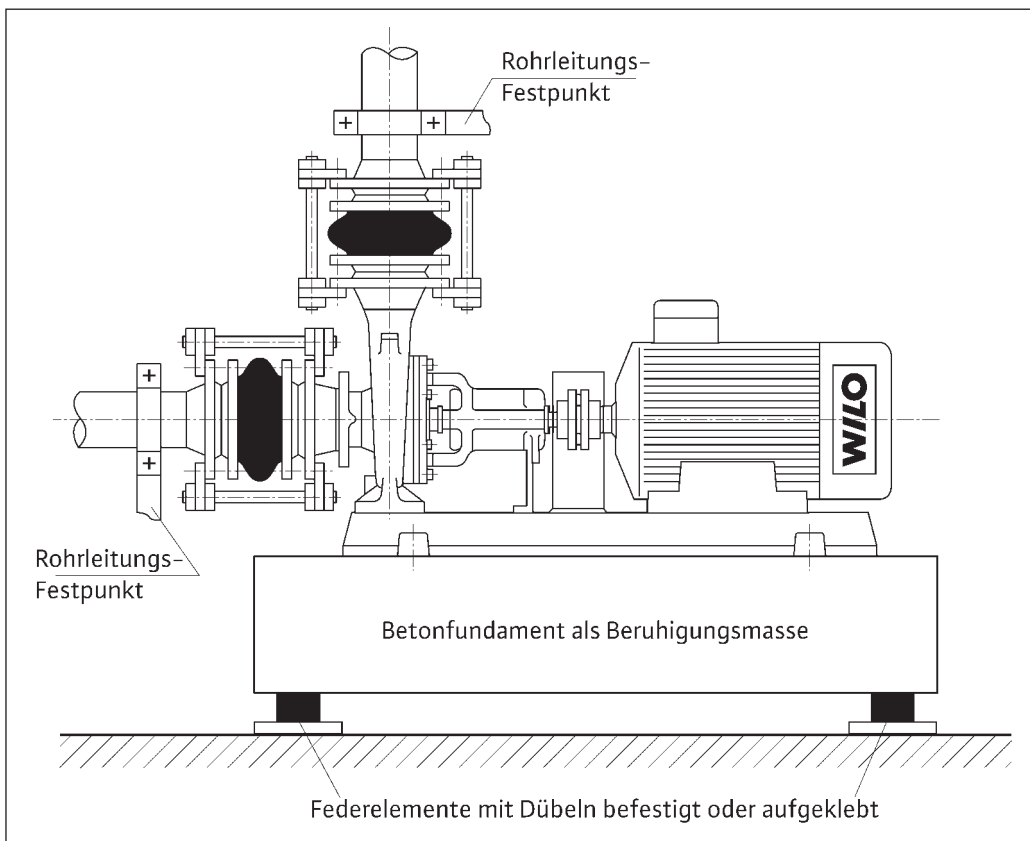
Das vom Elektromotor abgestrahlte Geräusch gehört nur bei Blockbauweise von Pumpe und Elektromotor zum Pumpengeräusch. Im Motor werden durch elektromagnetische Vorgänge Töne bei der doppelten Netzfrequenz (100 Hz) und abhängig von der Polzahl vorwiegend zwischen 600 und 1200 Hz verursacht. Von dem Lüfter des Motors geht, ähnlich wie bei der Pumpe, ein Rauschen mit einem großen Frequenzbereich aus. Dieses Rauschen wird von der Schaufelfrequenz des Lüfters überlagert. Der von der Pumpe direkt abgestrahlte Luftschall ist in benachbarten Aufenthaltsräumen dann ohne Bedeutung, wenn Decken und Wände des Betriebsraumes nach DIN 4109 Teil 3 gebaut wurden.

### Schallübertragung

Ganz andere Verhältnisse können durch die Übertragung von Körper- und Wasserschall entstehen. Falls sich Pumpengeräusche außerhalb des Aufstellungsraumes bemerkbar machen, so ist das mit großer Wahrscheinlichkeit auf die Übertragung von Körper- und/oder Wasserschall entlang der Rohrleitung oder über den Baukörper zurückzuführen. Entlang



■ Kompensator mit Längenbegrenzung.



■ Beispiel für eine perfekte Schallentkopplung einer Pumpe.

der Rohrleitung breitet sich Schall über die Wassersäule und über die Rohrwand aus. Die Praxis zeigt, dass meistens beides gleichzeitig vorkommt. Körper- und Wasserschall sind nicht direkt mit dem Ohr wahrnehmbar.

Rohre leiten wegen ihrer Elastizität Schwingungen sehr gut weiter und bilden ein ideales Übertragungssystem für Geräusche. Im Fall von Resonanz wird das Geräusch nicht nur weitergeleitet, sondern sogar verstärkt. Wie alle elastischen Körper haben auch Rohrleitungen so genannte Eigenfrequenzen, die von verschiedenen Einflussgrößen abhängig sind. Stimmt

zufällig die Eigenfrequenz der Rohrleitung mit der von der Umwälzpumpe ausgehenden Erregerfrequenz überein, stellt sich Resonanz ein. Dabei genügt eine sehr kleine Erregerenergie, um die Rohrleitung zu starken Schwingungen aufzuschaukeln. Das ist gleichbedeutend mit starker

Geräuschentwicklung. Untersuchungen haben gezeigt, dass Anlagen mit Eigenfrequenzen zwischen 50 und 1000 Hz häufig vorkommen. Damit ist die Möglichkeit von Resonanzerscheinungen immer gegeben. Eine Vorausberechnung von Rohrleitungseigenfrequenzen ist wegen der

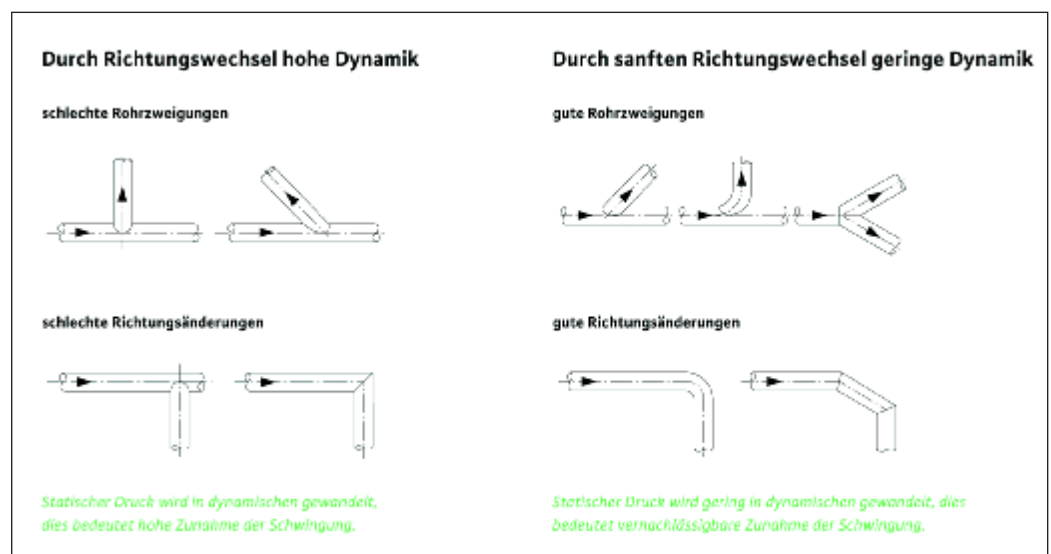
komplexen Zusammenhänge nicht möglich.

Geräusche in haustechnischen Anlagen werden in aller Regel als Körper- und Wasserschall über das Rohrleitungsnetz weitergetragen. Deshalb müssen Maßnahmen ergriffen werden, um die ungehinderte Fortleitung von Körper- und Wasserschall zu unterbinden. Die VDI-Richtlinie 2715 liefert dazu einige beachtenswerte Hinweise.

Steht eine Pumpe mit dem Baukörper direkt in Verbindung, so kann dieser zu Schwingungen angeregt werden. Ferner können über Rohrhalterungen Schwingungen in Wände und Decken eingeleitet werden. Zu beachten ist, dass die Rohrleitungs-Nennweite in der Regel gleich oder größer ist als die Anschlussnennweite der Pumpe. Die Tabelle 1 enthält nennweitenbezogene Empfehlungen für Strömungsgeschwindigkeiten im Anschlussstutzen der Pumpe, die zur Vermeidung von Geräuschen nicht überschritten werden sollten.

Einige Empfehlungen:

- Die Rohrleitung auf der Pumpeneintrittsseite soll auf einer Länge von wenigstens  $5 \times d$  gerade verlaufen,



■ Strömungen bedeuten immer Schwingungsenergie, die sich als Geräusch bemerkbar machen können.

■ **Tabelle 1: Anschlussnennweiten und empfohlene Strömungsgeschwindigkeiten im Anschlussstutzen der Pumpe.**

| Anschlussnennweite              | Strömungsgeschwindigkeit $v$ in m/s |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| <b>In Gebäudeinstallationen</b> |                                     |
| Bis 1 1/4" bzw. DN 32           | bis 1,2                             |
| DN 40 und DN 50                 | bis 1,5                             |
| DN 65 und DN 80                 | bis 1,8                             |
| DN 100 und größer               | bis 2,0                             |
| Fernleitungen                   | 2,5 bis max. 3,5                    |

um günstige hydraulische Bedingungen am Laufradeintritt zu schaffen.

- Bei Verringerung des Rohrquerschnitts sind plötzliche Querschnittsänderungen zu vermeiden. Das ist durch konische Übergangsstücke möglich.
- Ist mit der Bildung von Lufttaschen zu rechnen, sind exzentrische Übergangsstücke vorzusehen.
- Armaturen sollen in der Rohrleitung nicht unmittelbar nach dem Pumpenstutzen eingebaut werden, insbesondere nicht auf der Pumpeneintrittsseite. Auch hier wirkt sich ein Mindestabstand von  $5 \times d$  günstig auf die Geräuschentstehung aus.

### Kompensatoren

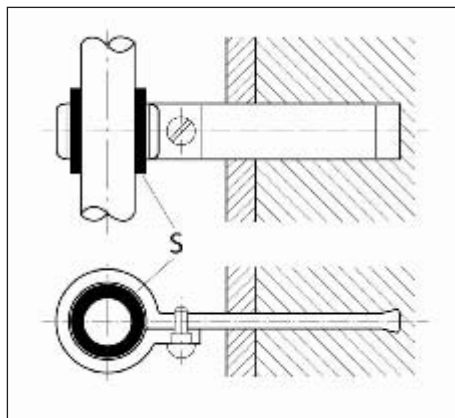
Die Ausbreitung von Wasser- und Körperschall über die Rohrleitungen lässt sich durch besondere Dämmmaßnahmen der Pumpe vermindern. Dabei ist darauf zu achten, dass die Betriebssicherheit der Pumpe nicht beeinträchtigt wird. Als Dämmelemente kommen folgende Kompensatoren infrage:

- Kompensatoren mit Längenbegrenzung ohne elastische Elemente (Lateralkompensatoren),

- Kompensatoren mit Längenbegrenzung und elastischen Elementen sowie Gummi-Metallflansche,
- Kompensatoren ohne Längenbegrenzung.

Bei Kompensatoren mit Längenbegrenzung ohne elastische Elemente wirken keine zusätzlichen Rohrleitungskräfte auf die Pumpenstutzen, dafür haben diese Kompensatoren eine geringe Dämmwirkung. Kompensatoren ohne Längenbegrenzung haben die größte Dämmwirkung. Bei ihnen wirken aber gleichzeitig die größten zusätzlichen Rohrleitungskräfte, die bei einer Pumpe mit Nennweite DN 100 und Nenndruck PN 10 theoretisch 16 000 N erreichen können. In der Praxis wirken wegen der begrenzten Elastizität der Kompensatoren jedoch nur Rohrleitungskräfte bis zur Hälfte dieses Wertes.

Der Kompensator mit elastischen Längenbegrenzern ist in vielen Anwendungsfällen der „vernünftige“ Kompromiss zwischen Geräuschdämmung und Stutzenkräften. Bei



■ **Rohrbefestigung mit Gummieinlage „S“ zur Dämmung der Schwingungen.**

der Anwendung von Dämmelementen ist deren begrenzte Lebensdauer und Empfindlichkeit gegen Heißwasser zu beachten.

### Schallentkoppelte Rohrleitung

Für ein optimales Rohrleitungsnetz müssen folgende Punkte beachtet werden:

- Fixpunkte und Dehnungsmöglichkeiten (Lyrabogen-Dehnungskompensator),
- Fehlzirkulationen verhindern,
- Formstücke sauber und strömungsgünstig einbauen,
- Durchflussgeschwindigkeit  $< 1 \text{ m/s}$ ,
- Verhinderung von Schall- und Schwingungsübertragung.

Beim Verlegen der Rohrleitungen ist darauf zu achten, dass an keiner Stelle eine starre Verbindung mit dem Baukörper entsteht. Die Rohrbefestigungen sollen körperschallgedämmt gestaltet werden. Hierauf ist vor allem auch beim Verlegen von Rohrleitungen unter Putz zu achten. Besondere Aufmerksamkeit ist auf die Rohrdurchführungen durch Wände und Decken zu verwenden. Der Fachhandel hat vorgefertigte Manschetten im Programm, die alle Anforderungen an eine gute Körperschallisolation erfüllen. Die Montage muss mit großer Sorgfalt durchgeführt werden. Jede Nachlässigkeit, auch an nur

einer Stelle, macht den gesamten Dämmaufwand zunichte.

### Armaturen als Geräuscherzeuger

In den Verteilanlagen von Heizungssystemen werden zur Leistungsanpassung und für Wartungsarbeiten Hähne, Klappen, Schieber und Ventile eingesetzt. In Drosselstellung befindliche Hähne, Klappen oder Schieber erzeugen bei hohen Geschwindigkeiten Geräusche. Besser geeignet sind Ventile. Sie erzeugen zwar trotz richtiger Dimensionierung und sorgfältigem hydraulischen Abgleich Geräusche, die aber im Normalfall zu keiner Beanstandung Anlass geben.

Allerdings besteht die Gefahr, dass bei in Drosselstellung befindlichen Regelventilen Pfeifgeräusche als Folge stark erhöhten Druckes und der damit erhöhten Durchflussgeschwindigkeit entstehen. Die technisch einwandfreie Lösung dieses Problems besteht im Einbau einer Druckdifferenzregelung. Dies kann durch geregelte Pumpen und Differenzdruckregler erreicht werden.

### Zusammenfassung

Fließgeräusche in Heizanlagen sind aufgrund von Schwingungen immer vorhanden. Doch durch eine gute Planung und Ausführung des Rohrleitungssystems sind die Geräusche in einem so geringen Maße vorhanden, dass sie nicht stören. Der Weg dahin führt über eine gute handwerkliche Ausführung und Beachtung der physikalischen Gesetze. ■