

Abgleich durch Rohrleitungsregelarmaturen

Hydraulik sicher im Griff

Bernhard Henke*

Der hydraulische Abgleich von Heizungs- und Klimaanlage ist eine physikalische Notwendigkeit. Zum einen ist es wichtig, daß ausreichend Wärme zur Verfügung steht, zum anderen soll nicht unnötig Energie erzeugt und verbraucht werden. Problemlöser hierfür sind Strangregulierungsventile, Durchfluß- und Differenzdruckregler.

Die DIN 18 380, Bestandteil der VOB Teil C, schreibt den Nachweis des hydraulischen Abgleiches vor: „Umwälzpumpen, Armaturen und Rohrleitungen sind durch Berechnung so aufeinander abzustimmen, daß auch bei den zu erwartenden wechselnden Betriebsbedingungen eine ausreichende Wassermengenverteilung sichergestellt ist und die zulässigen Geräuschpegel nicht überschritten werden.“ Mit Hilfe von voreinstellbaren Thermostatventilen, Strangregulierungsventilen, Durchfluß- und Differenzdruckreglern sowie geregelten Pumpen können die Forderungen erfüllt werden. Der Projektant muß nun entscheiden, durch welche Maßnahmen ein sparsamer und störungsfreier Betrieb der Anlage gewährleistet ist.

* Dipl.-Ing. Bernhard Henke, Produktentwicklung, F. W. Oventrop, 59939 Olsberg, Fax (0 29 62) 8 24 00

Verschiedene Betriebszustände

Um Klarheit zu bekommen, welchen Einfluß Strangregulierungsventile, Durchfluß- und Differenzdruckregler auf die hydraulischen Verhältnisse in den jeweiligen Strängen haben, wird zunächst die Wirkungsweise prinzipiell dargestellt. Bild 1 zeigt den Kennlinienverlauf eines Stranges in einer Zweirohrheizungsanlage. Dargestellt sind die Betriebspunkte Teillastbetrieb, Auslegungspunkt und Überlastbetrieb. Befindet sich der Betriebszustand im Bereich des Auslegungspunktes, so ist die Anlage

hydraulisch abgeglichen. Der Differenzdruck ist auf den notwendigen Wert begrenzt. Tritt nun der Überlastfall ein, so kann der Massenstrom des Stranges entsprechend zunehmen. Die Folge ist eine Unterversorgung der nachfolgenden Stränge. Dieser Zustand kann immer dann eintreten, wenn die Thermostatventile ganz öffnen, z. B. während der morgendlichen Aufheizphase. Im dargestellten Teillastfall ist zu erkennen, daß der Differenzdruck deutlich ansteigt. Dieser nun anstehende Differenzdruck muß in den Thermostatventilen abgebaut werden. Es können Geräuschpro-

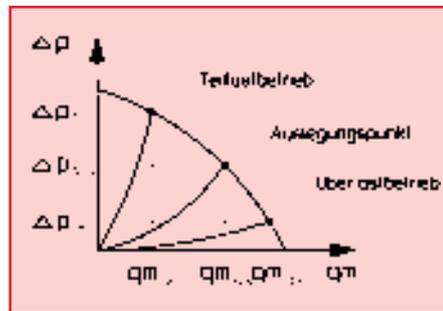


Bild 1 Kennlinie Strang ohne Regelventile

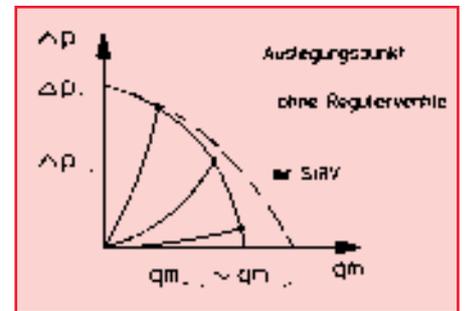


Bild 2 Kennlinie Strang mit Strangregulierungsventil

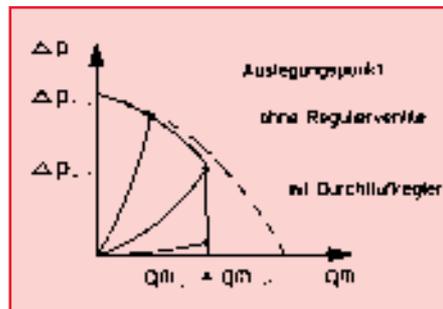


Bild 3 Kennlinie Strang mit Durchflußregler

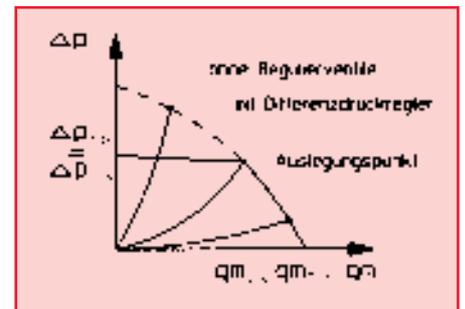


Bild 4 Kennlinie Strang mit Differenzdruckregler

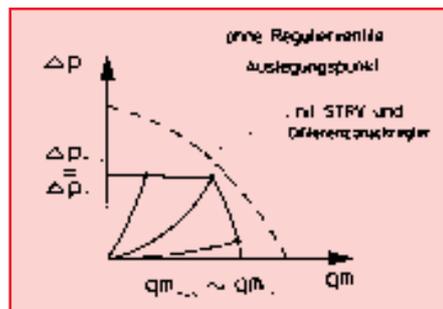


Bild 5 Kennlinie Strang mit Strangregulierungsventil und Differenzdruckregler

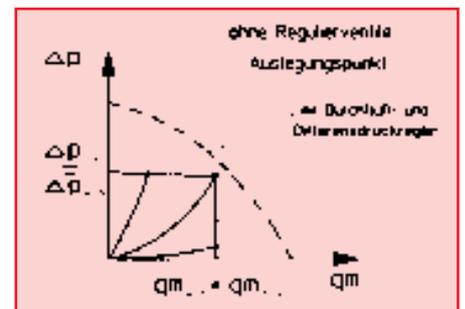


Bild 6 Kennlinie Strang mit Durchfluß- und Differenzdruckregler

bleme, verursacht durch den hohen Differenzdruck an den Thermostatventilen, entstehen. Der Teillastfall tritt in der Praxis sehr häufig auf.

Lösung für den Teillastfall

In dem Bild 2 ist die Kennlinie eines Stranges mit einem installierten Strangregulierventil dargestellt. Der Massenstrom des Stranges kann nur noch unwesentlich über den Auslegungsmassenstrom ansteigen. Die gleichmäßige Versorgung der Stränge ist sichergestellt. Das gleiche Ziel wird durch den Einsatz von Durchflußreglern erreicht. Die erzielte Regelqualität ist jedoch besser. Der Auslegungsmassenstrom entspricht hier dem maximalen Massenstrom. Mit diesen Armaturen kann somit die notwendige Versorgung der Stränge zu jeder Zeit sichergestellt werden. Beide Armaturen, Strangregulierventile und Durchflußregler, decken jedoch den Teillastfall nicht ab. Der



Bild 7 Strangregulierventil „Hydrocontrol“

unzulässige Anstieg des Differenzdruckes wird hier nur durch den Einbau eines Differenzdruckreglers vermieden. Das Ergebnis ist in Bild 4 dargestellt, wobei der maximal mögliche Differenzdruck hier dem Auslegungsdifferenzdruck entspricht.

Um nun eine gleichmäßige Wasserversorgung für alle Anlagenteile sicherzustellen und für den Teillastfall einen unzulässigen Differenzdruckanstieg zu verhindern, ist es sinnvoll, die Stränge gemäß dem Bild 5 mit Strangregulierventilen und Differenzdruckreglern auszustatten. Der Massenstrom kann nur noch geringfügig ansteigen. Die Versorgung aller Stränge ist immer gegeben, der Differenzdruck kann nicht wesentlich über den Auslegungsdifferenzdruck ansteigen. In Bild 6 ist nun die Kombination mit Durchflußregler und Differenzdruckregler dargestellt. Hier können sowohl der Differenzdruck im Teillast-

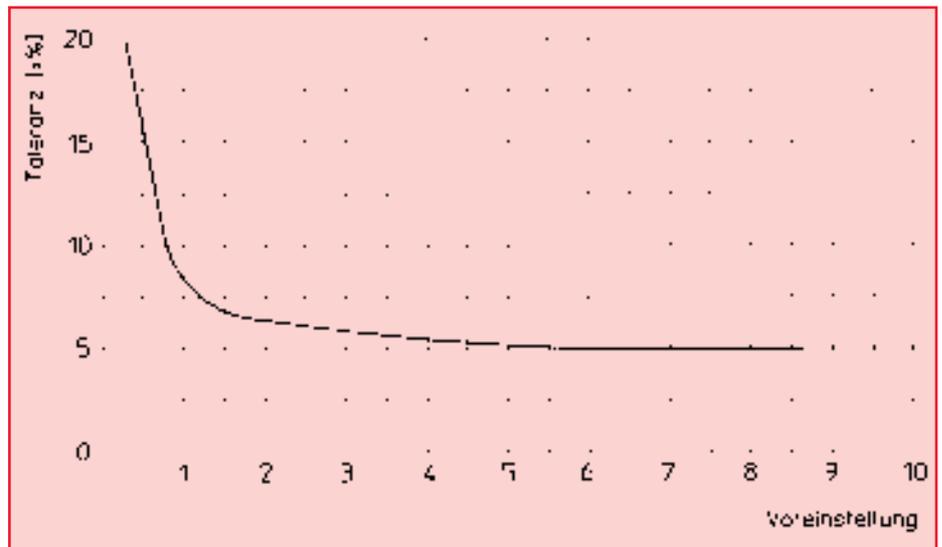


Bild 8 Durchflußtoleranzen in Abhängigkeit der Voreinstellung

bereich als auch der Massenstrom im Überlastbereich nicht mehr ansteigen. Der Strang ist hydraulisch optimal eingeregelt.

Regelarmaturen im Blickpunkt

Wie sieht nun beispielhaft der Aufbau von Strangregulierventil, Durchfluß- und Differenzdruckregler aus und worauf ist bei der Auslegung zu achten?

Strangregulierventil

Das in Bild 7 dargestellte Strangregulierventil bietet fünf Funktionen: Voreinstellen, Messen, Absperrern, Füllen und Entleeren. Die Anschlüsse der Meßventile und der Entleerungshähne sind gleich. Sie können daher beliebig getauscht werden und erlauben deshalb den Einsatz der Armatur sowohl in den Vor- als auch in den Rückläufen. Die stufenlose Feinstvoreinstellung mit einer Auflösung von mindestens 70 möglichen Voreinstellungen erlaubt die präzise Einstellung der Durchflüsse. Der an den Meßanschlüssen ermittelte Wert stimmt mit dem tatsächlichen Druckverlust des Ventiles nahezu überein.

Um den Durchfluß möglichst exakt einstellen zu können, ist die richtige Auslegung sehr wichtig. Zu kleine Voreinstellwerte

führen zu großen Durchflußtoleranzen. Die Regelqualität wird verschlechtert, und der Energieverbrauch wird unnötig angehoben. Dieser Zusammenhang ist in dem Bild 8 dargestellt. Voreinstellwerte kleiner 1 sollten möglichst vermieden werden. Damit ein geräuscharmer Betrieb gewährleistet ist, muß auch die Geräuschpegelgrenze beachtet werden.

Durchfluß- und Differenzdruckregler

Die beiden Durchfluß- und Differenzdruckregler, die in Bild 9 dargestellt sind, verwenden die Gehäuse der Strangregulierventile. Beide Armaturen bieten serienmäßig Füll- und Entleerungshähne und sind stufenlos einstell- und absperbar. Es ist somit keine zusätzliche Absperrarmatur erforderlich. Der maximale Differenzdruck



Bild 9 Durchflußregler „Hydromat Q“ mit Differenzdruckregler „Hydromat DP“

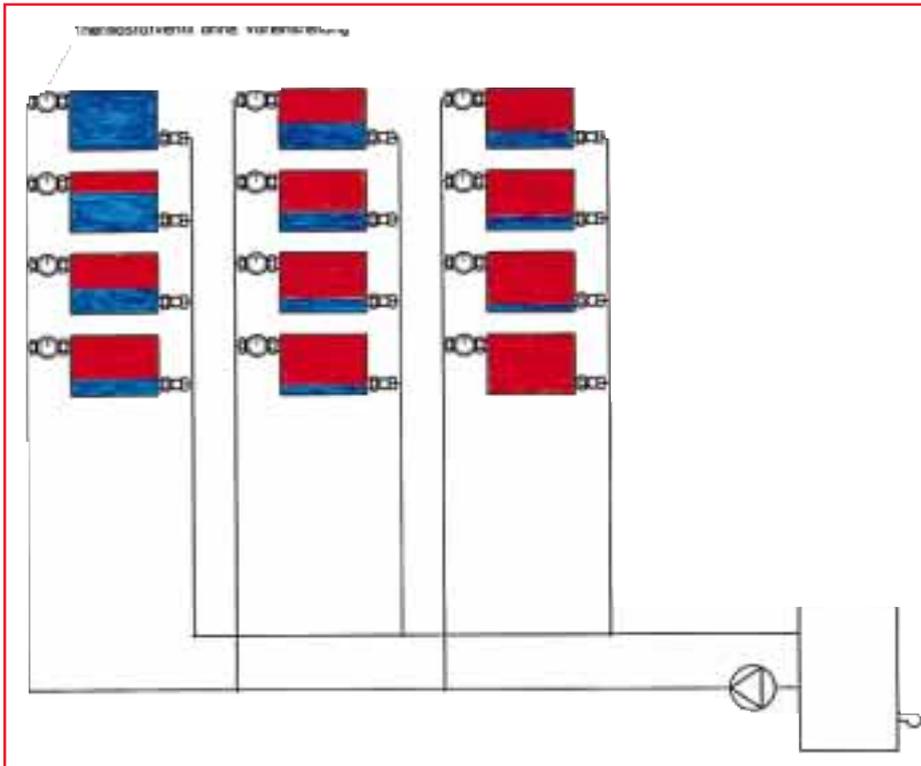


Bild 10 Strangschema ohne Regulierventile

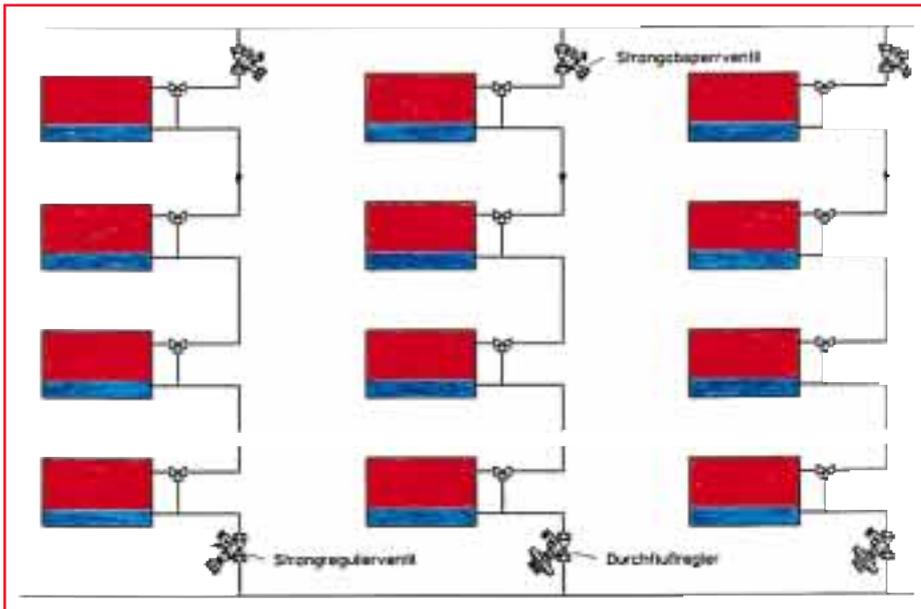


Bild 11 Schema Einrohrheizungsanlage

beträgt 2 bar. Für den Durchflußregler muß ein Mindestdifferenzdruck von 200 mbar zur Verfügung stehen, damit eine gute Regelung gegeben ist. Innerhalb dieses Differenzdruckbereiches ist ein geräuscharmer Betrieb gewährleistet.

Damit eine präzise Regelung erreicht wird, sind diese Regelarmaturen mit druckentlastetem Ventilkegel ausgestattet. Der Durchflußregler kann sowohl in dem Vorlauf als auch in dem Rücklauf eingesetzt werden. Der Sollwert kann hier beliebig blockiert und plombiert werden. Er ist direkt ablesbar. Große Durchflußbereiche zwischen 100 kg/h und 4000 kg/h eröffnen ein breites Anwendungsgebiet.

Der Differenzdruckregler muß in den Rücklauf eingesetzt und die Kapillarrohrleitung an den Vorlauf angeschlossen werden. Der direkt ablesbare Sollwert ist zwischen 50 und 300 mbar stufenlos einstell- und blockierbar. Abdecken lassen sich Durchflußbereiche zwischen 100 kg/h und 6400 kg/h.

Einsatz der Armaturen

In Bild 10 sind die Folgen einer mangelhaften Hydraulik zu sehen. Die hydraulisch ungünstig gelegenen Heizkörper werden unter- und die hydraulisch günstig gelegenen Heizkörper übertersorgt. Grundsätzlich muß zwischen Systemen mit konstanten Massenströmen und mit variablen Massenströmen unterschieden werden.

Systeme mit konstanten Massenströmen

Bleibt in einem System der Massenstrom bei allen Betriebszuständen nahezu konstant, so ist der hydraulische Abgleich durch den Einsatz von Strangregulierventilen bzw. Durchflußreglern zu erreichen. Zu diesen Systemen gehören z. B. Einrohrheizungsanlagen und Heizungen mit Lufterhitzern (Regelung durch Ventilatoren). Bild 11 zeigt eine Einrohrheizungsanlage, wie sie in den Plattenbauten der neuen Bundesländer sehr häufig vorzufinden ist. Der Massenstrom in den jeweiligen Strängen wird hier durch den Einsatz von Strangregulierventilen bzw. Durchflußreglern geregelt. Um die Voreinstellwerte an den Strangregulierventilen zu ermitteln, muß sowohl der Massenstrom als auch der Druckverlust über der Armatur bekannt sein. In der Regel werden diese Daten mit Hilfe eines Berechnungsprogrammes ermittelt. Der Druckverlust kann jedoch auch in bereits bestehenden Anlagen mit einem Meßgerät erfaßt werden. Mit Hilfe der Durchflußdiagramme kann nun die Voreinstellung abgelesen und manuell vorgenommen werden. Beispielsweise bietet Oventrop zu diesem Zweck einen Durchflußmeßcomputer an. Dieses Gerät mißt den Differenzdruck. Der Bediener gibt nun den Ventiltyp, die Voreinstellung und den gewünschten Durchfluß ein, und der Computer errechnet den richtigen Voreinstellwert. Um hier exakt messen zu können, sollte ein Mindestdifferenzdruck von 20 mbar zur Verfügung stehen. Ferner ist zu beachten, daß eine Änderung der Ventileinstellung sich auf die anderen

Strangreguliertventile des Systems niederschlägt. Je nach Anlagenbedingungen ändern sich auch die Durchflußwerte der anderen Strangreguliertventile.

Ist für die jeweiligen Stränge nur der Massenstrom bekannt, so empfiehlt sich der Einsatz von Durchflußreglern. Die Einregulierung ist hier denkbar einfach. Die Skala des Durchflußreglers wird auf den gewünschten Wert eingestellt. Der Regler hält nun

Systeme mit variablen Massenströmen

Bei diesen Systemen muß neben der Wasserverteilung im Auslegungsfall auch der Überlast- und der Teillastfall beachtet werden. Die VOB trägt diesen Betriebszuständen Rechnung, indem eine ausreichende Wassermengenversorgung für jeden Betriebszustand gefordert wird. Dabei dürfen

bleme sicher vermieden, indem sie für eine optimale Wasserverteilung in den jeweiligen Strängen im Auslegungs- bzw. Überlastfall sorgen. Den Strängen mit zu großem Differenzdruckangebot wird ein entsprechender zusätzlicher Widerstand durch den Einbau dieser Armaturen zugeordnet. Das hydraulische Gleichgewicht ist hergestellt, und die Stränge werden immer mit dem notwendigen Massenstrom versorgt.

Für den Teillastbetrieb sind Differenzdruckregler einzubauen. Greifen die Thermostatventile in die Regelung ein, so wird lediglich der Massenstrom reduziert. Die Differenzdruckregler sorgen dafür, daß die Druckdifferenz an den Thermostatventilen konstant bleibt. Das Ergebnis ist eine gute Regelung der Raumtemperaturen und ein geräuscharmer Betrieb der Thermostatventile. Der Einbau von Differenzdruckreglern ist immer sinnvoll, wenn der anstehende Pumpendruck ca. 200 mbar übersteigen kann. Durch den Einsatz von regelbaren Pumpen wird die Problematik des zu hohen Differenzdruckes zwar gemildert, aber normalerweise nicht ausreichend beseitigt. Die Erklärung liegt darin, daß die Pumpen, um eine ausreichende Versorgung der Heizungsanlage sicherzustellen, in der Regel mit Differenzdrücken größer 200 mbar betrieben werden müssen. Zentral geregelte Pumpen und dezentrale Differenzdruckregler können sich sinnvoll ergänzen. Für einen störungsfreien Betrieb ist die richtige Auslegung Voraussetzung (Bild 12).

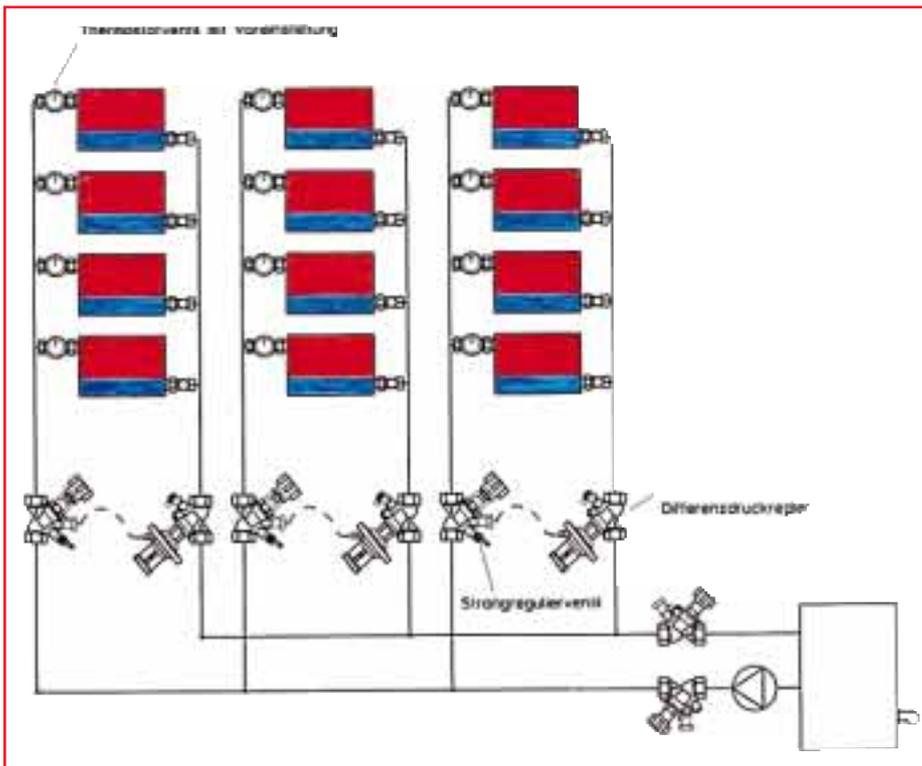


Bild 12 Strangschemata mit Strangreguliertventilen in den Vorläufen und Differenzdruckreglern in den Rückläufen

den eingestellten Durchfluß in dem jeweiligen Strang konstant. Zu beachten ist jedoch, daß die Regler einen Arbeitsdifferenzdruck von 200 mbar benötigen. Eine Beeinflussung der Regler untereinander durch Änderung der Einstellwerte findet nicht statt. Das doch zeitintensive Einregulieren entfällt. Bei Bedarf können die Einstellungen der Strangreguliertventile und der Durchflußregler plombiert werden.

die zulässigen Geräuschpegel jedoch nicht überschritten werden. Diese Ziele werden für die Heizkörper durch voreinstellbare Thermostatventile erreicht. Da aber im praktischen Betrieb die Thermostatventile ständig öffnen und schließen, ändern sich auch die Druckverhältnisse in den Strängen entsprechend. Bemerkbar machen sich diese Schwankungen durch ungleichmäßige Erwärmung von Gebäudeteilen, insbesondere während der Aufheizphase. Hydraulisch günstige Heizkörper werden überversorgt, hydraulisch ungünstig gelegene Heizkörper werden unterversorgt. Im Teillastbereich kann der Differenzdruck an den Thermostatventilen bis auf den Pumpendruck ansteigen, was zu einem schlechten Regelverhalten und auch zu unerwünschter Geräuschentwicklung der Thermostatventile führen kann. Durch den Einsatz von Strangreguliertventilen bzw. Durchfluß- und Differenzdruckreglern werden diese Pro-

Um einen sparsamen Betrieb und eine einwandfreie Funktion der Heizungs- und Klimaanlage zu gewährleisten, ist eine Berechnung durchzuführen. Hierfür stehen entsprechende Berechnungsprogramme zur Verfügung. Anhand dieser Planung können die erforderlichen Armaturen optimal ausgelegt und ausgewählt werden. Die Forderungen der Norm werden für die jeweiligen Stränge durch den Einsatz von Strangreguliertventilen bzw. Durchfluß- und Differenzdruckreglern erfüllt. Empfehlenswert sind Ventile und Regler mit kleinen Durchflußtoleranzen. Auch sollte darauf geachtet werden, daß die Armaturen absperrbar und mit Füll- und Entleerungsmöglichkeiten für die Stränge ausgerüstet sind. Es besteht dann die Möglichkeit, einzelne Stränge für Wartungs- bzw. Reparaturarbeiten stillzulegen. □