



Bei großen Heizungsanlagen wird jede Pumpe exakt nach den Anforderungen des jeweiligen Heizkreises ausgelegt. Mit moderner Pumpentechnologie können die Stromkosten für den Pumpenbetrieb gesenkt werden.

Regelungsstrategien für Heizungspumpen

Mit der richtigen Einstellung zu mehr Energieeffizienz

In den vergangenen Jahren konnten bei der Regelungstechnologie für Heizungspumpen erhebliche Fortschritte erzielt werden. Drehzahlregelte Modelle der neuesten Generation passen sich dem aktuellen Wärmebedarf der Heizungsanlage flexibel an. Dadurch sinkt der Stromverbrauch der Heizungspumpe bei gleichzeitig steigendem Komfort für den Nutzer. Hinzu kommen verschiedenste Steuerungssysteme zur bedarfsgerechten Schaltung von unregelmäßigem Einzelpumpen sowie von Mehrpumpenanlagen. Der folgende Artikel liefert einen Überblick über die gebräuchlichsten Regelungsmodelle und ihre Einsatzmöglichkeiten.

Auch die moderne Regelungstechnik kann Fehler nicht kompensieren, die bei Anlagendimensionierung und Pumpenauslegung gemacht werden. So sollte die Pumpe niemals nach der Leis-

tung des Wärmeerzeugers, sondern stets nach Anzahl und Lage der Verbraucher dimensioniert werden. Hier orientiert man sich am Nennbetriebspunkt des Rohrsystems. Aus der Länge der einzelnen Heizkreise, den Rohrdimensionen und dem Rohrwerkstoff

sowie den verwendeten Abzweigen und Umlenkungen ergibt sich dann der Betriebspunkt, das heißt der Schnittpunkt aus Anlagen- und Pumpenkennlinie.

Ziel der Pumpenregelung ist, auf Änderungen in der Anlage zu reagieren und den Betriebspunkt (die Pumpenleistung) den jeweiligen Erfordernissen anzupassen. Dies erfolgt durch die Änderung der Motor-Drehzahl.

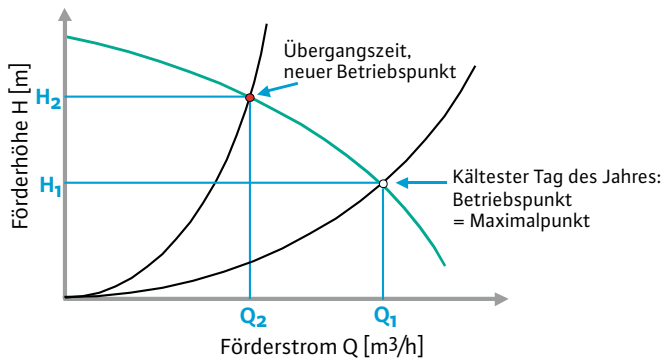
Unregelmäßig Pumpen meist unwirtschaftlich

Bei unregelmäßig Pumpen kann eine Anpassung der Drehzahl zum Beispiel über eine Schaltung der Wicklungspakete (Stern-Dreieck-Schaltung) oder per Hand-schaltung erfolgen. Für eine dynamische Anpassung der Förderleistung an den Bedarf der Heizungsanlage ist der Einsatz eines externen Schaltgerätes erforderlich. Ansonsten arbeitet eine unregelmäßig Pumpe stets auf dem vorgegebenen Betriebspunkt. Der Nachteil: Unregelmäßig Heizungs-pumpen sind in der Regel auf den maximalen Förderstrom – das heißt den Wärmebedarf an einem besonders kalten Wintertag – ausgelegt. Diese Leistung wird aber nur in 2% der Betriebszeit auch wirklich benötigt, die Pumpe verursacht also in 98% der Zeit einen zu hohen Stromverbrauch (Bild 1).

Überproportionale Spareffekte durch Drehzahlregelung

Demgegenüber bringt die stufenlose Drehzahl-anpassung einer elektronisch regem Pumpen bei vermindertem Heizleistungsbedarf überproportionale Spareffekte. Denn bei halber Drehzahl

Betriebspunkte einer unregelmäßig betriebenen Heizungspumpe



■ Bild 1: Der Betriebspunkt einer unregelmäßig betriebenen Heizungspumpe wird meist auf den kältesten Tag des Jahres ausgelegt, da dann der maximale Förderstrom benötigt wird. Für alle anderen Tage der Heizperiode ist sie überdimensioniert. Geregelt Pumpen passen sich den verschiedenen Betriebs-situationen an, so dass weniger Strom für den Pumpenbetrieb verbraucht wird.

verringert sich der Förderstrom im selben Verhältnis. Die Förderhöhe aber reduziert sich auf ein Viertel. Und die notwendige Antriebsenergie beträgt dann nur noch etwa ein Achtel.

Die Steuerung elektronisch geregelter Pumpen erfolgt heute überwiegend mittels integrierter Frequenzumrichter bzw. Pulsweitenmodulation (PWM). Bei kleinen Pumpen ist eine stufenlos geregelte Drehzahlanpassung schon seit Ende der 80er-Jahre möglich. Zu dieser Zeit wurde jedoch mit einer anderen elektronischen Technik gearbeitet,

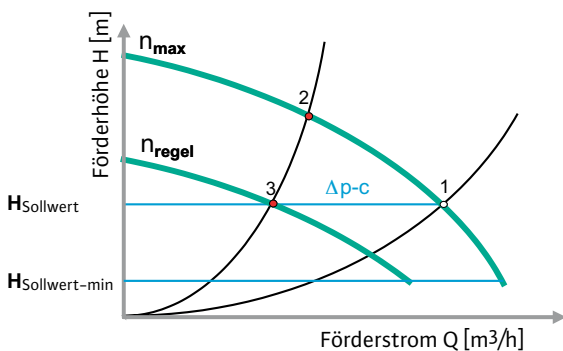
der sogenannten Phasenschnittsteuerung, etwa vergleichbar mit der Dimmerregelung für Lampen.

Regelungs- und Betriebsarten im Überblick

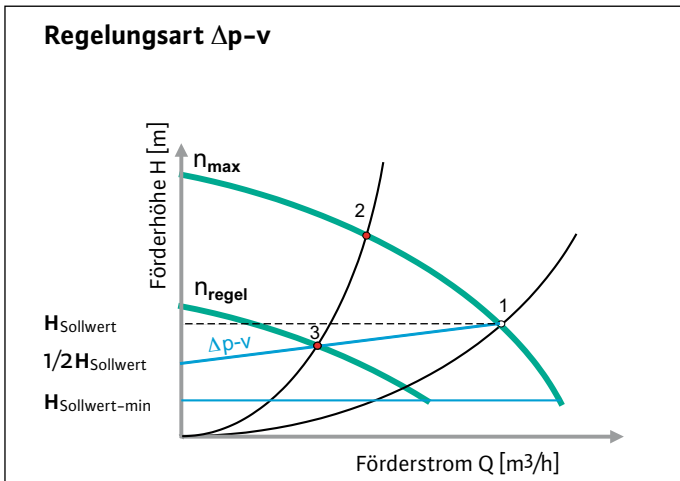
Man unterscheidet zwischen Regelungsarten, die von der Pumpe selbstständig ausgeführt werden können und Betriebsarten, bei denen die Pumpe über Befehle auf einen bestimmten Betriebspunkt eingestellt wird:

- Δp -c (Differenzdruck konstant)

Regelungsart Δp -c



■ Bild 2: Bei der Regelungsart Δp -c wird der von der Pumpe erzeugte Differenzdruck bis zur Maximalkennlinie konstant auf dem eingestellten Differenzdruck-Sollwert H_s gehalten.



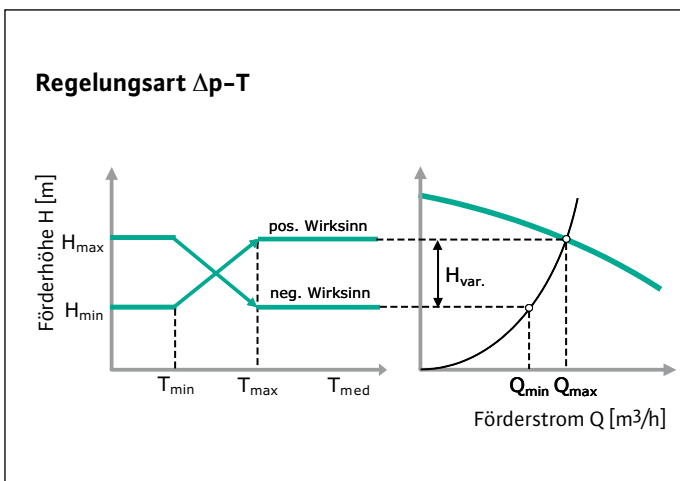
■ Bild 3: Die Regelungsart $\Delta p-v$ arbeitet mit variablem Differenzdruck. Er wird dabei je nach Betriebssituation der Heizungsanlage linear zwischen H_s und $1/2 H_s$ verändert.

- $\Delta p-v$ (Differenzdruck variabel)
- $\Delta p-T$ (temperaturgeführte Differenzdruckregelung)
- $\Delta p-cv$

» Drehzahlgeregelte Pumpen passen sich dem aktuellen Wärmebedarf der Heizungsanlage flexibel an. «

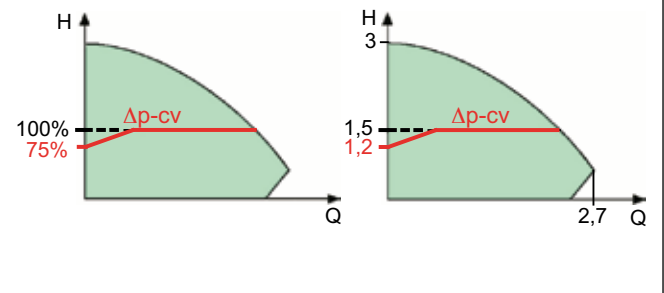
bel/1. Kennliniendrittel) Daneben stehen zum Beispiel bei den Hocheffizienzpumpen von Wilo weitere Betriebsarten

wie Auto-Absenkfunktion, Handsteller und Steuerung per DDC-(Direct Digital Control-)Schnittstelle zur Verfügung. Welche Regelungs- und Betriebsart infrage kommt



■ Bild 4: Die Regelungsart $\Delta p-T$ verändert den Differenzdruck-Sollwert in Abhängigkeit zu der gemessenen Temperatur des Fördermediums. Dabei gibt es zwei Einstellmöglichkeiten: Die Regelung mit positivem Wirksinn, die bei steigender Medientemperatur den Differenzdruck-Sollwert erhöht sowie die Regelung im negativen Wirksinn. Diese senkt den Differenzdruck-Sollwert bei steigender Medientemperatur ab.

Regelungsart $\Delta p-cv$



■ Bild 5: Speziell für Ein- bis Sechsfamilienhäuser ist die Regelungsart $\Delta p-cv$ geeignet. Sie stellt eine Kombination aus $\Delta p-c$ (Differenzdruck konstant) und $\Delta p-v$ (Differenzdruck variabel) dar. Im Vergleich zur Regelungsart $\Delta p-c$ lässt sich mit dieser Variante der Stromverbrauch der Pumpe weiter reduzieren.

bzw. die sinnvollste ist, entscheidet sich je nach Ausführung und Anforderungen der Heizungsanlage sowie der Pumpenbauart.

Regelungsart $\Delta p-c$ (Differenzdruck konstant)

Charakteristik: Der von der Pumpe erzeugte Differenzdruck wird über den zulässigen Förderstrombereich konstant auf den eingestellten Differenzdruck-Sollwert H_s bis zur Maximal-Kennlinie gehalten (Bild 2).

Der Rohrleitungswiderstand ist klein im Vergleich zum Widerstand der Thermostatventile bzw. Regelarmaturen.

Unabhängig von der Anzahl der geöffneten Thermostatventile wird weitgehend der gleiche Differenzdruck benötigt.

Die Regelungsart $\Delta p-c$ empfiehlt sich vor allem für Heizungs-, Lüftungs- oder Klimaanlage mit einem Widerstand im Erzeuger-/Verteilkreis von durchschnittlich 25% des Widerstandes im Übergabeteil (Raumheizkörper + Thermostatventil).

Regelungsart $\Delta p-v$ (Differenzdruck variabel)

Charakteristik: Die Elektronik verändert den von der Pumpe einzuhaltenen Differenzdruck-Sollwert linear zwischen H_s und $1/2 H_s$. Der Differenzdruck-Sollwert H nimmt mit dem Förderstrom Q ab bzw. zu (Bild 3).

Der Rohrleitungswiderstand ist größer als der Widerstand der Thermostatventile bzw. Regelarmaturen.

Der benötigte Differenzdruck nimmt mit geringer werdendem Durchfluss stark ab. In ungünstigen Fällen entsteht eine Unterversorgung.

Die Regelungsart $\Delta p-v$ eignet sich vor allem für Heizungs-, Lüftungs- oder Klimaanlage mit einem Widerstand im Übergabeteil (Raumheizkörper + Thermostatventil) von durchschnittlich 25% des Gesamtwiderstandes.

» Bei halber Drehzahl verringert sich der Förderstrom im selben Verhältnis. Die Förderhöhe aber reduziert sich auf ein Viertel. Und die notwendige Antriebsenergie beträgt nur noch etwa ein Achtel. «

Anlagentyp	Systembedingungen	Empfohlene Regelungsart
Heizungs-/ Lüftungs-/ Klimaanlage mit Widerstand im Übergabeteil (Raumheizkörper + Thermostatventil) \approx 25 % des Gesamtwiderstandes	<ul style="list-style-type: none"> ● Zweirohrsysteme mit Thermostat-/ Zonenventilen und kleiner Verbraucherautorität ($H_N > 4$ m) ● Sehr lange Verteilleitungen ● Stark eingedrosselte Strangabsperrventile oder Strangdifferenzdruckregler ● Hohe Druckverluste in den Anlagenteilen, die vom Gesamtvolumenstrom durchflossen werden (Kessel/Kältemaschine, evtl. Wärmetauscher, Verteilleitung bis zum 1. Abzweig) ● Primärkreise mit hohen Druckverlusten 	$\Delta p-v$
Heizungs-/ Lüftungs-/ Klimaanlage mit Widerstand im Erzeuger-/ Verteilkreis \approx 25 % des Widerstandes im Übergabeteil (Raumheizkörper + Thermostatventil)	<ul style="list-style-type: none"> ● Zweirohrsysteme mit Thermostat-/ Zonenventilen und hoher Verbraucherautorität ($H_N \approx 2$ m) ● Umgebaute Schwerkraftanlagen ● Umrüstung auf große Temperaturspreizung (z. B. Fernwärme) ● Geringe Druckverluste in den Anlagenteilen, die vom Gesamtvolumenstrom durchflossen werden (Kessel/Kältemaschine, evtl. Wärmetauscher, Verteilleitung bis zum 1. Abzweig) ● Primärkreise mit kleinen Druckverlusten ● Fußbodenheizungen mit Thermostat- oder Zonenventilen ● Einrohranlagen mit Thermostat- oder Strangabsperrventilen 	$\Delta p-c$
Heizungsanlagen	<p>Zweirohrsysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pumpe ist im Vorlauf eingebaut ● Vorlauftemperatur ist witterungsgeführt ● Bei zunehmender Vorlauftemperatur wird der Volumenstrom erhöht <p>Einrohrsysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pumpe ist im Rücklauf eingebaut ● Vorlauftemperatur ist konstant ● Bei zunehmender Rücklauftemperatur wird der Volumenstrom gesenkt <p>Primärkreise mit Brennwertkessel</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pumpe ist im Rücklauf eingebaut ● Bei zunehmender Rücklauftemperatur wird der Volumenstrom gesenkt 	$\Delta p-T$
Heizungs-/ Lüftungs-/ Klimaanlage	Konstanter Volumenstrom	Steller-Betrieb
Heizungsanlagen	<p>Alle Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pumpe ist im Vorlauf eingebaut ● Vorlauftemperatur wird in Schwachlastperioden (z. B. Nacht) abgesenkt ● Pumpe läuft ohne externe Steuerung 24 h am Netz 	Absenk-Betrieb „Autopilot“

Regelungsart $\Delta p-T$ (Temperaturgeführte Differenzdruckregelung)

Charakteristik: Der von der Pumpe einzuhaltende Differenzdruck-Sollwert wird in Abhängigkeit der gemessenen

Medientemperatur verändert (Bild 4).

Bei dieser Regelfunktion sind zwei Einstellungen möglich:

1. Regelung mit positivem Wirksinn (Steigung):

Mit steigender Temperatur des Fördermediums wird der Differenzdruck-Sollwert linear zwischen H_{\min} und H_{\max} erhöht. Anwendung zum Bei-

spiel bei Standardkesseln mit gleitender Vorlauftemperatur.

2. Regelung mit negativem Wirksinn (Steigung):

Mit steigender Temperatur des Fördermediums wird der Differenzdruck-Sollwert linear zwischen H_{\max} und H_{\min} abgesenkt. Anwendung zum Beispiel bei Brennwertkesseln, bei denen eine bestimmte mi-

nimale Rücklauftemperatur eingehalten werden soll, um einen möglichst hohen Wärmenutzungsgrad des Heizmediums zu erreichen. Hierzu ist der Einbau der Pumpe im Rücklauf der Anlage zwingend erforderlich.

Die Regelungsart $\Delta p-T$ kommt zur Anwendung in

- mengenkonstanten Systemen (zum Beispiel Einrohranlagen),
- mengenvariablen Systemen mit gleitender Vorlauftemperatur,
- der Brennwerttechnik (bei umgekehrtem Wirksinn und Einbau der Pumpe im Rücklauf).

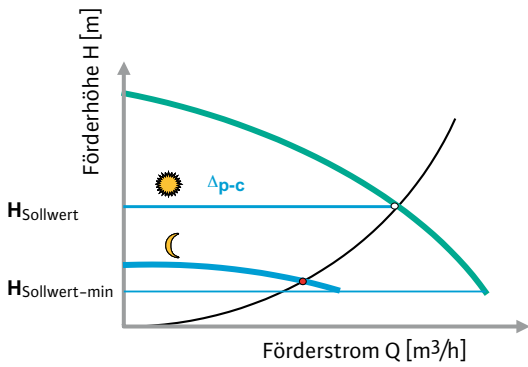
Regelungsart $\Delta p-cv$ (Kombination aus Differenzdruck konstant und Differenzdruck variabel)

In dieser speziellen Regelungsart für Ein- bis Sechsfamilienhäuser hält die Elektronik den von der Pumpe erzeugten Differenzdruck bis zu einem bestimmten Förderstrom konstant auf dem eingestellten Differenzdruck (H_S 100 %). Sinkt der benötigte Förderstrom weiter, verändert die Elektronik den von der Pumpe einzuhaltenden Differenzdruck linear zum Beispiel zwischen H_S 100 % und H_S 75 %. Diese Kombination der Regelungsarten reduziert den Stromverbrauch gegenüber der Regelungsvariante $\Delta p-c$.

Betriebsart Auto-Absenkfunktion

Die optional einstellbare Auto-Absenkfunktion sorgt dafür, dass bei einer Reduzierung der Vorlauftemperatur eine niedrigere Konstantdrehzahl (Schwachlastbetrieb durch Fuzzy Logic-Regelung) gefahren wird (Bild 6). Der Energieverbrauch der Pumpe wird so mittels optimaler Einstellung auf ein Minimum re-

Betriebsart Auto-Absenkfunktion

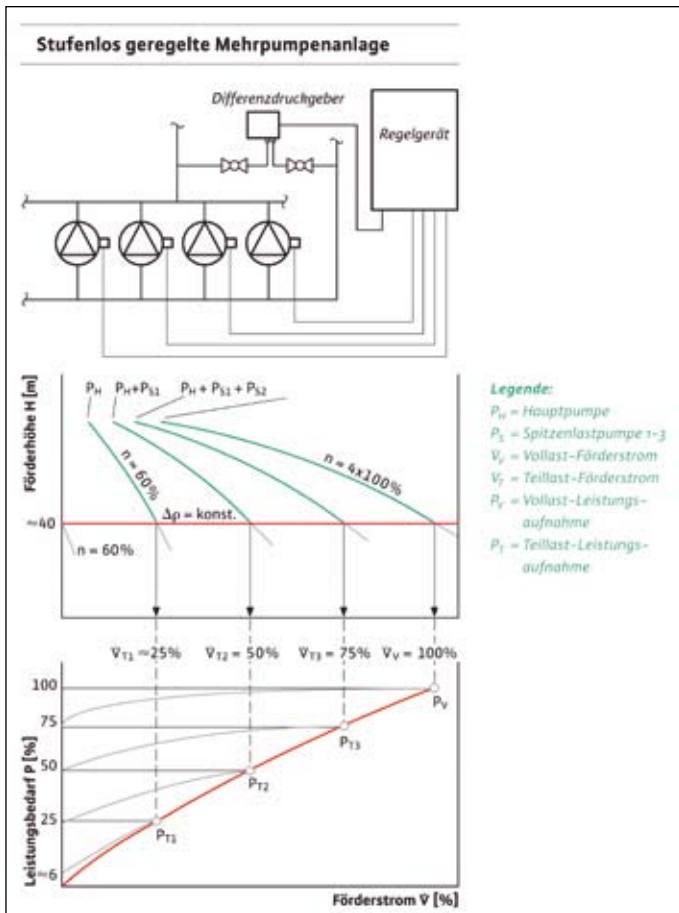


■ Bild 6: Bei den Wilo-Pumpen „Stratos“, „Stratos ECO“ und „TOP-E“ kann optional die Auto-Absenkfunktion eingestellt werden. Damit können weitere Stromeinsparungen erzielt werden. Die Fuzzy Logic-Regelung „erkennt“ den Schwachlastbetrieb wie beispielsweise die Nachtabsenkung durch das Absinken der Vorlauftemperatur und reduziert entsprechend die Drehzahl der Pumpe.

duziert. Der „Autopilot“ darf aber nur freigegeben werden, wenn der hydraulische Abgleich der Anlage durchgeführt wurde. Wird dies nicht beachtet, können unterversorgte Anlagenteile bei Frost einfrieren.

Betriebsart Handsteller

Die Betriebsart „Handsteller“ steht bei elektronisch geregelten Pumpen ab einer bestimmten Motorleistung zur Verfügung. Die Drehzahl der Pumpe wird auf einer konstanten Drehzahl zwischen



■ Bild 7: Stufenlos geregelte Mehrpumpenanlagen können eine sinnvolle Alternative zu einer großen Einzelpumpe sein. Ein Blick auf das untere Diagramm zeigt, dass abhängig vom jeweiligen Pumpentyp auch bei der Leistungsaufnahme erhebliche Einsparungen erzielt werden können.

n_{\min} und n_{\max} am Elektronikmodul der Pumpe eingestellt. Die Betriebsart „Handsteller“ deaktiviert die Differenzdruckregelung am Modul.

DDC (Direct Digital Controls) / Schnittstelle zur Gebäudeleittechnik

Bei DDC- und GA-Anbindung bekommt die Elektronik der Pumpe ihren Sollwert über entsprechende externe Steuerbefehle übermittelt. Der Sollwert wird beispielsweise über einen Soll-/Istwertvergleich von der Gebäudeautomation (GA) übernommen und kann dann als Analogsignal 0-10V/0-20 mA, bzw. 2-10V/4-20 mA oder als Digitalsignal (Schnittstelle PLR oder LON an der Pumpe) übermittelt werden.

Neben der Regelung einer Einzelpumpe über die integrierten Regelungsarten einer elektronischen Heizungspumpe bzw. die externe Steuerung zum Beispiel durch die Gebäudeautomation sind verschiedene weitere Regelungsstrategien denkbar. Dies gilt vor allem für den Betrieb von Doppelpumpen oder mehreren zusammenschalteten Pumpen in einem Heizkreis.

Beispiel Doppelpumpe

Im Additionsbetrieb kann bei Doppelpumpenausführungen die Anpassung der Pumpenleistung an den Anlagenbedarf durch das automatische und wirkungsgradoptimierte Zu- und Abschalten der zweiten Pumpe erfolgen. Wenn beide Pumpen gleichzeitig laufen, liegt der Betriebspunkt auf der Summenkenn-

linie der beiden Einzelpumpen.

Bei unregelmäßigen Pumpen kann eine Anpassung an unterschiedliche Betriebsbedingungen (zum Beispiel Tag/Nachtbetrieb) und damit eine Energieeinsparung durch eine externe Steuerung erzielt werden. So wird nicht ständig die gesamte installierte Pumpenleistung in Anspruch genommen. Auf der anderen Seite reduziert sich die hydraulische Verfügbarkeit, weil bei einer Pumpenstörung nicht mehr die komplette hydraulische Leistung abgerufen werden kann.

Teillast- und Spitzenlastbetrieb mit mehreren Pumpen

Bei Heizungsanlagen mit stark schwankenden Lastprofilen sollte der Einsatz von Mehrpumpenanlagen mit geregelten Pumpen in Betracht gezogen werden. Dabei sichert eine Pumpe die nötige Grundlast. Je nach den Erfordernissen können solche Spitzenlast-Anlagen aus zwei oder mehreren gleich großen Pumpen bestehen. Ein Beispiel mit vier elektronisch geregelten Trockenläuferpumpen verdeutlicht die Vorteile (Bild 7):

Eine separate Regelung hält in Verbindung mit dem Signalgeber den Gesamtpumpendruck konstant ($\Delta p-c$). Es ist dabei unerheblich, welche Förderströme die Thermostaventile der Heizkörper durchlassen und wie viele der vier Pumpen aktuell in Betrieb sind. Ist in der Anlage ein hydraulischer Abgleich erfolgt, wird diese Schaltung

auch dafür genutzt, über eine Schlechtpunktauswertung die Versorgung sicherzustellen. Hierbei wird – wie der Name sagt – der Signalgeber an dem Punkt der Anlage installiert, der am schlechtesten zu versorgen ist.

Die im Beispiel dargestellte Gesamtanlage wird folgendermaßen geregelt: Die Grundlast- oder Hauptpumpe P_H mit integrierter Elektronik wird – ausgelöst durch den Differenzdruck-Signalgeber DDG – stufenlos zwischen ihrer Ma-

ximaldrehzahl $n = 100\%$ und einer Minimaldrehzahl $n = 40\%$ geregelt. Dadurch bewegt sich der Teillast-Förderstrom gleitend im Bereich $Q_{T1} \leq 25\%$. Wenn ein Förderstrom $Q_T > 25\%$ benötigt wird, schaltet die erste Spitzenlastpumpe mit ebenfalls integrierter Elektronik P_{S1} mit voller Drehzahl hinzu. Die Hauptpumpe P_H wird weiter stufenlos geregelt, sodass sie auch den Gesamtförderstrom zwischen 25 und 50% entsprechend dem Bedarf beeinflusst. Dieser Vorgang wiederholt sich durch das Zuschalten der Teillast-Pumpen mit integrierter Elektronik P_{S2} und P_{S3} , wobei diese jeweils mit voller Drehzahl arbeiten. Der maximale Wärmebedarf des gesamten Systems wird abgedeckt, wenn alle vier Pumpen mit ihrer größten Leistung arbeiten – dann liefern sie den Volllast-Förderstrom \dot{V}_V . In gleicher Weise werden die Spitzenlast-Pumpen P_{S3} bis P_{S1}

bei verringertem Wärmebedarf wieder abgeschaltet.

Fazit

Zum optimalen Zusammenspiel von Wärmeerzeuger, Rohrnetz und Pumpe gehört nicht nur eine bedarfsangepasste und abgegliche Anlage in Kombination mit einer richtig ausgelegten Pumpe, sondern auch die zum entsprechenden System passende Regelungsstrategie. Erst damit wird der möglichst sparsame Einsatz von Heizenergie und Strom bei gleichzeitig höchstem Komfort sichergestellt. ■

@ Internetinformationen:
www.wilo.de

Anmerkung der Redaktion:

Die Auslegung und Regelung von Pumpen in Klimaanlagen unter der Prämisse Energieeinsparung und Komfortgewinn steht im Fokus eines Artikels, den Sie im Fachplanerteil dieser Ausgabe nachlesen können.

Schon einmal daran gedacht,

... sich einen Sonderdruck aus der IKZ-HAUSTECHNIK anfertigen zu lassen?

Ein Artikel ist eine nützliche Akquisitionshilfe. Er ist ein überzeugendes Werbemittel und versorgt Ihre Kunden mit praxisorientierten und zielgerichteten Informationen. Gern unterbreiten wir Ihnen ein individuelles und unverbindliches Angebot.

Sprechen Sie uns an!

STROBEL VERLAG GmbH & Co. KG
Redaktion IKZ-HAUSTECHNIK
Frau Brosowski
Zur Feldmühle 9-11
59821 Arnsberg
Tel.: 02931 890041
Fax: 02931 890048
E-Mail:
redaktion@strobrel-verlag.de

