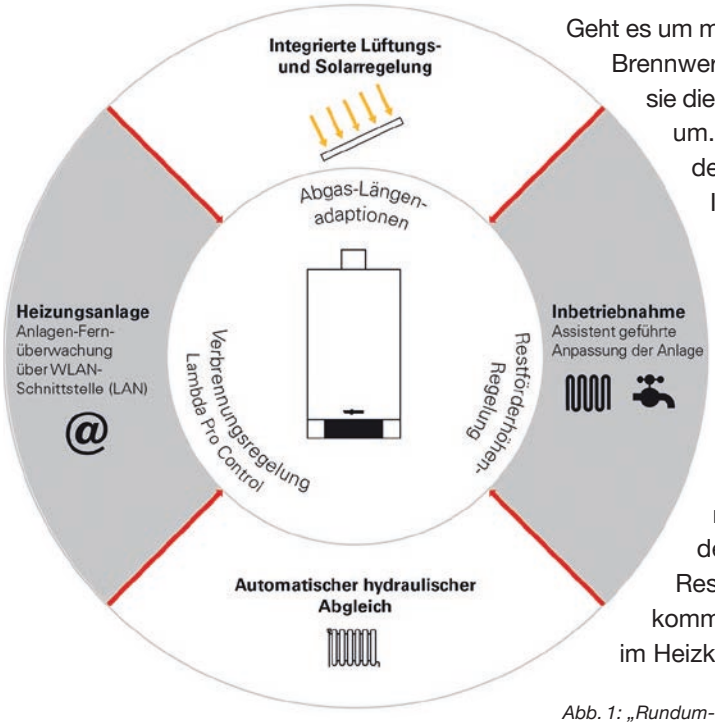
Innovative Restförderhöhen-Regelung

Integrierte Heizkreispumpen in Gas-Brennwertgeräten

Dr. rer. nat. Frank Müller, Teamleiter Systemverfahrenstechnik, Forschung und Entwicklung
Marco Griese M. Sc., Systemingenieur Produktentwicklung, Forschung und Entwicklung



Geht es um möglichst sparsamen Brennstoffverbrauch, stehen moderne Gas-Brennwertgeräte auf einem sehr hohen Niveau. Hocheffizient wandeln sie die im Gas enthaltene Energie nahezu vollständig in nutzbare Wärme um. Darüber hinaus ermöglichen zahlreiche Ausstattungsmerkmale dem Fachhandwerker eine einfache, sichere und schnelle Erst-Inbetriebnahme und gewährleisten den zuverlässigen Betrieb auch unter wechselnden Bedingungen Abb. 1).

Die selbstkalibrierende Verbrennungsregelung übernimmt automatisch die Anpassung auf die jeweilige Gasart und gleicht Schwankungen der Gasbeschaffenheit aus.

Die Abgas-Längenadaption passt die Geräte selbsttätig an den Widerstand der Abgasleitung an. Eine Assistenzfunktion führt den Monteur durch alle Schritte der Inbetriebnahme und erkennt automatisch alle bauseits angeschlossenen Komponenten. Zusammen mit bewährter Service-Software wird zudem der hydraulische Abgleich automatisiert. Mit der innovativen Restförderhöhen-Regelung ist jetzt ein weiteres Feature hinzugekommen, das den Stromverbrauch senkt und Strömungsgeräusche im Heizkreis unterbindet.

Abb. 1: „Rundum-Sorglos-Paket": Zahlreiche Ausstattungsmerkmale moderner Gas-Brennwertgeräte ermöglichen die schnelle und fehlerfreie Anpassung an die Anlagengegebenheiten.

VORAUSSETZUNG IST EIN INTEGRIERTER VOLUMENSTROMSENSOR

Das Verfahren zur Regelung der Restförderhöhe erfordert als technische Voraussetzung einen im Gas-Brennwertgerät integrierten Ultraschall-Volumenstromsensor (Abb. 2). Der hochgenaue Sensor misst den Heizwasservolumenstrom, der durch den Wärmetauscher fließt. In Verbindung mit einem intelligenten Regelalgorithmus ermöglicht dieser Volumenstromsensor den Verzicht auf ein Überströmventil, so dass die interne Umwälzpumpe mit niedrigerer Drehzahl laufen kann und die Rücklauftemperatur nicht unnötig angehoben wird. Dies führt zu einer Effizienzsteigerung der Geräte und eröffnet weiterhin die Möglichkeit einer neuen Methode zur Pumpenansteuerung. Diese neue Methode erlaubt die bedarfsgerechte Versorgung eines direkten Heizkreises, ohne zusätzliche Sensorik. Es wird lediglich der Volumenstromsensor verwendet. Auch ohne den Einsatz eines Differenzdruckreglers ist es möglich, den Heizkreis mit einem einstellbaren Differenzdruck zu versorgen.

VERHALTEN HERKÖMMLICHER WITTERUNGSGEFÜHRTER PUMPEN OHNE RESTFÖRDERHÖHEN-REGELUNG

Die interne Umwälzpumpe des Brennwertgerätes liefert eine Druckdifferenz, die als Förderhöhe bezeichnet wird. Durch die interne Hydraulik, insbesondere durch den Wärmetauscher, entsteht innerhalb des Wärmeerzeugers ein hydraulischer Widerstand, der einen Druckverlust verursacht. Die Druckdifferenz, die außerhalb des Wärmeerzeugers zwischen Vorlauf und Rücklauf anliegt, wird als Restförderhöhe bezeichnet. Ein direkt angeschlossener Heizkreis wird durch die interne Umwälzpumpe hydraulisch versorgt, das heißt, dem Heizkreis steht in diesem Fall die Restförderhöhe zur Verfügung. In der Standardausführung werden die Pumpen witterungsgeführt angesteuert, die Bestimmung der Pumpenansteuerung erfolgt hierbei in Abhängigkeit der Außentemperatur. Bei konstanter Außentemperatur bleibt

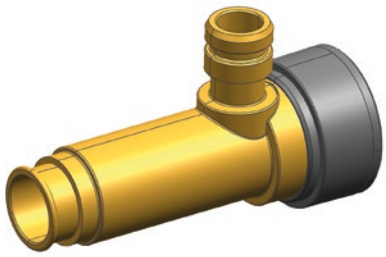


Abb. 2: Der integrierte Ultraschall-Volumenstromsensor ermöglicht den Verzicht auf ein Überströmventil sowie die neue Methode zur Restförderhöhen-Regelung.

DEUTSCHLAND TAUSCHT AUS

10 MIO. PUMPEN BIS INS JAHR 2020:
JETZT MITMACHEN UND PROFITIEREN

GEBÄUDELEISTUNG STEIGERN, BETRIEBSKOSTEN SENKEN UND VON 30 % FÖRDERUNG PROFITIEREN!

DEUTSCHLAND MACHT'S EFFIZIENT.

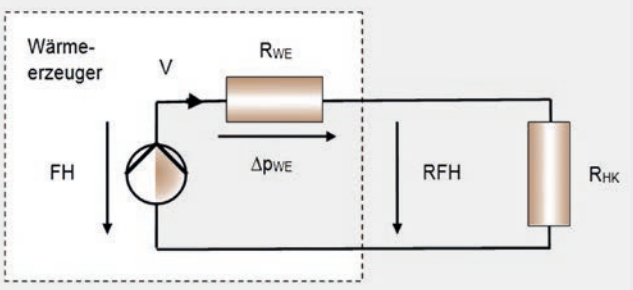
ERSCHLIESSEN SIE ECHTE EINSPARPOTENZIALE

Die Bundesregierung fördert die Optimierung der Energieeffizienz von Gebäuden. Der Austausch von Heizungspumpen und der hydraulische Abgleich mitsamt nötiger Zusatzinvestitionen werden mit 30 % auf Kaufpreis und Montage gefördert – bis zu einer Summe von 25.000,- Euro pro Maßnahme. Außerdem profitieren Sie von handfesten Einsparungen: Durch eine Umstellung auf hocheffiziente Pumpentechnik von Grundfos können Sie bis zu 60 % Energie einsparen.

Wollen Sie mehr wissen? Besuchen Sie uns auf www.grundfos.de/foerderung

be
think
innovate

GRUNDFOS



Legende:
FH – Förderhöhe
V – Volumenstrom
R_{WE} – Hydraulischer Widerstand des Wärmeerzeugers
Δp_{WE} – Druckverlust innerhalb des Wärmeerzeugers
RFH – Restförderhöhe
R_{HK} – Hydraulischer Widerstand des Heizkreises (Anlagenwiderstand)

Abb. 3: Ersatzschaltbild für eine Heizungsanlage mit direkt angeschlossenem Heizkreis

die Pumpenansteuerung (und somit die Pumpendrehzahl) konstant, unabhängig vom angeforderten Volumenstrom der Heizungsanlage. Damit sinkt die Restförderhöhe bei ansteigendem Volumenstrom. Beim hydraulischen Abgleich der Heizungsanlage muss also die maximale Pumpenansteuerung so eingestellt werden, dass die errechnete Restförderhöhe im Auslegungszustand anliegt, d.h. wenn in allen Heizkörpern die erforderlichen Volumenströme fließen. Bei geringerer Volumenstromanforderung liegt dann – aufgrund der Charakteristik der Pumpen – eine größere Restförderhöhe an, was zu Strömungsgeräuschen an den Thermostatventilen führen kann.

Mit der neuen Restförderhöhen-Regelung wird dagegen bei einem direkt angeschlossenen Heizkreis die Pumpe so geregelt, dass die Restförderhöhe immer der Anforderung des Heizkreises entspricht. Dabei kommt das Verfahren ohne zusätzliche Sensorik aus, es verwendet nur den integrierten Volumenstromsensor.

BESCHREIBUNG DES VERFAHRENS

Die hydraulische Situation kann durch das Ersatzschaltbild (Abb. 3) vereinfacht dargestellt werden: Die Restförderhöhe RFH ergibt sich aus der von der Pumpenansteuerung PA abhängigen Förderhöhe FH der Umwälzpumpe abzüglich des Druckverlustes Δp_{WE} im Wärmeerzeuger.

Mit Hilfe bekannter Theorie der Strömungslehre kann der Druckverlust des Wärmeerzeugers durch den hydraulischen Widerstand R_{WE} und den Volumenstrom V wie folgt beschrieben werden:

$$\Delta p_{WE}(V) = R_{WE}\, V^2$$

Die von der Pumpenansteuerung PA abhängige Förderhöhe FH der Umwälzpumpe wird beschrieben durch den Ansatz:

$$FH(PA) = a + b\, PA$$

Für die Restförderhöhe RFH erhält man dann die Darstellung:

$$RFH(PA,V) = FH(PA) - \Delta p_{WE}(V) = a + b\, PA - R_{WE}\, V^2$$

in der noch die Parameter a, b und RWE zu bestimmen sind. Die Bestimmung der Parameter führt auf ein lineares Ausgleichsproblem[1] [1].

PARAMETERIDENTIFIKATION

Zur Identifikation der Parameter wurden Messwerte der Restförderhöhe bei Pumpenansteuerungen von 10 bis 100% in 10er Schritten und bei verschiedenen Volumenströmen aufgezeichnet.

In Abb. 4 ist der typische Verlauf von gemessenen Restförderhöhen-Kennlinien zu sehen.

Die Lösung des Ausgleichsproblems, das heißt die Bestimmung der Parameter, erfolgt auf Basis der gemessenen Restförderhöhenkennlinien mit Hilfe der Gaußschen Ausgleichsmethode [1].

LABORMESSUNG

Abb. 5 zeigt die Verläufe von Volumenstrom, Pumpenansteuerung und gemessener Restförderhöhe bei einem Gas-Brennwert-Wandgerät mit aktiver Restförderhöhenregelung im Rahmen einer Labormessung, welche die Variation von Volumenströmen simuliert.

Dabei wurde ein Sollwert von 100 mbar eingestellt. Trotz eines sich sehr stark ändernden Volumenstromes wird die Restförderhöhe nahe am Sollwert gehalten.

MESSWERTE VOM PRAKTISCHEN BETRIEB IN EINEM EINFAMILIENHAUS

In Abb. 6 sind Messwerte bei aktivierter Restförderhöhenregelung aus einem Einfamilienhaus mit einem Vitodens 300-W zu sehen. Als Sollwert für die Restförderhöhe wurde 90 mbar eingestellt.Der Volumen-

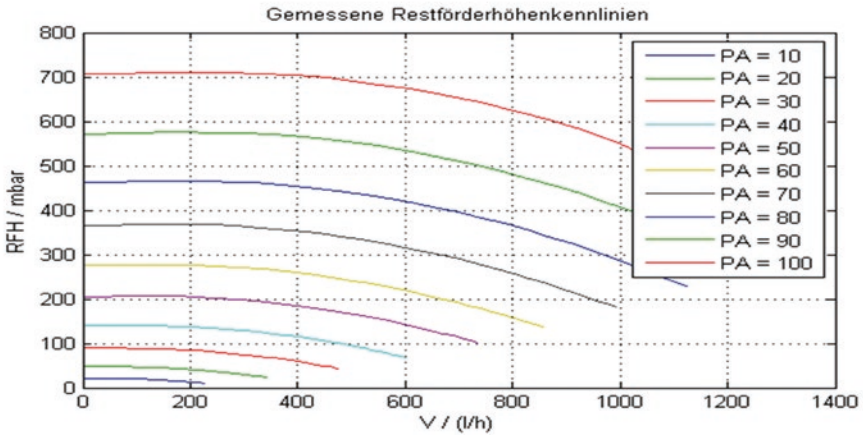


Abb. 4: Zur Identifikation der Parameter gemessene Restförderhöhen-Kennlinien

[1] So wie hier hat man in der mathematischen Modellierung häufig das Problem, dass ein Modell noch zu bestimmende Parameter enthält, die das zu modellierende System charakterisieren. Zur Bestimmung dieser Parameter werden Messdaten am realen System aufgenommen. I.d.R. werden viel mehr Messdaten aufgenommen als Parameter zu bestimmen sind, da die Messwerte mit (unvermeidbaren) Fehlern behaftet sind. Die hieraus resultierenden Gleichungssysteme zur Bestimmung der Parameter sind dann überbestimmt und i.d.R. nicht exakt lösbar. Man formuliert daher für die Bestimmung der Parameter ein Minimierungsproblem. Eine solche Aufgabenstellung heißt Ausgleichsproblem. Da Messwerte i.d.R. normalverteilt sind, wird häufig die Gaußsche Ausgleichsmethode angewendet.

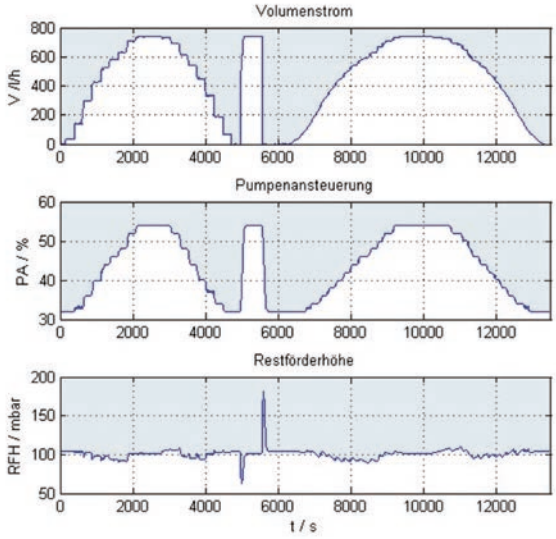


Abb. 5: Verläufe von Volumenstrom, Pumpenansteuerung und Restförderhöhe

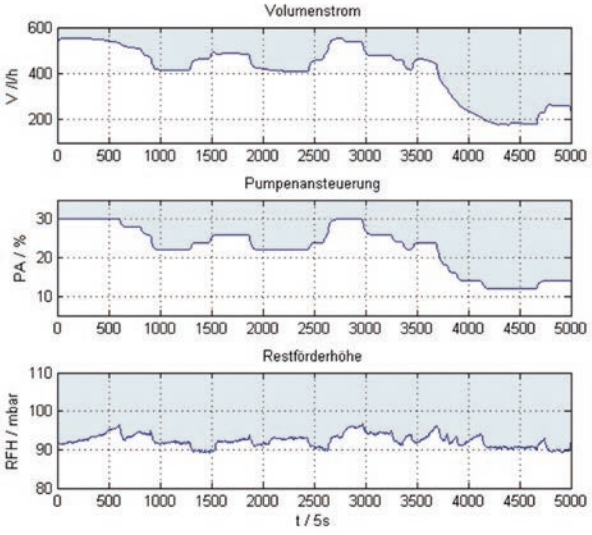


Abb. 6: Messdaten aus einem Einfamilienhaus mit Gas-Brennwert-Wandgerät Vitodens 300-W

strom variiert im betrachteten Zeitraum durch die Regelfunktion der Thermostatventile in einem Bereich von ca. 200 bis 600 Liter pro Stunde. Ohne Restförderhöhenregelung wäre mit einer Veränderung der Restförderhöhe von über 50 mbar zu rechnen (Abb. 4). Auch im praktischen Betrieb hält die Restförderhöhen-Regelung trotz der hohen Änderung des Volumenstromes die Restförderhöhe nahe am Sollwert.

FAZIT

Im Abschlussbericht zur OPTIMUS-Studie wird gefordert, dass für künftige Geräteentwicklungen primärenergetische Nutzungsgrade inklusive Pumpenleistung optimiert werden müssen. Mit der neuen Restförderhöhen-Regelung wird diese Forderung vollständig erfüllt. Es werden sowohl die eingesetzte elektrische Energie für die Pumpe reduziert, als auch der Wirkungsgrad des Brennwertgerätes durch Reduzierung des Volumenstromes und der damit verbundenen Absenkung der Rücklauftemperatur gesteigert. Weiterhin werden Strömungsgeräusche an Thermostatventilen vermieden.

Autoren:
Dr. rer. nat. Frank Müller, Teamleiter Gruppe Systemverfahrenstechnik, Bereich Forschung und Entwicklung
Marco Griese, M. Sc., Systemingenieur Produktentwicklung, Bereich Forschung und Entwicklung
Viessmann Deutschland
35108 Allendorf
Grafiken: Viessmann
www.viessmann.com

Literatur:
[1] H.R. Schwarz, N. Kögler: Numerische Mathematik, 8. aktualisierte Auflage, Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2011.

Mobile Wärme für jeden Leistungsbedarf

Für Ein- oder Mehrfamilienhaus
- Notfall- und Estrichaufheizung leicht gemacht!
- Modernisierungen und Umbauten in Ruhe durchführen!
- einfache Regelung

Mobile Heizzentrale mit Faltmechanismus EINZIGARTIG

mobiheat®
mobile Energiezentralen

24h Notrufservice

Für Großgebäude
- das Heizmobil versorgt Ihr Gebäude schnell wieder mit Heizwärme und Warmwasser
- Vermietung mit Full-Service: von Aufbau, Inbetriebnahme bis hin zum Abbau

Mobile Kälteanlagen
- Klimatisierung von Zelten, Hallen, Büros und Serverräumen
- Prozesskühlung

Verkauf & Vermietung
www.mobiheat.de