

# Lastabhängige Regelung von Heizungsanlagen durch stetige, automatische Vorlauf- und Pumpenbetriebspunktanpassung

G. Schüssler

Diesen Beitrag, mit dem der Versuch unternommen wird ein neues Verfahren der lastabhängigen Regelung von Heizungsanlagen zu erläutern, stellen wir hiermit zur Diskussion.  
D. Red.

## 1. Allgemeine Übersicht

Heizungsanlagen werden im allgemeinen mittels verschiedener Regel- und Stellorgane (Drei- oder Vierwegemischer, Stellmotor, Regelgeräte etc.) so geregelt bzw. gesteuert, daß Vorlauftemperaturen der Raum- bzw. Außentemperatur entsprechend erreicht oder eingestellt werden. So entsprechen zum Beispiel:

Außentemperatur	-18	-12	-6	0	+6	+12	+17 °C
Vorlauftemperatur	+90	+83	+74	+66	+55	+43	+30 °C

Bild 1: Änderung des Betriebspunktes der Pumpe

$K_P$  Pumpenkennlinie  
 $K_R'$  Rohrnetzkenlinie bei erhöhtem Durchflußwiderstand  
 $K_R''$  Rohrnetzkenlinie bei vermindertem Durchflußwiderstand  
 $Q$  errechnete Wassermenge  
 $Q', Q''$  veränderte Pumpenförderleistung

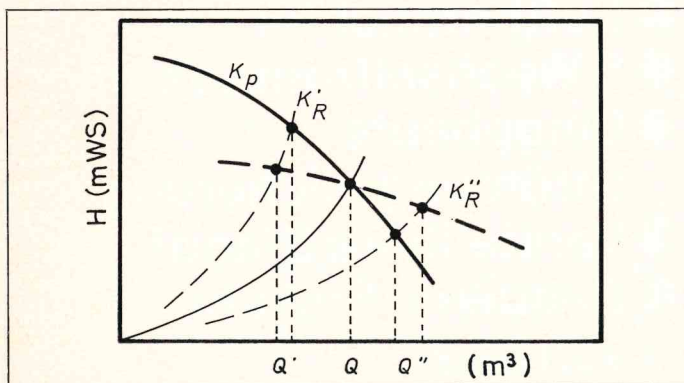
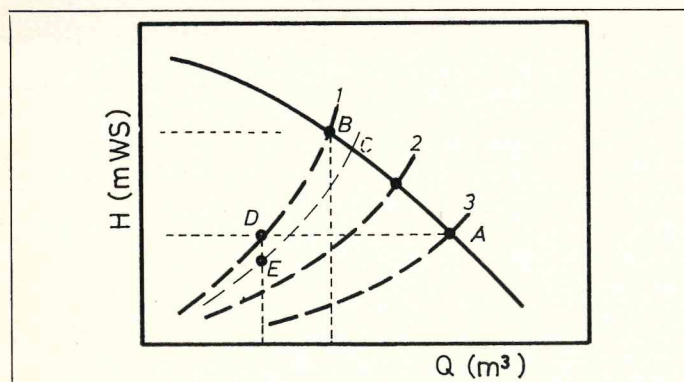


Bild 2: Änderung des Betriebspunktes der Pumpe beim Abschalten von Anlagenteilen (Erläuterungen im Text)



Durch kontinuierliches Verstellen der Mischeinrichtung wird so eine stetige Vorlauf- und Rücklauf-temperaturanpassung erreicht. Die Regelgenauigkeit dieses Systems ist jedoch von einer Reihe von Faktoren abhängig:

- Art des gewählten Systems
- Erreichbare Regelgenauigkeit, Wirtschaftlichkeit und Kostenrelation der Regelanlage zur Gesamtanlage
- Durchgeführte oder nicht erreichte Einregulierung der Anlage
- Betriebsart, Totzeit und Wirkungsgrad der Anlage
- Lage der zu beheizenden Räume usw.

Aus den für die jeweilige Anlage festgelegten Werten für Vorlauf- und Rücklauf-temperaturen etc. ergibt sich sodann eine bestimmte umzuwälzende Wassermenge  $Q$ .

Alle Anlagenteile werden so dimensioniert, daß im Voll- lastbetrieb, so z. B. bei einer Außentemperatur von  $-18\text{ °C}$ , die gewünschten Raumtemperaturen erzielt bzw. die als maximal gewählten Werte für  $t_v$ ,  $t_r$  und  $\Delta t$  erreicht werden.

Bei der Auswahl der Umwälzpumpe werden immer die für den Vollastbetrieb festgelegten Werte zugrunde gelegt. Strömungsgeschwindigkeit, Förderhöhe und Förderleistung der Umwälzpumpe sind als feste Werte angenommen und werden während des Betriebes den Anlagebetriebsbedingungen nicht angepaßt bzw. geregelt.

Die im Heizwasser zu transportierende Wärmemenge ist aber nicht allein von der Temperatur, sondern auch von der zum Wärmetransport notwendigen Wassermenge abhängig. Jedoch Durchflußwiderstands- und somit Wassermengen-änderungen ergeben sich in einer Anlage z. B. immer dann, wenn Heizkörper gedrosselt oder abgestellt werden. Besonders bei Verwendung von Heizkörper-Thermostatventilen und in den jahreszeitlichen Übergängen ist das der Fall.

Werden einzelne Heizkörper einer Anlage gedrosselt oder ganz abgestellt, so strömt durch die restlichen Heizkörper eine größere Heizwassermenge als vor diesem Eingriff (die von der Umwälzpumpe geförderte Gesamtwassermenge wird jedoch geringer). Dadurch erhöht sich der Gesamtwiderstand der Anlage so weit, bis ein neuer Gleichgewichtszustand erreicht ist. Das heißt, daß der Betriebspunkt der Pumpe auf der Q-H-Linie nach links abwandert.

In Bild 1 ist dieses Verhalten gezeigt. Eingezeichnet sind zwei Pumpenkennlinien. Bezugslinien zeigen den Unterschied auf die jeweiligen Bezugspunkte für die steilere und flachere Pumpenkennlinie.

Alleine aus diesem Beispiel ist schon erkennbar, daß bei Zu- und Abschalten von Durchflußwiderständen (Heizkörpern) sich große Verschiebungen an der Pumpenkennlinie ergeben können, denen bis jetzt bei keiner Regelung Rechnung getragen wird.

Das Bild 2 zeigt an einem weiteren Beispiel, welche Auswirkungen sich durch Abschalten von Anlagenteilen ergeben.

Liegt der errechnete Betriebspunkt einer Anlage bei A und setzt sich die Widerstandskennlinie 3 wie hier aus drei gleichen Anlageteilstrecken (Heizkreisen) zusammen, so ergibt sich bei Abschalten von zwei Anlageteilen eine Verschiebung des Pumpenbetriebspunktes A nach B. Der erwünschte Betriebspunkt wäre jedoch bei D, damit auf den noch in Betrieb befindlichen Anlageteil die gleiche Wassermenge bei gleicher Wassergeschwindigkeit wie bei Vollast entfiel, also ein Drittel. Bei einer Wassermenge von einem Drittel verringern sich die Widerstände in den gemeinsamen Leitungen der drei Gruppen, so daß der „echte“ Betriebspunkt der Pumpe sogar bei E, auf der gestrichelten Rohrnetz-kennlinie, liegen würde.

Es ist offensichtlich, daß in der in Betrieb befindlichen Teilanlage (Betriebspunkt B) eine zu hohe Strömungsgeschwindigkeit und damit verbunden eine zu hohe Wassermenge fließt. Die Pumpenförderhöhe liegt zu hoch, es kommt zu Strömungsgeräuschen in der Anlage.

Aus technischen Gründen ist es mit herkömmlichen Heizungsumwälzpumpen nicht möglich, diesen Erkenntnissen Rechnung zu tragen. Zwar besteht für den Projektanten die Möglichkeit, bei der Auswahl der jeweiligen Umwälzpumpe Überlegungen wegen dieser Vorgänge anzustellen und dann unter Berücksichtigung der von Anlage zu Anlage verschiedenen Widerstands- oder Teilwiderstandsverhältnissen eine Pumpe mit flacher oder steiler Kennlinie zu wählen, um so noch größere Differenzen zu vermeiden.

In der Praxis kommt man jedoch oftmals allein mit der Wahl einer Pumpe mit günstiger Pumpenkennlinie nicht aus. Durch Aufteilung des Anlagensystems in kleinere Einzel-

gruppen mit jeweils eigener Pumpe, Einbau von druckabhängigen Ventilen oder durch Montage mehrerer Pumpen verschiedener Leistung, die durch Zu- oder Abschalten eine etwaige Anpassung bringen sollen, versucht man, zum Teil unter sehr kostspieligem Aufwand, eine Annäherung an die Erfordernisse zu finden. Eine befriedigende Lösung bringen diese Maßnahmen jedoch nicht.

Betrachtet man Bild 3, aus dem die prozentuale Gesamtbelastung einer Heizungsanlage hervorgeht, so kann man erkennen, daß eine Anlage in 70% der Heizperiode nur mit 30 bis 60% ihrer Heizkapazität in Anspruch genommen wird. Dies bedeutet, daß eine Anlage während etwa 70% der Betriebszeit unter den erwähnten ungünstigen Bedingungen betrieben wird. Daraus ergeben sich etliche Nachteile.

Bei dieser Überlegung stellt sich die Frage nach der Wirtschaftlichkeit einer Anlage bei Teillastbetrieb. Dabei spielen aber nicht nur die behandelten Probleme der Regelmöglichkeit eine Rolle, sondern auch die Bereitstellung der Heizkapazität in Verbindung mit der erforderlichen Heizkesseltemperatur.

Es ist bekannt, daß besonders bei Gasheizungen ein lastabhängiges Zu- und Abschalten von Kessel-einheiten beachtliche wirtschaftliche Vorteile bringen kann, wobei jedoch über diese Art von Lastanpassung die Anlage selbst, grob, den gleichen ungünstigen Bedingungen ausgesetzt bleibt, wie diese zuvor behandelt wurden, da ja auch hierbei durch Zu- und Abschalten einzelner Heizaggregate nur eine Heizwassertemperaturänderung erfolgt.

Betrachtet man im Bild 4 das Verhalten der Wärmeabgabe an einem Heizkörper unter Berücksichtigung der Wärmeübertragungs-Kennlinie, so ist erkennbar, daß sich die abgegebene Wärmemenge proportional zu der Wasserdurchflußmenge verhält und sich die Wärmeregulierung über die Wasserdurchflußmenge als ideal anbietet.

Nach diesen Erkenntnissen stellt sich die Frage nach der lastabhängigen Regelung der Wasserdurchflußmenge in Verbindung mit einer entsprechenden Vorlauftemperatur, die gerade in der Übergangszeit beachtliche Heizkostensparnis und weitere Vorteile bringt.

Bild 3: Prozentuale Gesamtbelastung von Heizungsanlagen

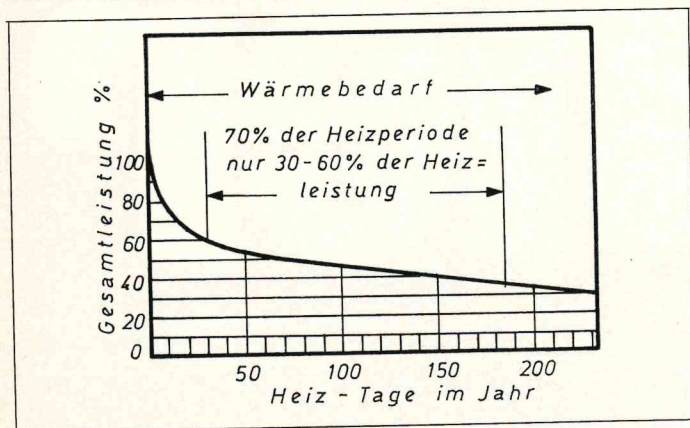
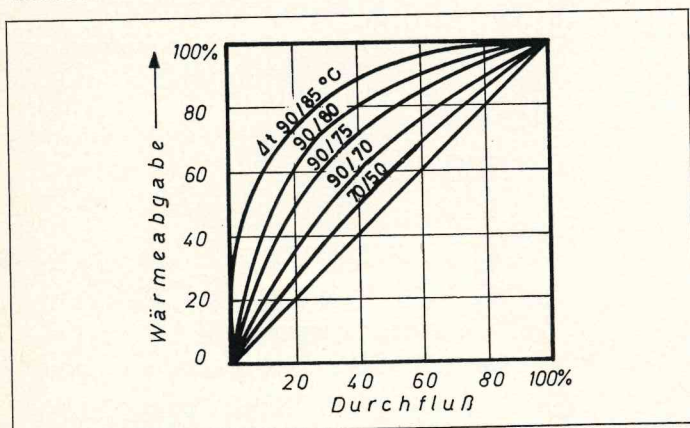


Bild 4: Wärmeabgabe von Heizkörpern in Abhängigkeit vom Wasserdurchfluß



## 2. Lastabhängige Kesselleistung

Bei Betrachtung der eingangs erwähnten Vorlauftemperaturen in Abhängigkeit von den Außentemperaturen wird ersichtlich, daß bei der herkömmlichen Vorlauftemperaturregelung erst ab einer Außentemperatur von  $-10^{\circ}\text{C}$  eine Kessel- bzw. Vorlauftemperatur von  $80^{\circ}\text{C}$  notwendig ist. Daueraußentemperaturen von  $-10^{\circ}\text{C}$  oder tiefer, sind, über die ganze Heizperiode gesehen, selten.

Um eine wirtschaftliche Anpassung der Vorlauftemperatur an die Außentemperatur zu erreichen, besteht die Möglichkeit, einen bis dahin mit niedriger Temperatur gefahrenen Heizkessel im Bedarfsfalle manuell oder automatisch, schrittweise hochzuschalten, um eine entsprechende Kapazitätserweiterung zu erhalten.

Nach Untersuchungen und Veröffentlichungen von Prof. Dipl.-Ing. Schwarz, Fachvorstand für Maschinenbau am TGW Wien, über den Gesamtwirkungsgrad von Heizungsanlagen mit Warmwasserbereitung, sank der Ölverbrauch bei  $60^{\circ}\text{C}$  Kesseltemperatur gegenüber  $90^{\circ}\text{C}$  im untersuchten Falle von 1429 kg auf 840 kg. Ein nochmaliger Blick auf Bild 3 läßt erkennen, daß über 70% der Heizperiode mit einer Kesseltemperatur unter  $90^{\circ}\text{C}$  gefahren werden könnte.

Bei diesen Betrachtungen im Hinblick auf Einsparungen dürfen die Gefahren, die eine evtl. Taupunkttemperaturunterschreitung in Kessel und Abgasweg mit sich bringt, nicht außer Acht gelassen werden.

### 3. Lastabhängige Pumpen- und Vorlauftemperaturregelung

Die in Bild 5 gezeigte neuartige Misch- und Regelpumpe beinhaltet in kompakter Bauweise in einem Gehäuse zwei Heizungsumwälzpumpen sowie ein besonders ausgebildetes Regel- und Stellventil, mittels dem Förderhöhe und Förderleistung der beiden Umwälzpumpen sowie die Vorlauftemperatur geregelt werden. Über das Stellventil ist es möglich, die beiden Umwälzpumpen in Serien- oder Teilschaltung zu steuern, so daß dadurch eine stetige Förderhöhen- und Förderleistungs-, sowie Vorlauftemperatur-Anpassung erreicht wird.

Bild 6 zeigt ein Leistungsdiagramm zweier Umwälzpumpen, die in Serienschaltung liegen. Daraus ergibt sich, daß bei gleichbleibender Fördermenge  $Q$  sich die Förderhöhen  $H_1$  und  $H_2$  addieren.

Legt man durch die beiden Pumpenkennlinien  $K_1$  und  $K_2$  eine Rohrnetzkenlinie, so ergibt sich zwischen den Schnittpunkten A und B (zwischen  $K_1$  und  $K_2$ ) eine Strecke, auf der der Betriebspunkt der Umwälzpumpen wandert, sobald die Leistung der Pumpe 2 mit der Kennlinie  $K_2$  entsprechend der angeforderten Leistung (Last) über das Stellventil zu- oder abgeregelt wird. Dieser Regelungsweg ergibt sich bei unveränderten Widerstandsverhältnissen in der Anlage (alle Heizkörperventile geöffnet). Gleichzeitig wird dem Flächenbereich zwischen den Pumpenkennlinien

Bild 5: Misch- und Regelpumpe aus zwei Ansichten

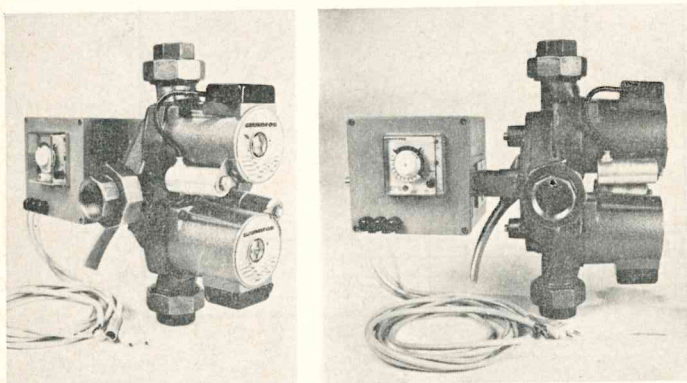
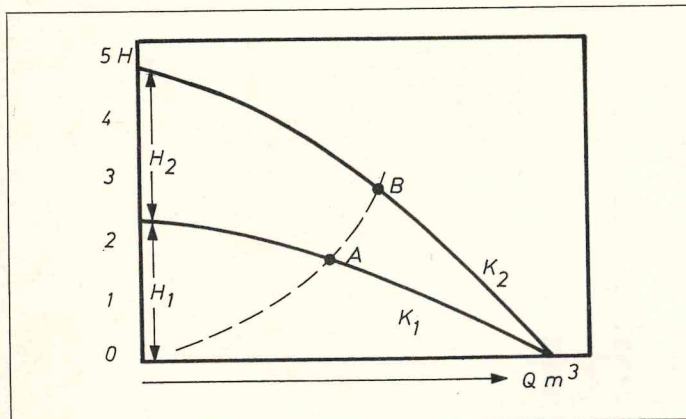


Bild 6: Q-H-Linien zweier gleicher, hintereinandergeschalteter Umwälzpumpen



$K_1$  und  $K_2$  eine veränderliche Vorlauftemperatur (ebenfalls über das Stellventil gesteuert) zugeordnet, die im Maximalfall (Vollast) der für die Anlage gewählten Vorlauftemperatur entspricht.

Die Steuerung erfolgt über Außen- und Vorlauftemperaturfühler sowie Zentralsteuergerät. Wird die volle Vorlauftemperatur angefordert, so öffnet das Stellventil (Vierwege-mischer-Charakter), und auch die vollen Pumpenleistungen wirken auf die jeweilige Anlage. Wird eine geringere Vorlauftemperatur angefordert, so schließt das Stellventil teilweise bis ganz mit stetig regulierender Wirkung. Das Beimischverhältnis sowie die Pumpenleistungen werden so stetig an die veränderten Betriebsbedingungen gemäß Anforderung angepaßt.

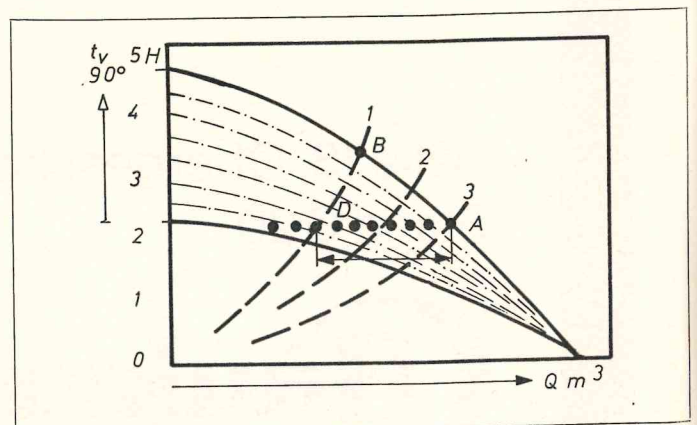
Bei geschlossenem Stellventil erfolgt eine Trennung zwischen Heizkessel- und Heizkörperkreis. Die Pumpenkennlinien  $K_1$  und  $K_2$  liegen dann übereinander, wobei die Pumpe 2 weiterhin im Heizkörperkreis einen Wasserumlauf aufrecht erhält und die Pumpe 1 die Zirkulation im Kesselkreis besorgt.

Im Vergleich zu Bild 2 ist in Bild 7 das Verschieben des Pumpen-Betriebspunktes und die Regelfunktion der in Bild 5 gezeigten Misch- und Regelpumpe veranschaulicht. Die strichpunktierten Linien stellen die jeweilige neue Pumpenkennlinie dar, die, je nach Stellventilbewegung, neu, stufenlos gebildet wird. Werden Anlageteile (Heizkörper) gedrosselt, so bildet sich eine neue Rohrnetzkenlinie (gestrichelte Linien). Der Betriebspunkt A bewegt sich dabei auf der Ideallinie nach Punkt D und nimmt die Stellung ein, die den neuen veränderten Betriebsbedingungen der Anlage entspricht. Das unerwünschte Abwandern des Betriebspunktes in Richtung nach Punkt B ist nicht mehr möglich, da die abgeregelte neue Pumpenkennlinie tiefer liegt und einen geringeren Leistungsbereich ausweist. Anlage-Fließgeräusche infolge zu hoher Pumpenleistung treten nicht mehr auf. Pendelerscheinungen sind in der Regelung ausgeschaltet.

Die ganze Regelung des Heizsystems, das mit einer Misch- und Regelpumpe der beschriebenen Art ausgestattet ist, zeichnet sich durch feinfühliges, rasches und damit auch wirtschaftlichem Verhalten aus.

Besonders günstig ist die Misch- und Regelpumpe bei Verwendung von Heizkörper-Thermostatventilen. Das Gerät sorgt für eine gute Vorregulierung der Temperatur sowie der Durchflußmenge, so daß auch im Teillastbetrieb eine mit Heizkörper-Thermostatventilen ausgestattete Anlage ein ausgewogenes Regelverhalten zeigt.

Bild 7: Q-H-Linien der Misch- und Regelpumpe



Weitere Vorteile der Misch- und Regelpumpe sind ihre kompakte Bauweise bei Zusammenfassung einer ganzen Reihe herkömmlicher Einzelgeräte.

Die Kesselkreispumpe ist so angeordnet, daß sie als Beipumppe für eine sichere Rücklauftemperaturenanhebung zum Schutze des Heizkessels gegen Taupunktkorrosion sorgt. Das Stellventil kann zusätzlich über einen Rücklaufthermostaten als Beipassventil geschaltet werden und wirkt in Verbindung mit der Kesselkreispumpe wie eine Schaltung von Dreiwegeventil mit Stellmotor und Beipasspumpe zur regelbaren Rücklauftemperaturenanhebung. Das steckerfertige Steuergerät wird bereits mit einem Anschlußkabel für diese Schaltung geliefert.

Die Kesselkreispumpe kann Verwendung finden als: Reservepumpe, Boilerladepumpe, Schwimmbadpumpe, Sommerkreispumpe oder zum Anschluß weiterer Verbraucher, direkt im Kesselkreis.

Durch die Kombination von zwei Umwälzpumpen mit einem Regel- und Stellventil in einem Gehäuse, übernimmt die Misch- und Regelpumpe auch die Funktion einer Zwillingspumpe. Fällt eine der beiden Umwälzpumpen aus, so sorgt das Steuergerät für eine Stellventilöffnung, und der Betrieb der Anlage geht mit der Leistung einer Umwälzpumpe weiter. Das Steuergerät übernimmt somit die automatische Umschaltung für die Reservepumpe.

Eingebaute Mengenvoreinstell- und Absperrventile ermöglichen ein sicheres Absperrn auf den Ansaugseiten; der Einbau von Muffenschiebern entfällt an diesen Stellen. Beim Austausch der Umwälzpumpen braucht das Gehäuse nicht demontiert zu werden.

Die Montage des Gerätes erfolgt über vier Anschlußstutzen. Die Montagezeit- und Materialeinsparungen bei Verwendung dieses Gerätes sind beachtlich.

Das elektronische Steuergerät mit Stellmotor im gemeinsamen Gehäuse ist direkt an die Misch- und Regelpumpe angeflanscht. Die elektrischen Anschlüsse sind steckerfertig verdrahtet. Eine Einregulierung, wie herkömmlich bekannt, ist nicht erforderlich. Das Gerät wählt automatisch den entsprechenden Betriebspunkt, der den jeweiligen Anlagebetriebsbedingungen entspricht.

Zunächst stehen drei Gerätetypen mit verschiedenen Leistungsbereichen zur Verfügung, die für Anlagen bis etwa 80 000 kcal/h eingesetzt werden können.

#### 4. Zusammenfassung

Die beschriebene Misch- und Regelpumpe stellt ein neues lastabhängig arbeitendes preiswertes Regel- und Pumpensystem dar, das in Abhängigkeit zu der jeweiligen Anforderung Vorlauftemperaturen, Förderhöhe und Förderleistung den sich ständig ändernden Anlagebetriebsbedingungen anpaßt und sich automatisch auf den erforderlichen Betriebspunkt einreguliert.

Das Gerät kann in jede Warmwasser-Heizungsanlage eingebaut werden. Strömungsgeräusche und Pendelerscheinungen der Anlagen werden vermieden. Die Montage ist einfach und bringt enorme Montagezeit- und Materialeinsparungen. Der Einsatzbereich und die Schaltungsmöglichkeiten sind vielseitig. Ein ausgebautes Kundendienstnetz steht zur Verfügung.

#### Werkbilder

Günter Schüssler · Misch- und Regelpumpen,  
85 Nürnberg, Herriedener Straße 14

## Thermometer-Papiere

Die Thermometer-Papiere der Dural & Co., 28 Bremen, Postfach 243, erlauben bei der Ver- und Bearbeitung verschiedener Materialien oder in Laboratorien zuverlässige und genaue Temperatur-Kontrollen an Stellen, an denen herkömmliche Thermometer für eine direkte Beobachtung nicht oder nur schwer eingesetzt werden können.

Thermometer-Papiere sind in 41 Temperaturabstufungen von 37,8 °C bis 260 °C in den Ausführungen bedruckt — nicht selbstklebend, bedruckt in Rollen — nicht selbstklebend und bedruckt in Rollen — selbstklebend erhältlich.

Daneben werden Thermotubes, das sind bedruckte Thermometer-Papiere in festverschlossenen Glasröhrchen und Thermolabels — selbstklebende Thermometer-Papiere mit Plastik-Folie überzogen — angeboten.

## Technische Broschüre über Flüssigkunststoffe

Eine neue Broschüre der Loctite Deutschland GmbH, 8 München 81, Arabellastraße 5, informiert detailliert über das Angebot anaerober Loctite-Flüssigkunststoffe zum Sichern, Befestigen und Abdichten von Metallverbindungen. Mit dem ausführlich beschriebenen Standardprogramm, das auch die schnellhärtenden universellen Produkte der Grünen Linie umfaßt, lassen sich nahezu alle Anwendungsbereiche aus der Industrie abdecken.

Anhand der übersichtlich aufgemachten Broschüre ist es dem Konstrukteur, Ingenieur und Techniker ein leichtes, sich rasch und umfassend über die verschiedenen Kombinationen von Scherfestigkeit, Viskosität, Aushärtungszeit, Verwendungsmöglichkeit und andere technische Eigenschaften der einzelnen Produkte zu informieren.

## Edelstahlkessel mit höherer Leistung

Die Viessmann Kesselwerke KG, 3559 Allendorf, Postfach 10, hat das Programm der Edelstahlkessel bis zu einer Wärmeleistung von 120 000 kcal/h erweitert. Gleichzeitig werden für die Edelstahlkessel bis 40 000 kcal/h jetzt auch Edelstahl-Speicher als Beistellspeicher für die Warmwasserversorgung geliefert.

Edelstahlkessel zeichnen sich durch spiegelglatte Heizflächen aus, an denen kaum Verbrennungsrückstände haften. Der Wärmeübergang wird nicht beeinträchtigt. Jede Kesselgröße hat eine speziell konstruierte Brennkammer, was zu äußerst günstigen Verbrennungswerten führt. Der Vorteil des geringen Gewichts zählt besonders für die größeren Kesseltypen.

Der neue Beistellspeicher wird in zwei Größen mit 90 und 120 Liter Inhalt geliefert. Er ist mit einem Spezialschaum isoliert.

Viessmann-Edelstahlkessel mit Edelstahl-Beistellspeicher

