

Massenstrom anpassen statt kaltes Heizwasser umwälzen

Leistungsanpassung in Heiz- und Kühlkreisen durch kombinierte Regelung von Temperatur und Volumenstrom

Prof. Dr.-Ing. Alexander Floß, Hochschule Biberach
Wolfgang Heintl, freier Fachjournalist

Konventionelle Beimischschaltungen stellen im Teillastbetrieb die Mediumtemperatur durch Mischen ein. Das Heiz- oder Kaltwasser wird dabei jedoch mit unvermindertem Volumenstrom durch den Kreis transportiert. Das Regelsystem Boa-Systronic von KSB koordiniert das Zusammenspiel von Regelarmaturen und Umwälzpumpe so, dass im Heiz- oder Kältekreis nicht nur die Temperatur, sondern auch der Massenstrom der benötigten Leistung angepasst wird. Über alle Lastsituationen hinweg läuft die Pumpe damit stets nahe der Anlagenkennlinie. In welcher Höhe sich damit der Pumpenstromverbrauch reduzieren lässt, hat das Institut für Gebäude- und Energiesysteme der Hochschule Biberach an einer RLT-Versuchsanlage untersucht.



Die Optimierung der Wärmeverteilung in bestehenden Heizungsanlagen von Wohngebäuden wird durch die KfW-Sonderförderung in Höhe von 25% der Kosten bezuschusst.

Das Einsparpotenzial für den Pumpenstromverbrauch ist durch das Verhältnis von der hydraulischen Förderenergie zur aufgenommenen elektrischen Antriebsenergie des Pumpenmotors gegeben. Bedarf und Nachfrage zur Nutzung dieses Sparpotenzials sind offenbar vorhanden, wie die Ergebnisse einer Umfrage der Deutschen Energie-Agentur (dena) zur Energieeffizienz bei Entscheidungsträgern aus Unternehmen in Industrie und Gewerbe zeigen [1]: Zu den wichtigsten Gründen für Maßnahmen zur Energieeffizienz zählen mit einer durchschnittlichen Nennung von 73 % zu hohe Energiekosten bzw. die Erwartung steigender Energiepreise. Bei einem Großteil der insgesamt

500 befragten Unternehmen belaufen sich die jährlichen Energiekosten auf mehr als 200.000 Euro pro Jahr.

Unternehmen wie die an der Umfrage Beteiligten haben beispielsweise Bürogebäude und Produktionshallen zu beheizen und zu kühlen. Mit einem Anteil von 22 % liegen Maßnahmen zur Effizienzsteigerung der Wärmetechnik (Heizungsanlagen, Wärmerückgewinnung, Wassererwärmung) noch vor Energiesparmaßnahmen bei Beleuchtung (16 %) oder Wärmedämmung der Gebäudehülle (7 %). Bei den Energiearten wiederum haben Maßnahmen zur Reduzierung des Stromverbrauchs nach der Umfrage mit 12 % den größten Anteil. An diesem Punkt setzt das von KSB ent-

wickelte Regelsystem an, das den Stromverbrauch von Pumpen in Heizungs- und Kälteanlagen reduziert.

KOSTEN FÜR DEN PUMPENSTROM STEIGEN MIT DER ANLAGENGRÖSSE

In Heizungsanlagen verbrauchen Umwälzpumpen elektrische Energie für den Transport des Heizwassers zwischen Wärmeerzeuger und Wärmeabnehmern. Bei großen Anlagensystemen mit weitläufigen Verteilungen und einer Vielzahl von Heizkreisen ist auch eine entsprechende Zahl von Heizungs-Umwälzpumpen in Betrieb. Die Stromkosten für die Pumpen fallen in diesen Größenordnungen durchaus ins Gewicht – nicht nur in Gewerbeobjekten,

Aller guten Dinge sind 3

Mehrwert von GC



Unschlagbare Markenvorteile:

- nicht im Baumarkt erhältlich
- nicht im Internet erhältlich
- 1 Jahr Preisgarantie

VIGOUR
Pure Lebenskraft im Bad

A vertical advertisement for Vigour featuring a large, curling blue wave. The text 'Freude', 'Leben', 'Spaß', 'Kraft', and 'Lust' is written vertically in white on the right side of the wave.

Freude
Leben
Spaß
Kraft
Lust

CONEL
CONNECTING ELEMENTS

„Mit innovativen Systemen schaffen wir effiziente Lösungen für das professionelle Handwerk.“

COSMO
GUTES KLIMA
BESSER LEBEN

A vertical advertisement for Cosmo showing a smiling man and woman peeking over a white sheet in a bed. The background is a bright, cloudy sky.

GC SANITÄR- UND HEIZUNGS-HANDELS-CONTOR GMBH

ORCA AWA
kostenlose Testversion einfach anfordern!

- Ausschreibung
- Vergabe
- Abrechnung

www.orca-software.com

ORCA Software GmbH • Telefon +49(0)8031-40688-0
Kunstmühlstraße 16 • D-83026 Rosenheim

sondern auch in Krankenhäusern, öffentlichen Einrichtungen, Flughafengebäuden oder Hotels. In gleicher Weise trifft dies auch für Kältesysteme zu, die in diesem Beitrag zwar nicht behandelt werden, deren energetisches Einsparpotenzial jedoch noch wesentlich höher anzusetzen ist. In der Heizungstechnik ist es mittlerweile unbestritten, dass sich mit der Optimierung der Anlagenhydraulik die Energieeffizienz deutlich steigern und damit die Betriebskosten entsprechend reduzieren lassen. Für den Pumpenstromverbrauch gilt in diesem Zusammenhang, dass sich nach der Gleichung $P_2 = P_1 (n_2 / n_1)^3$ die auf-

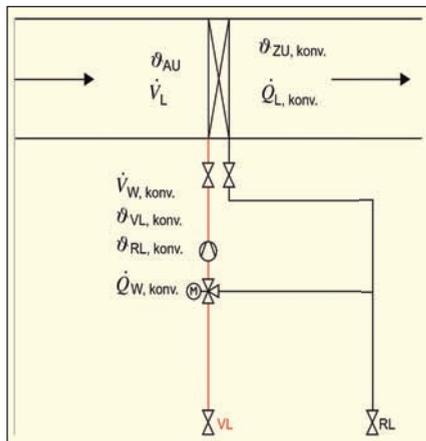


Abb.2: Schema des Versuchsaufbaus mit konventioneller Beimischschaltung über einen Dreiwegemischer

genommene elektrische Leistung P in dritter Potenz zur Pumpendrehzahl n verhält. Als – zumindest theoretische – Faustformel gilt hierbei, dass die Halbierung der Drehzahl die benötigte Antriebsenergie auf rund ein Achtel vermindert.

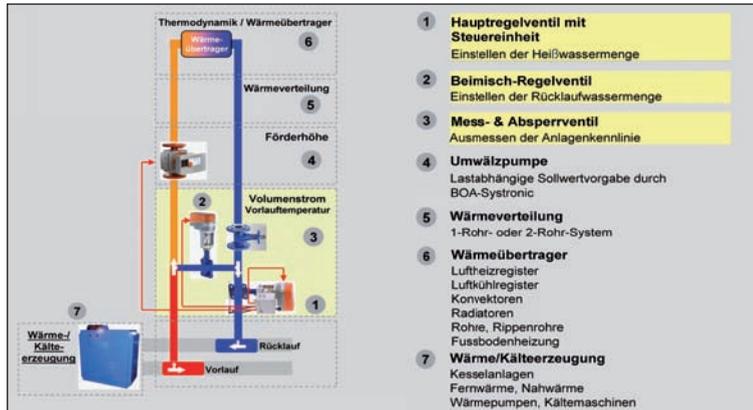


Abb.1: Die hydraulische Regelung ist ein mengenvariables hydraulisches System. Die Steuerung am Hauptventil liefert den passenden Förderhöhen-Sollwert an die Umwälzpumpe.

KONVENTIONELLE BEIMISCHSCHALTUNG VERÄNDERT NUR DIE TEMPERATUR

Um die Wirkungsweise des von KSB entwickelten Regelsystems zu verdeutlichen, wird zunächst die konventionelle Beimischschaltung betrachtet. Diese Schaltung stellt ein mengenkonstantes hydraulisches System dar. Dieses passt die abgegebene Heizleistung über einen Dreiwegemischer durch Änderung der Heizwassertemperatur an, Abb.2. Das Regelorgan vermischt dazu heißes Vorlaufwasser mit abgekühltem Rücklaufwasser. Die am Heizkreis angeschlossenen Verbraucher werden so mit der Temperatur

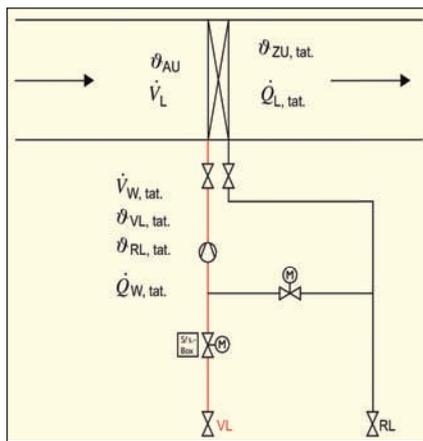


Abb.3: Für die messtechnische Untersuchung wurde ein zweiter Heizkreis mit Boa-Systemronic aufgebaut. Diese Heizkreisregelung stellt ein mengenvariables hydraulisches System dar, dessen Merkmal die Leistungsanpassung durch Veränderung von Volumenstrom und Temperatur ist.

versorgt, die dem momentanen Wärmebedarf entspricht. Der Massenstrom über dem Verbraucher bleibt dabei konstant, Abb. 6. Im Teillastbetrieb fördert die Um-

wälzpumpe damit überwiegend kaltes Wasser durch den Heizkreis – mit nachteiliger Auswirkung auf die hydraulische Energieeffizienz. Zur Charakteristik der Beimischschaltung zählt auch, dass die – im Allgemeinen übliche – witterungsgeführte Regelung keinen direkten Einfluss auf die Umwälzpumpe nimmt. Förderhöhe und -menge bleiben über alle Lastsituationen hinweg konstant. Die Förderleistung der Pumpe wird nur dann angepasst, wenn die Raumtemperatur beispielsweise über Thermostatventile geregelt wird. Diese erzeugen beim Schließen einen erhöhten Druckabfall im System, woraufhin die Pumpe den Massenstrom reduziert.

REGELKONZEPT BERUHT AUF EINFACHEM PRINZIP

Die hydraulische Heizkreisregelung ist dagegen ein **mengenvariables hydraulisches System**, dessen Merkmal die Leistungsanpassung durch Veränderung von Volumenstrom und Temperatur ist. Der Ansatz für die Entwicklung dieses Regelkonzepts war, im Heizkreis das Zusammenspiel von Anlagenhydraulik und Umwälzpumpe so zu regeln, dass im Teillastbetrieb die Förderleistung dem erforderlichen Volumenstrom angepasst wird. Das Regelsystem BOA-Systemronic besteht aus vier Komponenten, Abb. 1:

1. Messventil, das bei der Inbetriebnahme der Anlage den Ist-Volumenstrom am Hauptverteiler ermittelt. Mit diesem Messsignal werden Fördermenge und -höhe der Umwälzpumpe auf den Auslegungspunkt des Heizkreises angefahren.



Abb.4: Die Komponenten des von KSB entwickelten Regelsystems: Mess- und Regelventil BOA-Control IMS mit Messcomputer Boatronic (li.), Hauptventil mit Steuereinheit Systrobox (M.), Regelventil für die Beimischleitung (re.)

2. Hauptventil, das im Heizkreis die Vorlauftemperatur regelt, während
 3. die Volumenstromregelung durch eine drehzahlgeregelte Hocheffizienz-Umwälzpumpe erfolgt.
 4. Regelventil, das in der Beimischleitung zwischen Vor- und Rücklauf eingesetzt wird und den Volumenstrom im Heizkreis weiter reduziert, sofern die Pumpenleistung bereits ihr Minimum erreicht hat.
- Der Systemgedanke ist, unabhängig von

zusätzlichen Regelorganen in der Wärmeverteilung die Förderleistung der Umwälzpumpe dem jeweiligen Wärmebedarf anzupassen. Dazu wird die Heizkennlinie zu höheren Vorlauftemperaturen verschoben. Der Regler addiert intern den Betrag ΔT auf den Sollwert der Vorlauftemperatur [2]. Die Heizleistung wird damit durch Variation der Spreizung und des Volumenstroms reguliert. Dazu korrespondieren die KSB-Regelventile mit der übergeordneten Regelung des Heiz-

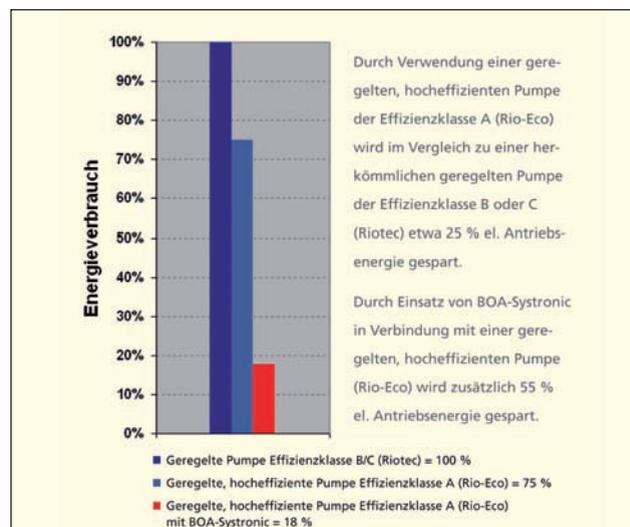


Abb.5: Das Regelsystem spart zusätzlich zur Hocheffizienzpumpe noch einmal etwa 55% elektrische Hilfsenergie ein.

systems. Über die Regelung sind die Komponenten intelligent miteinander verknüpft. Bei der Anhebung der Vorlauftemperatur bleibt die thermische Leistung durch das proportionale Verhältnis zwischen Volumenstrom und Temperaturdifferenz nach der Gleichung $Q = V \cdot c \cdot \Delta T$ konstant. Der prinzipielle Unterschied zur konventionellen Beimischschaltung besteht darin, durch eine sinnvolle Kombination von Temperaturregelung und Volumenstromregelung sowohl die

Regelsystem BOA-Systemic

Das System regelt in der Anlagenhydraulik das Zusammenspiel von Regelventilen und Umwälzpumpe. Zu den Einsatzbereichen zählen nach Informationen des Herstellers Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage (versorgungstechnische Einrichtungen) in Krankenhäusern, Schulen oder Bürogebäuden sowie allen Arten von öffentlichen und privaten Gebäuden beliebiger Größe.

Als Wärmeerzeuger bieten alle konventionellen Kesselanlagen sowie Brennwert-/Kondensationskessel geeignete Voraussetzungen. Das System findet ebenso Verwendung in Nahwärme- und Fernwärmanwendungen (z.B. in Übergabestationen). Darüber hinaus ist das System auch in Verbindung mit Kälteanlagen und bei Wärmepumpen wirtschaftlich einsetzbar, weil die zusätzlich eingesparte Pumpenenergie in der Regel größer ist als die zusätzliche Energieaufnahme des Kälteaggregates zur Bereitstellung der geringeren Vorlauftemperatur. Die durchgängige Systemlösung ermöglicht in fast allen HLK-Anwendungen zur

Raumheizung und Raumluftklimatisierung zusätzlich zur Ersparnis durch Hocheffizienzpumpen eine weitere Einsparung von bis zu 50% Pumpenenergie durch lastabhängige Volumenströme und Pumpenförderhöhen sowie eine optimierte Ventilauslegung. Erreicht wird dies durch folgende Konstruktionsmerkmale und Eigenschaften:

- ▶ Niedrige Rücklauftemperaturen und größere Temperaturspreizungen: Durch reduzierte Rücklauftemperaturen erhöhen sich die Nutzungsgrade z. B. von Brennwertheizkesseln, so dass zusätzliche Einsparungen von Primärenergie erzielt werden. Der Betrieb mit reduzierten Rücklauftemperaturen wirkt sich zudem bei der Anbindung an Nah- und Fernwärmenetze auch auf die primärseitige Rücklauftemperatur aus. Damit will KSB dem Wunsch der Betreiber nach möglichst großen Temperaturspreizungen entgegenkommen.
- ▶ Reduzierte Investitionskosten und geringere Inbetriebnahmekosten:

Abhängig von der jeweiligen Anwendung können in den Unterverteilungen statt Differenzdruckreglern preiswertere Strangregulierarmaturen eingesetzt werden. Der automatisierte hydraulische Strangabgleich am Hauptverteiler durch die Pumpe bewirkt, dass sich die zu fördernde Wassermenge im Hauptstrang des HLK-Kreises automatisch einstellt. Die bisher übliche manuelle Einregulierung entfällt.

- ▶ Einfache Planung: Das Regelsystem ermöglicht den Einsatz in Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage in Verbindung mit Standard-Regelungen und beliebigen drehzahlregelbaren Pumpen mit Steuereingang 0-10V. Die hydraulische Planung der HLK-Kreise erfolgt in unveränderter Weise. Durch eine softwaregestützte Auslegung des HLK-Kreises mit Anlagensimulation und Wirtschaftlichkeitsrechnung reduziert sich der Planungsaufwand. Ebenso ist die manuelle Auslegung des HLK-Kreises mit Auslegungsschieber oder Tabelle möglich.

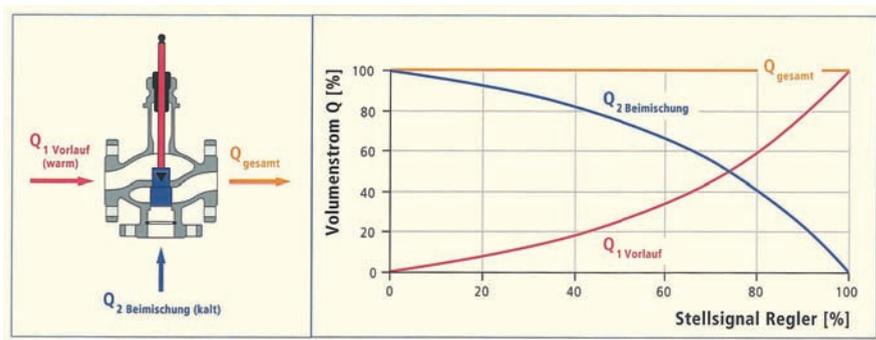


Abb. 6: Eine konventionelle Beimischtung regelt die thermische Leistung des Heizkreises über die Spreizung. Bei Teillast fördert die Umwälzpumpe daher überwiegend kaltes Heizwasser durch den Heizkreis.

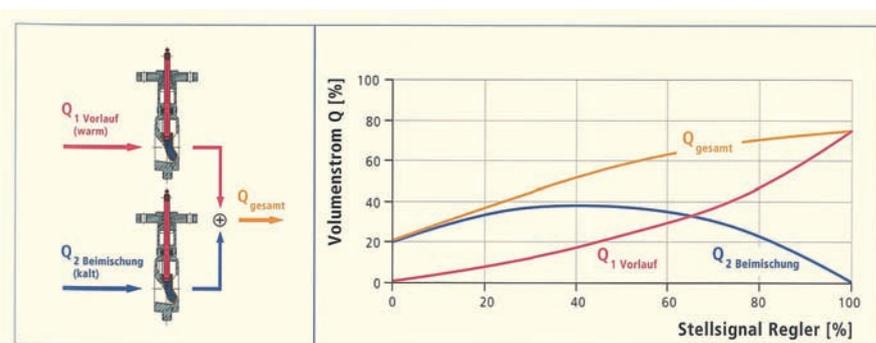


Abb. 7: Aus einem niedrigeren Wärmebedarf resultiert mit dem Regelsystem Boa-Systronic auch ein niedrigerer Massenstrom.

Vorlauftemperatur zu regeln als auch den Energieaufwand für den Pumpenantrieb zu reduzieren, Abb. 7.

VERGLEICH DURCH MESS- TECHNISCHE UNTERSUCHUNG BESTÄTIGT EINSARPOTENZIAL

Wie hoch die Einsparung der elektrischen Antriebsenergie für Heizungs-Umwälzpumpen unter realen Bedingungen ausfal-

len kann, hat das Institut für Gebäude- und Energiesysteme der Hochschule Biberach anhand eines Heizkreises für die Versorgung von Luftheizregistern untersucht. Für die messtechnische Untersuchung wurde eine RLT-Versuchsanlage umgerüstet. Der Heizkreis für die Zentralklimaanlage wurde so aufgebaut, dass dieser unter gleichen Bedingungen sowohl mit einer konventionellen Beimischtung

als auch mit dem Pumpenmanagement-system betrieben werden konnte, um einen Vergleich der beiden hydraulischen Schaltungen und Regelkonzepte zu ermöglichen, Abb. 2 und 3. In beiden Heizkreisen wurde der gleiche Pumpentyp eingesetzt. Ziel der Untersuchung war, durch praktische Messungen zu ermitteln, wie sich bei gleicher thermischer Übertragungsleistung im Vergleich mit der konventionellen Beimischtung der Pumpenstromverbrauch reduzieren lässt. Die Zusammenhänge hatte im Jahr 2007 Thomas Booch, angehender Diplom-Ing. Gebäudeklimatik an der Hochschule Biberach, untersucht und die Ergebnisse dieser messtechnischen Untersuchung im Rahmen seiner Diplomarbeit [3] dokumentiert. Um eine möglichst umfassende Beurteilung anstellen zu können, erfolgten die Messungen bei folgender Parameter-Variation:

- ▶ mit verschiedenen Variationen von Luftvolumenströmen im Bereich von 40 bis 100 %,
- ▶ mit verschiedenen Vorlauftemperaturanhebungen in Abhängigkeit von den geplanten Spreizungen nach Tab. 1. Die Vorlauftemperatur im Luftheritzer-Heizkreis wurde durch Parallelverschiebung der Heizkurve angehoben und die Spreizung in vier Schritten geändert.
- ▶ bei unterschiedlichen Außenluft-Ansaugtemperaturen im Bereich zwischen ca. 6°C und 18°C.

KfW-Sonderförderung für die Optimierung der Wärmeverteilung in bestehenden Heizungsanlagen

Für den Einsatz des Regelsystems BOA-Systronic für die Optimierung der Wärmeverteilung in bestehenden Heizungsanlagen kann die KfW-Sonderförderung im Rahmen des Programms *Energieeffizient Sanieren* (431) in Anspruch genommen werden.

Zum 1. April 2009 wurde die KfW-Förderung von Energieeffizienzmaßnahmen durch eine Sonderförderung von speziellen Sanierungsmaßnahmen im Baukastensystem ergänzt.

Zu den geförderten Maßnahmen zählt auch die Optimierung der Wärmeverteilung in bestehenden Heizungsanlagen. Dafür wird ein Zuschuss in Höhe von 25 %

der Kosten für die Optimierung der Wärmeverteilung gewährt, zu der die folgenden Leistungen zählen:

- ▶ Analyse des Ist-Zustandes nach DIN EN 15378, Ermittlung der Sollgrößen der Anlage und Einregulierung der Anlage in den Soll-Zustand (inklusive hydraulischem Abgleich nach DIN EN 14336),
- ▶ Ermittlung der Sollgrößen der Wärmeverteilung,
- ▶ Verbesserung der Regelungstechnik inklusive hydraulischem Abgleich (bei Vorlage des Berechnungsergebnisses inklusive Ventileinstellwerte),
- ▶ Einregulierung der Heizungsanlage in den Soll-Zustand inklusive des hydraulischen Abgleichs,
- ▶ Planen und Einstellen von Pumpen,

Ventilen, Reglern und anderen Steuerungseinrichtungen,

- ▶ Einbau von Hocheffizienzpumpen (Effizienzklasse A) und Strangdifferenzdruckreglern,
- ▶ Austausch von nicht voreinstellbaren Ventilen gegen voreinstellbare Ventile. Der Antrag auf die Gewährung des Zuschusses im Programm *Energieeffizient Sanieren – Sonderförderung* (431) wird mit dem KfW-Formular Nr. 140732 eingereicht. Für die Erneuerung von Heizungsanlagen kann die Sonderförderung nicht in Anspruch genommen werden. Die Maßnahme kann auch mit der Kredit- oder der Zuschussvariante des Programms *Energieeffizient Bauen und Sanieren* oder mit anderen KfW Programmen kombiniert werden.

Ich sehe was, was du nicht siehst.

Als Ergebnis wurde ermittelt, dass sich im Vergleich zur konventionellen Beimischschaltung bei gleicher thermischer Übertragungsleistung die elektrische Leistungsaufnahme der Umwälzpumpe im Durchschnitt um 41,4 % und im Maximum um 71,5 % reduzierte.

Geplante Spreizung des Heizkreises	Parallelverschiebung der Heizkennlinie
10 K	+ 1,5 K
15 K	+ 2,5 K
20 K	+ 3,5 K
25 K	+ 4,5 K

Tab. 1: Vorlauftemperaturanhebung für messtechnische Untersuchung

ZUSAMMENFASSUNG:

In jedem Heizkreis transportieren Umwälzpumpen das Heizmedium zwischen Wärmeerzeuger und Wärmeverbraucher. Eine konventionelle Beimischschaltung passt die abgegebene Wärmeleistung durch das Mischen von Vor- und Rücklauftemperatur an.

Der wesentliche Unterschied zur konventionellen Beimischschaltung ist bei dem im Artikel vorgestellten System die variable Steuerung des Volumenstroms im Heizkreis: Das Prinzip der Beimischung wird beibehalten; anstatt jedoch eine zu niedrige Mischtemperatur zu erzeugen und im Teillastfall unnötig große Mengen kaltes Wasser umzuwälzen, wird der Massenstrom dem Wärmebedarf angepasst und so die Förderleistung der Pumpe mit den Ventilstellungen der beiden Regelventile abgestimmt.

Die an der Hochschule Biberach unter Praxisbedingungen durchgeführten Messungen haben ergeben, dass die angestrebte Reduzierung des Pumpenstromverbrauchs erzielt wird. Nach den Ergebnissen der Untersuchung an einem Heizkreis zur Versorgung eines Luftheizregisters in einer Zentralklimaanlage wurde eine Reduzierung des Pumpenstrombedarfs um durchschnittlich 41,4 % und maximal 71,5 % erreicht.

Autoren

Prof. Dr.-Ing. Alexander Floß, Hochschule Biberach

Wolfgang Heintl, freier Fachjournalist

Regelsystem BOA-Systronic: KSB, Frankenthal

Fotos / Grafiken: KSB, Abb.2+3: Wolfgang Heintl

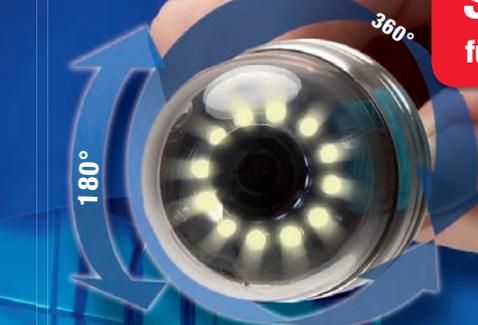
www.ksb.com

Literatur:

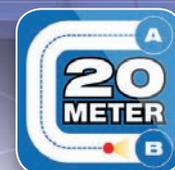
- [1] Umfrage zur Energieeffizienz bei Entscheidungsträgern aus Unternehmen in Industrie und Gewerbe; Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) im Rahmen der Initiative Energie Effizienz; Erhebungszeitraum: November 2008
- [2] KSB Know-how Band 2, BOA®-Systronic, Energie sparen durch Management von Pumpe und Armatur
- [3] Praktische Untersuchung zum Einsatz von BOA-Systronic für die Versorgung von Luftheizregistern; Diplomarbeit Thomas Booch, Fachhochschule Biberach, Juli 2007

**Beste
Wendigkeit**
in Rohren ab DN 40

Speicher
für Videosequenzen



ab
€ 990,00
zzgl. MwSt.



WÖHLER

Technik nach Maß

Wöhler VIS 2xx / VIS 3xx

Videoinspektion von Rohren

PATENT ANGEMELDET

Ungeahnte Einblicke in Abfluss- und Fallrohre, Lüftungs- und Abgasleitungen sowie Grundleitungen und Hausanschlüsse. Egal, ob kleiner und starrer (26 mm Ø) oder dreh- und schwenkbarer Farbkamerakopf – damit bringen Sie Licht ins Dunkel. Die neue Speicherfunktion ermöglicht das Aufzeichnen von Videosequenzen – ideal zur Dokumentation. Optional mit Funkortung.

<http://mgkg.woehler.de> · Tel.: 0 2953/73-211