

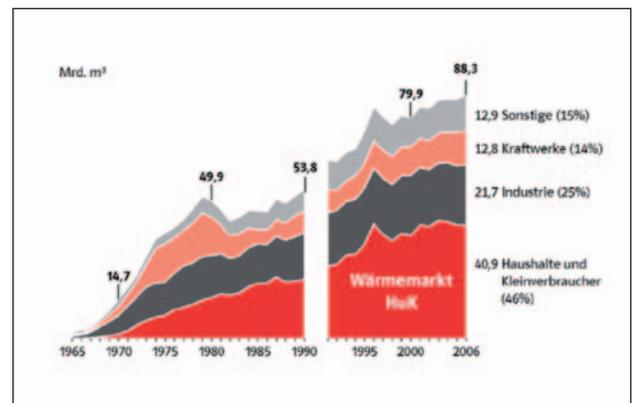
Mit innovativer Verbrennungsregelung wechselnde Gasqualitäten beherrschen

Effizienter und zuverlässiger Betrieb von Gas-Brennwertgeräten

Dr.-Ing. Manfred Dzubiella, Leiter Modulentwicklung

Um die zuverlässige Gasversorgung in Deutschland langfristig zu gewährleisten, werden in Zukunft neben Erdgasen aus unterschiedlichen Lieferländern auch Bio-Erdgas und andere Gase in die Versorgungsnetze eingespeist werden. Die dadurch entstehenden Schwankungen der Gasqualität werden von Gas-Brennwertgeräten mit einer Verbrennungsregelung wie Lambda Pro Control automatisch ausgeglichen. Eine aufwändige manuelle Anpassung an die jeweilige Brennstoffqualität, wie bei Geräten mit pneumatischem Gas-Luftverbund, ist damit nicht mehr erforderlich.

Abb. 1: Anstieg des Gasverbrauchs in Deutschland und Verteilung auf die verschiedenen Anwendungen (Quelle: Ramesohl, Stephan, 2009)



STATUS DER ERDGAS-BESCHAFFENHEIT IN DEUTSCHLAND

Erdgas ist einer unserer wichtigsten Energieträger – ganz besonders im Wärmemarkt. Beinahe die Hälfte (46%) des Jahresbedarfs von mehr als 88 Milliarden Kubikmetern wird in Ein- und Zweifamilienhäusern sowie Geschosswohnungen zur Raumbeheizung und Trinkwassererwärmung verbraucht. Aber auch für die Stromerzeugung (14%) und für industrielle Prozesse (25%) ist Erdgas unverzichtbar, Abb. 1. Auch im Vergleich zu den anderen

bei der Wärmeerzeugung eingesetzten Energieträgern hat Erdgas die Nase vorn. Im Gebäudebestand beträgt der Anteil knapp die Hälfte, in Neubauten sogar fast 60%, Abb. 2. Berücksichtigt man, dass die vorhandenen Erdgas-Vorkommen durch die zusätzliche Nutzung neuer Gasarten ergänzt werden, so wird klar, dass der gasförmige Brennstoff auch in den kommenden Jahrzehnten in diesem Bereich dominieren wird. Angesichts dieser Dominanz kommt der Versorgungssicherheit größte Bedeutung zu. Die deutschen

Gasversorger beziehen deshalb Erdgas aus unterschiedlichen Quellen, um nicht in Abhängigkeit von nur einem Lieferanten zu geraten. Deutschlands größter Lieferant ist derzeit Russland mit 34%, gefolgt von Norwegen (25%) und den Niederlanden (20%). Aus unserem eigenen Land kommen 15%, der Rest vor allem aus Dänemark und Großbritannien, Abb. 3. Diese stark divergierende Lieferstruktur hat bereits heute eine große Bandbreite der Erdgas-Qualitäten zur Folge, wie sie in kaum einem anderen Land vorzufinden ist.

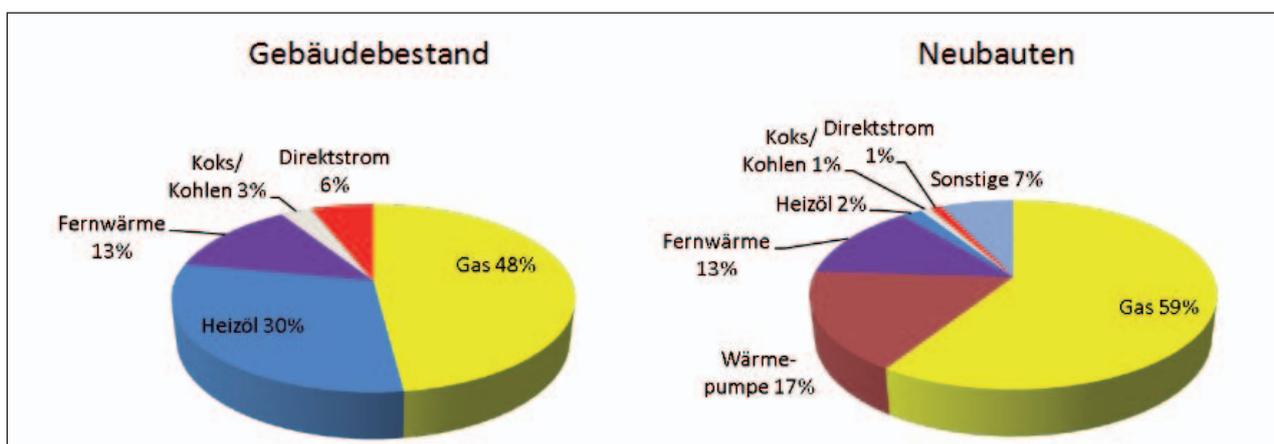


Abb. 2: Verteilung der verschiedenen Energieträger bei der Gebäudebeheizung [Quelle: BDEW (Hrsg.): Entwicklung der Energieversorgung 2008]

So reicht in Deutschland die Spanne beim Wobbe-Index von etwa 11,5 kWh/m³ bei Erdgas L bis hin zu 16,1 kWh/m³ bei Erdgas H.

KÜNFTIGE VERÄNDERUNGEN IN DER GASLIEFERSTRUKTUR

Um bei weltweit wachsender Nachfrage nach Erdgas und zugleich begrenzten Ressourcen auch weiterhin eine sichere Versorgung gewährleisten zu können, wird das Angebot an unterschiedlichen Gasqualitäten in Zukunft noch breiter werden. Insbesondere werden Regionen mit L-Gas-Versorgung auf H-Gas umgestellt,

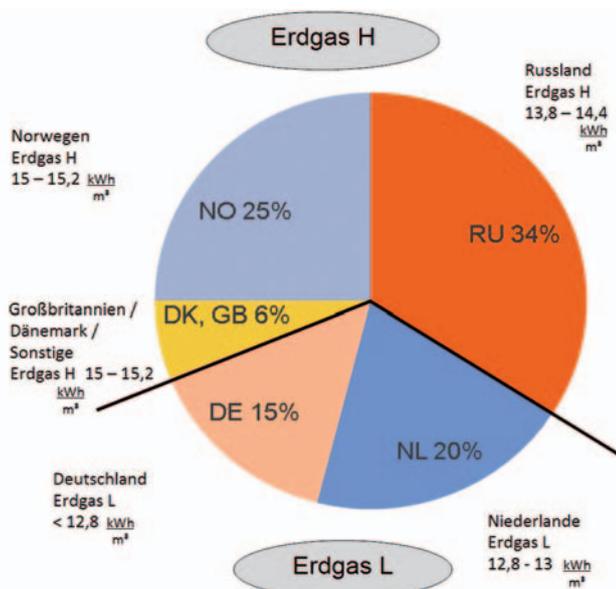


Abb.3: Deutschlands Bezugsquellen für Erdgas im Jahr 2009, (Quelle: EON Ruhrgas AG)

LN-Gas und Gase nach den EASEE-Spezifikationen sowie Bio-Erdgas werden mit steigenden Anteilen in die Versorgungsnetze eingespeist werden.

Umstellung von L- auf H-Gas

Der langfristige Rückgang der in- und ausländischen L-Gas-Produktion macht es früher oder später erforderlich, die bisher mit dieser Gasqualität versorgten Regionen auf das energiereichere H-Gas umzustellen. Diese Umstellung kann nicht in einem Schritt erfolgen. Das heißt, in den Erdgas-L-Gebieten werden zunächst sukzessive alle herkömmlichen Gas-Geräte mittels neuer Düsen oder Blenden auf Erdgas H (G20) eingestellt und arbeiten dann bis zur flächendeckenden Gasumstellung (durchschnittlich 6 bis 12 Monate) mit dieser Einstellung. In dieser Zeit werden diese Wärmeerzeuger im Unterlastbetrieb (bis etwa -20 %) und mit höheren Luftzahlen gefahren.

Einspeisung von LN-Gas und EASEE-Gas

Mit der Einspeisung von Liquefied Natural Gas (LNG) und Gas nach den EASEE-Spezifikationen (European Association for the Streamlining of Energy Exchange) in die Versorgungsnetze kommen neue Qualitäten hinzu. Dabei handelt es sich um hochkalorische Gase mit einem Wobbe-Index von 13,6 bis 15,81 kWh/m³. Diese Gase befinden sich damit an der oberen Grenze des nach dem Arbeitsblatt DVGW-G260 zulässigen Wobbe-Indexbereichs. Übliche

Etaline® PumpDrive: Inlinepumpe mit Drehzahlregelsystem.

- Energieeinsparung von bis zu 60 % durch Drehzahlregelsystem PumpDrive
- Anpassung der Fördermenge exakt an den Bedarf
- In der motormontierten Version schnell und stufenlos bis 45 kW
- Vor-Ort-Anzeige aller relevanten Betriebsdaten durch PumpMeter

Mehr unter www.ksb.com/produkte



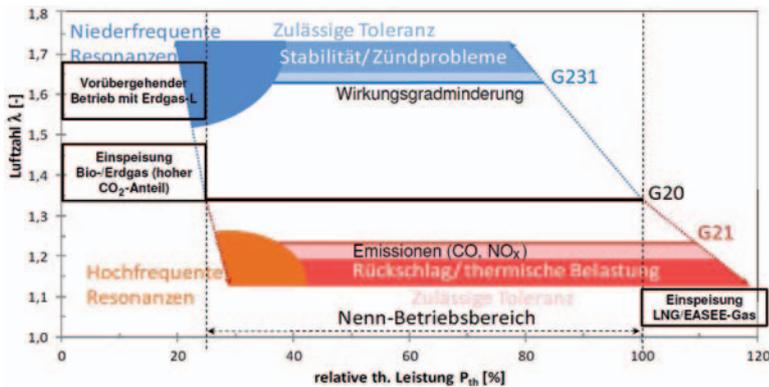


Abb. 4: Brennerbetriebsfeld eines Gasvormischbrenners (ungeregelter pneumatischer Verbund) mit Darstellung der typischen Problemzonen beim Betrieb mit veränderten Gasqualitäten

Heizkessel, die auf herkömmliches Erdgas eingestellt sind und die mit einem Erdgasgemisch mit LNG- bzw. EASEE-Gas-Anteil betrieben werden, arbeiten dann im Überlastbetrieb bei niedrigen Luftzahlen und erhöhten NO_x - und CO -Emissionen.

Einspeisung von Bio-Erdgas

Bisher ist die Verwendung von Biogas nur bei der Kraft-Wärme-Kopplung politisch erwünscht. Das Wärmegesetz (EeWärmeG) sieht zurzeit Biogas nur als Energieträger für Blockheizkraftwerke vor, nicht jedoch für die Wärmeerzeugung.

Die Bundesregierung hat allerdings angekündigt, diese Ungleichbehandlung aufzuheben und den Wärmemarkt für Biogas zu öffnen. Dann wird zunehmend

mit Unterlast betrieben, bei gleichzeitig erhöhtem CO_2 -Anteil.

AUSWIRKUNGEN SICH VERÄNDERNDER GASZUSAMMENSETZUNGEN AUF GAS-HEIZKESSEL

Die große Bandbreite an unterschiedlichen Brennstoff-Qualitäten, mit denen Gas-Wärmeerzeuger zukünftig betrieben werden müssen, kann von Geräten mit pneumatischem Gas-Luft-Verbund nur mit zum Teil erheblichem Umstellungsaufwand bewältigt werden. Trotzdem bleibt konzeptbedingt auch nach erfolgter Umstellung auf das jeweilige Gasgemisch ein Nachteil bestehen – die fehlende Anpassungsfähigkeit an aktuelle Qualitätsschwankungen des Brennstoffes.

erzielen, wodurch der für eine vollständige Verbrennung erforderliche Luftüberschuss möglichst gering gehalten werden kann. Die geforderte Brennerleistung wird bei diesen voll-vormischenden Gasbrennern durch eine entsprechende Veränderung der Gebläsedrehzahl und damit der jeweils zugeführten Verbrennungsluftmenge reguliert. Die Gasmenge wird pneumatisch durch den sogenannten Luft-Steuerdruck an die aktuell angesaugte Menge der Verbrennungsluft angepasst, um das für die vollständige Verbrennung optimale Gas-/Luft-Mengenverhältnis (Luftzahl λ) beizubehalten. Steuergröße für die erforderliche Gasmenge ist also die Gebläse-Luftmenge, über die in einem fest eingestellten Verhältnis das Gas zudosiert wird. Die zur Steuerung des Gasventils notwendige Steuerdruckdifferenz wird durch Blenden oder speziell gestaltete Venturi-Systeme in der Luftstrecke erreicht, die – im Verbund mit einer Gasdüse – auf die jeweils verwendete Gasart abgestimmt sein müssen. Wird die Gasart gewechselt, zum Beispiel von Erdgas L auf H, so müssen üblicherweise diese Blenden bzw. Düsen von einem Fachhandwerker ausgetauscht werden. Auf Schwankungen der Gasqualität, die durch die Einspeisung von LN-, EASEE- oder Biogasen entstehen werden,

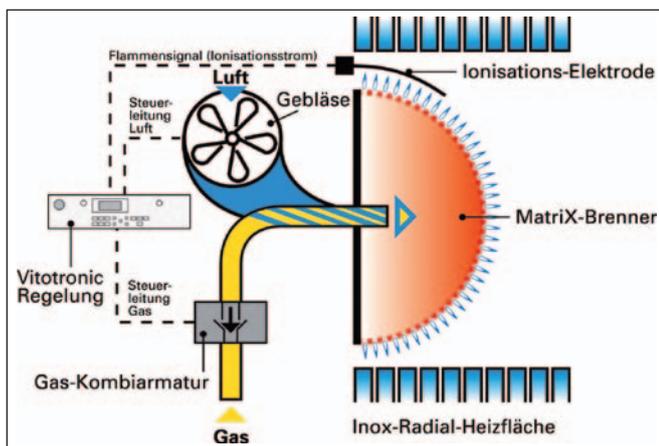


Abb. 5: Funktionsschema der selbstkalibrierenden Verbrennungsregelung

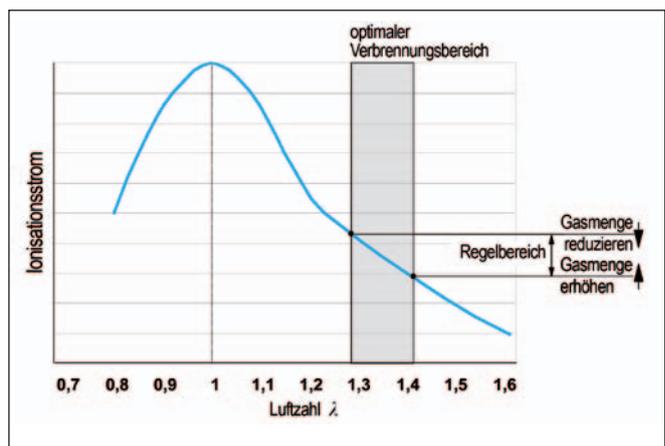


Abb. 6: Luftzahl Lambda in Abhängigkeit vom Ionisationsstrom

entsprechend aufbereitetes Bio-Erdgas in die Erdgasnetze eingespeist werden. Dabei werden derzeit Zumischungen zum Erdgas von bis zu 10% angestrebt. Bio-Erdgas bringt CO_2 -Anteile von bis zu 13% in die Netze. Herkömmliche Gas-Geräte ohne entsprechende Anpassung werden bei diesen Erdgas-/Biogas-Gemischen

Herausforderung für konventionelle Gas-Wärmeerzeuger

Bei der überwiegenden Zahl der Gas-Brennwertgeräte wird die Verbrennungsluft durch ein Gebläse angesaugt und auf dem Weg zum Brenner mit dem Gas vermischt. Damit lässt sich eine sehr gute Vermischung von Gas und Verbrennungsluft

können Gasbrenner mit pneumatischem Gas-Luft-Verbund gar nicht reagieren. Sie erkennen weder einen veränderten Brennwert, noch gestatten sie eine permanente Anpassung an die aktuellen Verhältnisse. Dies kann zu unerwünschten Veränderungen im Verbrennungsprozess durch Verschiebung des Gas-/Luft-Verhältnisses

führen. Die möglichen Folgen sind unter anderem Zündprobleme, mangelnde Flammenstabilität, nieder- und hochfrequente Resonanzgeräusche (Thermoakustik), erhöhte thermische Belastungen, erhöhte Schadstoffemissionen sowie eine Minderung des Wirkungsgrades, Abb.4.

Die mangelnde Anpassungsfähigkeit des pneumatischen Gas-Luft-Verbundes hat zum Teil erhebliche Auswirkungen:

- ▶ Für die Anlagenbetreiber, die mit höherem Gasverbrauch und ansteigenden Emissionen sowie teilweise auch mit eingeschränkter Verfügbarkeit rechnen müssen.
- ▶ Für Fachbetriebe, die die Geräte an die veränderten Betriebsbedingungen anpassen und gegebenenfalls die genannten Probleme bei ihren Kunden abstellen müssen.
- ▶ Für die Gasversorger, die mit Einschränkungen und hohen Kosten bei der Umstellung der Gasart beziehungsweise bei der Einspeisung anderer Gasqualitäten rechnen müssen.

Selbstkalibrierende Verbrennungsregelung als Problemlösung

Die zukünftig zu erwartende Vielfalt an unterschiedlichen Gasqualitäten und die fehlende Anpassungsfähigkeit des pneumatischen Gas-Luft-Verbundes haben die Gerätehersteller vor die Aufgabe gestellt, neue technische Einrichtungen zu entwickeln, die jederzeit und selbsttätig einen effizienten, umweltschonenden und zuverlässigen Betrieb ihrer Wärmeerzeuger gewährleisten. Die ideale Antwort auf diese Herausforderungen ist eine automatisch arbeitende Verbrennungsregelung, die Qualitätsschwankungen des Brennstoffs sofort erkennt und ausgleicht. Um ein Höchstmaß an Effektivität zu erreichen, sollte eine solche Regelung die Verbrennungsgüte direkt in der Flamme überwachen, denn nur hier lassen sich auch schnelle Änderungen unmittelbar und sicher erfassen. Um sich den sich ständig verändernden Bedingungen anpassen zu können, muss sich diese Verbrennungsregelung permanent selbst kalibrieren können. Darüber hinaus ist wünschenswert, dass dafür ein Minimum an neuen Bauteilen erforderlich ist, die zusätzlichen Wartungsaufwand verursachen.

Mit diesen Zielvorgaben wurde bei Viessmann für die Gas-Brennwertgeräte der Vitodens- und Vitocrossal-Baureihen die selbstkalibrierende Verbrennungsregelung Lambda Pro Control entwickelt, die die genannten Voraussetzungen erfüllt. Das Gerät ersetzt den klassischen pneumatischen Gas-Luft-Verbund durch einen elektronischen Verbund. Dazu wird die bereits vorhandene Ionisationselektrode der Flammenüberwachung verwendet, s.Abb.5.

Die bei der Gasverbrennung freiwerdenden Ionen und Elektronen machen die Flamme elektrisch leitfähig. Dadurch kann bei Anlegen einer Wechselspannung an die Ionisationselektrode elektrischer Strom fließen – der so genannte Ionisationsstrom. Die Stärke des Ionisationsstromes gibt dabei Auskunft über den Sauerstoffgehalt der Flamme bzw. über die aktuelle Luftzahl (λ). Lambda Pro Control misst ständig den aktuell durch die Gasflamme fließenden Strom mittels Ionisationselektrode und vergleicht ihn mit den Sollwerten. In der Praxis regelt diese Verbrennungsregelung die Luftzahl innerhalb eines Toleranzfeldes zwischen $\lambda = 1,24$ bis $1,44$ durch Verändern der Gaszufuhr: Bei Abweichungen vom einge-

Regelsystem BOA-Systronic®: Energie und Kosten sparen mit System.

- Umwälzpumpe und Regelarmatur arbeiten eng zusammen
- Die Pumpe fördert nur das Wasser, das benötigt wird
- Garantierte Einsparung an Pumpen-Betriebskosten
- Zusätzliche Einsparung an Primärenergie

Mehr unter www.ksb.com/produkte



stellten Ionisationsstrom-Sollwert, wird die Gasmenge gedrosselt bzw. erhöht, Abb.6. Bei Schwankungen der Gasqualität öffnet oder schließt das Gerät entsprechend des gemessenen Ionisationsstromes das Gasregelventil und reguliert so die Luftzahl. Da die Gasmenge auch von der tatsächlichen Brennerleistung abhängig ist, wird auch die Gebläsedrehzahl erfasst und dient als Steuergröße für die Verstellung der Gasmenge. So wird z. B. bei voller Brennerleistung die Gasmenge stärker erhöht bzw. gedrosselt als bei geringeren Leistungen. Der elektronische Gas-Luft-Verbund regelt das Brennerbetriebsfeld unabhängig von der aktuellen Gasbeschaffenheit auf einen optimalen Luftzahlbereich aus. Damit sind stets eine dauerhaft stabile Verbrennungsqualität und ein gleichbleibend hoher Wirkungsgrad gesichert – auch bei Zumischung von Bio- oder Flüssiggas bzw. von Gasen gemäß EASEE-Spezifikation. Die durch Lambda kontinuierlich nachgeleitete Verbrennung gewährleistet so eine dauerhaft hohe Betriebssicherheit, unabhängig von der momentan verwendeten Gasqualität, Abb.7.

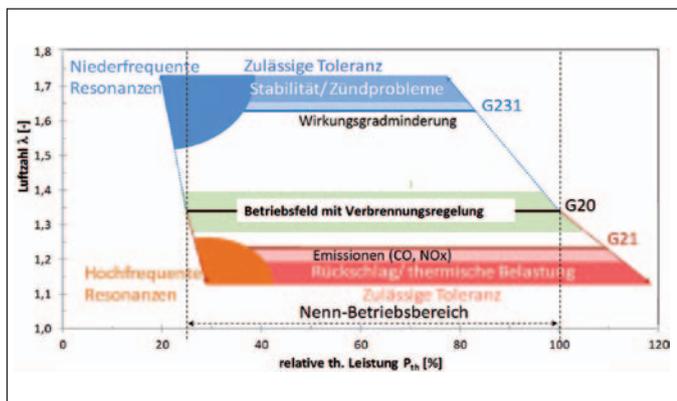


Abb.7: Lambda Pro Control (elektronischer Gas-Luft-Verbund) regelt das Brennerbetriebsfeld permanent in einem optimalen Luftzahlbereich aus.

VORTEILE FÜR DIE VERSCHIEDENEN ZIELGRUPPEN

Für die beteiligten Akteure – Gaswirtschaft, Fachhandwerker und Anlagenbetreiber – ergeben sich mit der Einführung von Brennwertgeräten mit selbstkalibrierender Verbrennungsregelung eine Reihe eindeutiger Vorteile, Abb.8.

Vorteile für die Gaswirtschaft:

- ▶ Bei der Umstellung von L- auf H-Gas müssen diese Geräte nicht an die neue

Gasqualität angepasst werden, es fallen keine Umstellkosten an.

- ▶ Versorgungsunternehmen können wesentlich flexibler bei der Gasdarbietung agieren.
- ▶ Auch die Zumischung von LN-Gas, EASEE-Gas und Biogas ist problemlos möglich.

Vorteile für das Fachhandwerk:

- ▶ Eine verbrennungsseitige Geräteeinstellung ist bei der Inbetriebnahme nicht erforderlich. Der elektronische Gas-Luft-Verbund kalibriert sich selbstständig, das Brennwertgerät geht problemlos in Betrieb.
- ▶ Die Umstellung der Geräte bei einem Wechsel zwischen Erdgas L und H mittels Düsen oder Blenden entfällt.
- ▶ Für den Wechsel auf Flüssiggas reicht eine manuelle Umschaltung an der Regelung und am Gas-Kombiregler, ohne Öffnen der Gasstrecke.
- ▶ Die Anpassung der Geräte an den Widerstand des jeweiligen Abgassystems entfällt.
- ▶ Selbst nachträgliche Veränderungen im Abgassystem werden im laufenden

durch entsprechend geringe Energiekosten.

- ▶ Die niedrigen Emissionen dieser Geräte kommen dem heutigen Umweltbewusstsein entgegen.
- ▶ Der zuverlässige Betrieb gewährleistet eine hohe Geräte-Verfügbarkeit.

ERFAHRUNGEN MIT DEM EINSATZ IN DER PRAXIS

Die selbstkalibrierende Verbrennungsregelung wurde auf der ISH 2005 erstmals einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt. Zunächst waren es nur zwei Gerätetypen aus dem Premiumsegment, die über diese Innovation verfügten. In der folgenden Zeit erhielten jedoch die weiteren Gas-Brennwert-Wand- und Kompaktgeräte der Vitodens Baureihe den neuen, elektronischen Gas-Luft-Verbund. Heute ist Lambda Pro Control serienmäßiger Bestandteil aller in Deutschland angebotenen Vitodens Gas-Brennwertgeräte und wird seit September 2010 auch im bodenstehenden Gas-Brennwertkessel Vitocrossal 300 (bis 60 kW) eingesetzt. Viessmann setzt im gesamten Gas-Brennwertgeräte-Programm bis zu



Abb.8: Von den Vorteilen der selbstkalibrierenden Verbrennungsregelung profitieren Gaswirtschaft, Fachhandwerk und Anlagenbetreiber gleichermaßen.

Betrieb automatisch ausgeglichen.

- ▶ Für den Service müssen keine neuen Bauteile bereitgehalten werden, bereits vorhandene und bewährte Komponenten (Ionisationselektrode) werden genutzt.

Vorteile für Anlagenbetreiber:

- ▶ Betreiber von Gas-Brennwertgeräten mit selbstkalibrierender Verbrennungsregelung profitieren von der konstant hohen Effizienz ihrer Wärmeerzeuger

einer Nenn-Wärmeleistung von 105 kW eine selbstkalibrierende Verbrennungsregelung ein. Seit 2005 sind über eine halbe Million verbrennungsgeregelte Gas-Brennwertgeräte von Viessmann in den Markt gebracht worden. Diese mit Lambda Pro Control ausgestatteten Geräte haben ihre besondere Effizienz und Zuverlässigkeit unter Beweis gestellt – insbesondere dort, wo durch einen Wechsel bzw. durch Schwankungen der Gasqualität erhöhte

Anforderungen an die Robustheit der Geräte gestellt werden. Dies wird vom Fachhandwerk und von den Anlagenbetreibern bestätigt. Die selbstkalibrierende Verbrennungsregelung gewährleistet eine schadstoffarme und effiziente Verbrennung.

Darüber hinaus zeigte die Praxis, dass diese Art der Verbrennungsregelung auch veränderte Betriebsbedingungen ausgleicht, die nicht auf der Gasqualität beruhen. Das Gerät regelt ebenso Luftdruckschwankungen und Veränderungen des Strömungswiderstandes in der Abgasleitung zuverlässig aus und sorgt so auch diesbezüglich für hohe Betriebssicherheit. Unter anderem ist deswegen gemäß der neuen Kehr- und Überprüfungsordnung (KÜO) bei Geräten mit selbstkalibrierender Verbrennungsregelung die übliche Abgaswegeuntersuchung nur noch alle drei Jahre vorgeschrieben, statt der bisherigen zweijährigen Untersuchung.

Prüfstandsuntersuchungen der E.ON Ruhrgas sowie Praxistests des Gaswärme-Instituts e. V. Essen (GWI) unterstreichen die Wirksamkeit und Zuverlässigkeit verbrennungsgeregelter Gasgeräte.

Stiftung Wartentest bestätigt die Vorteile der Gas-Brennwertgeräte mit selbstkalibrierender Verbrennungsregelung. Das Wandgerät Vitodens 300-W mit Lambda Pro Control ging im Juli 2010 mit der Gesamtnote „Gut“ (1,7) als Testsieger hervor, in der Kategorie Umwelteigenschaften („besonders schadstoffarme Verbrennung“) erhielt es ein „Sehr gut“ (1,5).

6. FAZIT

Die Entwicklung der selbstkalibrierenden Verbrennungsregelung Lambda Pro Control für Gas-Brennwertgeräte hat sich für Gasversorger, Fachhandwerker und Endverwender gelohnt. Gasversorger unterliegen praktisch keinen Restriktionen bei der Gasdarbietung. Gasartenumstellungen und Zumischungen von LN-, EASEE- sowie Bio-Erdgasen verursachen bei Geräten mit einer solchen Verbrennungsregelung keinerlei Probleme. Für das Fachhandwerk vereinfachen sich Inbetriebnahme und Service erheblich. Anpassungen an veränderte Gasqualitäten – aber auch an veränderte Widerstände im Abgassystem – sind nicht mehr erforderlich. Außerdem müssen keine neuen Bauteile gewartet bzw. bereitgehalten werden. Und nicht zuletzt erhalten die Anlagenbetreiber stets zuverlässig und mit hoher Effizienz sowie besonders niedrigen Emissionen arbeitende Gas-Brennwertgeräte.

Autor

Dr.-Ing. Manfred Dzubiella,

Leiter Modulentwicklung Gas-Wandgeräte

Viessmann Werke, 35108 Allendorf

Grafiken: Viessmann (Abb.4-8)

www.viessmann.com

Energiesparklappen BOAX®-S und BOAX®-SF: effizient von kalt bis heiß.

- Verringerte Energiekosten durch optimierte Durchflussgeometrie
- Kein Wärmeverlust dank Taupunktsperre mit großvolumiger Anklebefläche
- Dauerhafte Dichtheit durch sphärische Klappenscheibe mit abgerundeter Dichtkontur

Mehr unter www.ksb.com/produkte

