

NACHHALTIGKEIT DURCH EINE EINFACHE ANLAGENTECHNIK

Kostenersparnis durch eine Leistungsregelung

Einen sehr einfachen Anlagenaufbau bei Heizung und Lüftung stellt die hydrodynamische Wasser-Wärme-Verteilung dar. Mithilfe geregelter Wasserstrahlpumpen, die auch Dreivegeinjektorventile heißen und die gleichzeitig Regelventile sind, gelingt eine sparsame, effektive Leistungsregelung.

Marc Gebauer

Eine optimale Regelung in der Heizungs- und Lüftungstechnik dient der Komfortverbesserung und der Energieeinsparung. Zu einer Optimierung gehört auch die Verringerung der Rücklauftemperatur, was insbesondere bei regenerativer Wärmeerzeugung oder bei Fernwärmanlagen wichtig ist. Durch eine optimale Temperaturdifferenz wird der Anschlusswert verringert und gleichzeitig die Kapazität des Rohrleitungsnetzes erhöht.

Herkömmlicher Anlagenaufbau mit elektrodynamischer Wasser- Wärme-Verteilung

Die Warmwasserheizung wurde erstmalig Mitte des 18. Jahrhunderts in England und Frankreich eingeführt. Der Umlauf des Heizwassers

erfolgte durch Schwerkraft. Durch häufigere oder geringere Brennstoffzufuhr in den Heizkessel wurde das Heizwasser sowohl hinsichtlich der Temperatur als auch des Massenstromes variiert. Anfang des 20. Jahrhunderts begann die Verbreitung der Warmwasserheizung durch die Verwendung von Pumpen zur Überwindung größerer Leitungslängen. Der heutige Anlagenaufbau mit Rückschlagklappen, Differenzdruckreglern, Motorregelventilen und Umwälzpumpen muss infrage gestellt werden. Bild 1 zeigt beispielhaft eine solche Armaturenvielheit /1/. In dieser Anlagenkonstellation regelt das Motorventil eine Temperatur, die Umwälzpumpe fördert eine Wassermenge. Dieser Massenstrom steht in

keinem Zusammenhang mit der Temperaturregelung des Ventils. Der Temperatur-Regelkreis und die Mengenregelung der Umwälzpumpe sind nicht regelungstechnisch verknüpft miteinander. In einer Zweirohrheizung wird je nach Stellung der Thermostatventile eine variable Menge umgewälzt. Da dieser Massenstrom nicht automatisch an die Rohrnetzlinie angepasst werden kann, werden zusätzlich Strang-Differenzdruckregler verbaut /2/. In einer Lüftungsanlage mit Beimischregelung wird im gesamten Lastbereich eine konstante Wassermenge gefahren, d.h. bei 10 % Last werden 100 % Massenstrom umgewälzt. Kann das eine effiziente Technologie sein?

Der durch „moderne“ Berechnungsprogramme ermittelte Armaturenüberfluss ist oft nicht notwendig. Nach heutigem Stand der Technik ist eine Leistungsregelung ($Q = m \cdot c \cdot \Delta T$) der Verbraucher mit einem Stellglied ohne Differenzdruckregler und ohne Umwälzpumpen die nachhaltigste Variante. Da diese Variante an vielen Hochschulen noch nicht gelehrt wird, ist ihr Bekanntheitsgrad entsprechend gering.

Die Zufuhr von Wärme- bzw. Kälteenergie [kWh] in ein Gebäude wird geregelt entsprechend der Gleichung $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

$Q =$ Wärmeleistung [kW],

$m =$ Massenstrom [m^3/h],

$c =$ spezifische Wärmekapazität von Wasser [4,18 J/(g K) \approx 1,16 kW/m³/h*K]

$\Delta T =$ Temperaturdifferenz zwischen dem Verbrauchervorlauf und -rücklauf [K]

Die Vorlauf- bzw. Zulufttemperaturen in Heizungs- und Lüftungsanlagen dienen zwar als Zustandsgrößen zur Regelung der Energieströme, aber die Aufgabe der Regelung ist der optimale Transport der Energiemenge [kWh] in ein Gebäude oder in einen Raum zum Ausgleich der Energieverluste.

Die Zielsetzung der Schwerkraftheizung des 18. Jh. und der heute installierten Anlagen mit Armaturenvielheit ist ähnlich. Über Heizungswasser wird die notwendige Wärmeenergie in die Abnehmerkreise transponiert. Die physikalischen Gesetzmäßigkeiten haben sich im Gegensatz zur Technik nicht geändert. Die Interpretation der Gleichung oben macht deutlich: Die zur Verfügung zu stellende Wärmeleistung Q kann über die variablen Größen Massenstrom m [m^3/h] und Temperaturdifferenz ΔT [K] geregelt werden. Dieses Verhältnis gilt es zu optimieren. Die Umwälzung von Wasser verursacht Betriebskosten in Form von Elektroenergie für die Pumpen. Je geringer die Wassermenge ist, die durch Heizungs- und Lüftungsanlagen gewälzt wird, desto geringer ist die benötigte Umwälzpumpenenergie. Eine Verringerung des Massenstroms im Teillastbereich verursacht gemäß der Gleichung oben eine Erhöhung der Temperaturdifferenz zwischen dem Verbrauchervorlauf und -rücklauf bei der Übertragung einer gleichen Leistung. Die mittlere Heizkörpertemperatur bzw. die mittlere Heizregistertemperatur ist aber bei beiden Varianten annähernd gleich. Wird also die Vorlauftemperatur um 2K gegenüber der normalen Heizkurve erhöht, stellt sich die

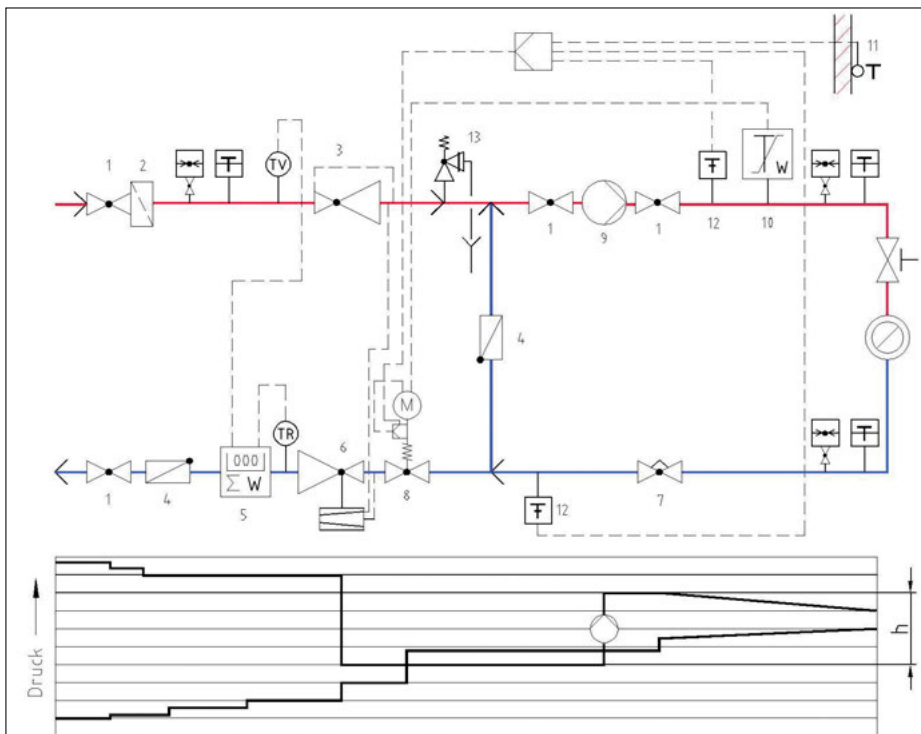


Bild 1: „Anlagenaufbau einer Einspritzregelung mit Durchgangsregelventil und Umwälzpumpe nach dem Merkblatt AGFW FW 517“

1. Handabsperrentil, 2. Schmutzfänger; 3. Sicherheitsabsperrentil mit Druckminderer (optional); 4. Rückschlagklappe, 5. Wärmehähler mit Fühler, 6. Volumenstromdifferenzdruckregler, 7. Handabsperrentil u. Abgleichventil, 8. Motorregelventil, 9. Elektrische Umwälzpumpe, 10. Temperaturwächter (optional), 11. Außenfühler, 12. Vorlauffühler, 13. Sicherheitsventil (optional)

INFO

Das Funktionsprinzip der Strahlpumpe

Mithilfe der Energie des Treibstrahls bzw. Vorlaufs saugt die Strahlpumpe, auch Dreiwegeinjektorventil oder Jetomat genannt, Wasser aus dem Rücklauf an und wälzt es über den Verbraucherkreis ohne Umwälzpumpe um, wobei die angesaugte Menge mithilfe der Düse regelbar ist. In der damit erhaltenen Mischung ergibt sich die optimale Temperatur und Menge für den Verbraucherkreis. Darüber hinaus sind so auch die Rücklauftemperaturen deutlich niedriger als bei einer konventionellen Lösung mit Regelventil und Umwälzpumpe und können zusätzlich sehr genau überwacht werden.

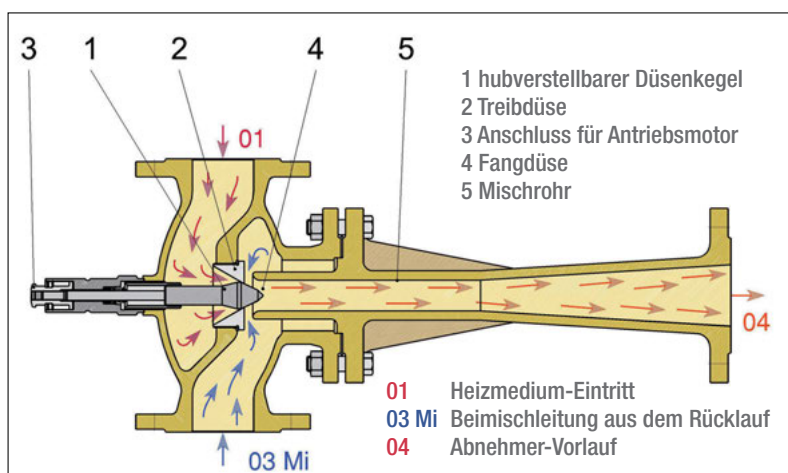
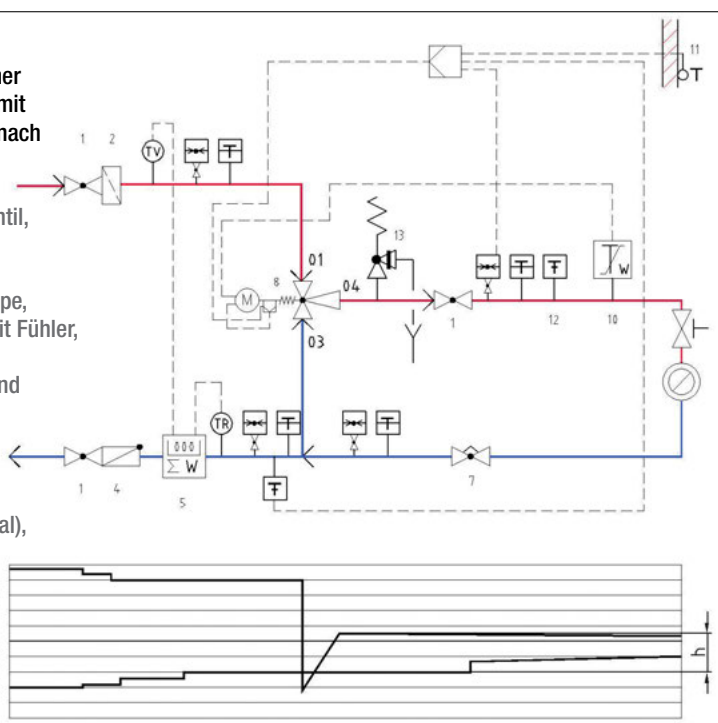


Bild 2: Die Wasserstrahlpumpe oder das Dreiwegeinjektorventil.

Bild 3: „Anlagenaufbau einer Leistungsregelung mit einer Strahlpumpe nach dem Merkblatt AGFW FW 517“

1. Handabsperrentil,
2. Schmutzfänger,
3. -,
4. Rückschlagklappe,
5. Wärmezähler mit Fühler,
6. -,
7. Handabsperrentil und Abgleichventil,
8. Strahlpumpe,
9. -,
10. Temperaturwächter (optional),
11. Außenfühler,
12. Vorlauffühler,
13. Sicherheitsventil (optional)



Massenstroms nur noch 1/8 des Wertes gegenüber der konventionellen Temperaturregelung /4/. Je nach dem Effizienzfaktor der Umwälzpumpe gemäß der DIN V 18599 Teil 5 sinkt der Elektroenergiebedarf auf ca. 1/16 bis 1/32 (!). In der Dokumentation des Verbandes Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. VDMA 24199 /5/: „Regelungstechnische Anforderungen an die Hydraulik bei Planung und Ausführung von Heizungs-, Kälte, Trinkwarmwasser- und Raumlufttechnischen Anlagen“ ist die Beschreibung der Leistungsregelung mittels Strahlpumpen an einem differenzdruckbehafteten Rohrleitungsnetz ebenfalls erläutert. Viele Anlagen in Deutschland wurden bereits mit der Leistungsregelung ausgestattet. Namhafte Nutzer dieser Technologie sind Airbus, Deutsche Bahn, Bundeswehr, VW Werke, Gebäude der Rentenversicherung Bund und viele Krankenhäuser, Verwaltungen und Schulen. An der TU Chemnitz wurde 2012 ein Neubau in Betrieb genommen und an der TU Rostock und im Freizeitbad Braunschweig werden aktuell je ein Neubau mit der effizienten Leistungsregelung ausgerüstet.

www.baelz.de

Rücklauftemperatur um 2K geringer ein. Eine Regelung mit Strahlpumpen setzt diesen Zusammenhang sehr gut um. Die Möglichkeit der Erhöhung der Temperaturdifferenz durch eine Regelung der Leistung bringt den Vorteil einer geringeren Rücklauftemperatur mit sich.

Anlagen mit Leistungsregelung über hydrodynamische Wasser- Wärmeverteilung

Weitere Grundanliegen der Leistungsregelung sind ein einfacher Anlagenaufbau und die Nutzung des in Nahwärmenetzen meistens vorhandenen Netzdruckdifferenzdruckes durch den Einsatz geregelter Wasserstrahlpumpen, die auch Dreiwegeinjektorventile genannt werden (Bild 2). Die Strahlpumpen sind Regelventile und sorgen gleichzeitig mit der Umwälzung des Heizwassers für die Beimischung des Rücklaufwassers zur Temperaturregelung /3/. Damit wird die zugeführte Leistung mit nur einem Stellglied geregelt. Der Anlagenaufbau ist in (Bild 3) dargestellt.

In der Darstellung (Bild 4) ist die berechnete Heizkurve für beide Varianten veranschaulicht.

Nur unter Vollastbedingungen bei hier -14° C Außentemperatur sind die Variante der Temperaturregelung mit Regelventil + Umwälzpumpe und die Variante der Leistungsregelung mit Strahlpumpe übereinstimmend. Mit zunehmendem Teilastverhalten kann durch die Leistungsregelung eine geringere Rücklauftemperatur erreicht werden und gleichzeitig wird die umzuwälzende Wassermenge kleiner. Die Leistungsregelung ist bei Heizungsanlagen und bei Lüftungsanlagen die effizientere technische Lösung.

Bei der Verdopplung der Temperaturpreizung halbiert sich die umzuwälzende Wassermenge bei gleicher Leistung. Damit verringert sich der Druckabfall der Anlage auf ein 1/4. Bei 1/4 Förderhöhe beträgt die hydraulische Energie zur Umwälzung des

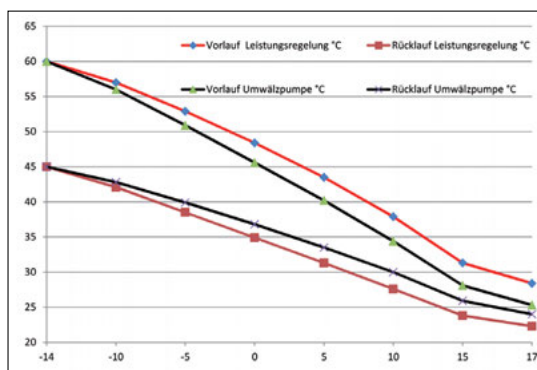


Bild 4: Beispiele für Heizkurven mit Leistungsregelung oder mit Umwälzpumpe (schwarz).