



Gasbeschaffenheit und ihre Schwankungen in E.ON-Verteilnetzen – Auswirkungen auf die Gasverwendung

Während bei der Erarbeitung der europäischen Norm EN 16726 für Erdgas H hinsichtlich vieler Grenzwerte und Vorgaben eine Einigung erzielt werden konnte, besteht für das Wobbeband, die wichtigste Kenngröße für die **Austauschbarkeit von Gasen**, bisher kein übereinstimmender Grenzbereich. Wie viele Netzbetreiber ist die E.ON von diesen Entwicklungen direkt betroffen und hat sich entschlossen, ein internes Projekt durchzuführen, um Gasbeschaffenheiten in den eigenen Netzen zu analysieren, Auswirkungen auf den Gerätebetrieb herauszuarbeiten, bestehende technische Lösungen aufzuzeigen und **nötige Entwicklungen für die Zukunft voranzutreiben**.

von: Dr. Petra Nitschke-Kowsky, Angelo Martino, Werner Weßing (alle: E.ON) & Manfred Vogt (e.kundenservice Netz GmbH)

Bei der Erarbeitung der europäischen Norm EN 16726 für Erdgas H konnte bezüglich vieler Grenzwerte und Vorgaben eine Einigung erzielt werden. Der Bereich der wichtigsten Kenngröße für die Austauschbarkeit der Gase in der Anwendung, das Wobbeband, konnte trotz der umfangreichen Untersuchungen im europäischen Projekt „GasQual“, das eine breit angelegte europäische Studie zu den Auswirkun-

gen von Gasqualitätsänderungen auf den sicheren Gerätebetrieb beinhaltet, und intensiver Arbeit in den technischen Gremien auf europäischer und nationaler Ebene nicht übereinstimmend festgelegt werden. Aus Sicht der E.ON als europäisch arbeitender, großer deutscher Netzbetreiber und Gas Händler besteht ein großes Interesse daran, gemeinsam mit der Gaswirtschaft und den Herstellern/Anwen-

dern eine Lösung zu erarbeiten, die sowohl die Aspekte der Versorgungssicherheit und Integration erneuerbarer Gase berücksichtigt als auch gleichzeitig eine sichere und emissionsarme Anwendung garantiert.

Alle E.ON-Netzbetreiber in Deutschland sind von den Entwicklungen direkt betroffen. Sie übernehmen Gase von den vorgelagerten Netzbetreibern, deren Be-

schaffenheit innerhalb der vom DVGW-Arbeitsblatt G 260 [1] vorgegebenen Grenzen schwanken kann. Genauso werden bei der Einspeisung von regenerativen Gasen die festgelegten Grenzen, die örtliche Schwankungen von $+0,7 \text{ kWh/m}^3$ bis $-1,4 \text{ kWh/m}^3$ zulassen, eingehalten. Andererseits wird zunehmend von Herstellern und Anwendern betont, dass ein Betrieb bei voller Ausschöpfung der Grenzen des DVGW-Arbeitsblattes G 260 nicht sicher, zuverlässig und mit Einhaltung aller Grenzwerte bezüglich Emissionen und Effizienz möglich ist. Die E.ON-Netzbetreiber haben ein hohes Interesse an der Zufriedenheit ihrer Netzkunden und einer sicheren und zuverlässigen Anwendung. Kundenanfragen zur Gasbeschaffenheit kommen zunächst direkt zum lokalen Netzbetreiber, von dem kurzfristige Antworten und Lösungen erwartet werden. Gegebenenfalls müssen technische Lösungen zeitnah mit Anwendern und mitunter Herstellern unter Berücksichtigung der jeweils örtlich gegebenen Bedingungen umgesetzt werden. Dienstleistungen, wie technische Beratung, werden den Kunden bereits seit Jahren angeboten.

Vor diesem Hintergrund hat E.ON sich entschlossen, mit hoher zeitlicher Priorität ein internes Projekt durchzuführen. In diesem Projekt werden zunächst die Gasbeschaffenheiten der in den letzten Jahren in den E.ON-eigenen Netzen verteilten Gase analysiert. Im zweiten Schritt werden die Auswirkungen auf den Gerätebetrieb herausgearbeitet. Ziel ist es u. a., vorhandene Lösungen in Gebieten mit bereits heute schwankender Gasbeschaffenheit herauszuarbeiten und zu dokumentieren. Im dritten Schritt sollen diese technischen Lösungen bereitgestellt werden, sodass mögliche Kundenanfragen in allen E.ON-Netzen kurzfristig beantwortet werden können. Nötige Maßnahmen für die Zukunft sollen entwickelt und umgesetzt werden. Nicht zuletzt ist es Ziel, möglichen Forschungsbedarf zur Abdeckung der Gesamtbandbreite des DVGW-Arbeitsblattes G 260 aufzuzeigen. Erste Ergebnisse des Projektes werden im Folgenden dargestellt.

Gasbeschaffenheiten in den Verteilnetzen der E.ON

Die E.ON-Verteilnetze, namentlich Schleswig-Holstein Netz AG, Hamburger Netz GmbH, HanseWerk AG, E.DIS AG, Avacon AG, Avacon Hochdrucknetz GmbH und Bayernwerk AG, versorgen große Teile Norddeutschlands sowie Sachsen-Anhalts bis in die nördlichen Regionen von Hessen und die östlichen Teile Bayerns mit Erdgas (Abb. 1). Insgesamt 281 Netzkoppelpunkte verbinden das Unternehmen mit seinen verschiedenen vorgelagerten Netzbetreibern und den 33 Biogaseinspeiseanlagen. Laut Gasnetzzugangsverordnung GasNZV § 40 Satz 1, Punkt 7 [2] ist an diesen Netzkoppelpunkten der Monatsmittelwert des Brennwertes vom vorgelagerten Netzbetreiber anzugeben. An zahlreichen Netzkoppelpunkten werden rückwirkend arithmetisch gemittelte Tageswerte aus der Brennwertrekonstruktion (REKO-Werte) der vorgelagerten Netzbetreiber zur Verfügung gestellt, d. h. Brennwert, Dichte und CO_2 -Gehalt des übergebenen Gases. Darüber hinaus sind im gesamten H-Gasnetz der E.ON hauptsächlich aus Gründen der Abrechnung zur Einrichtung von Brennwertzonen insgesamt 71 Gasbeschaffenheitsmessgeräte (PGC und EMC) installiert, die teilweise von E.ON investiert und betrieben werden, teil-

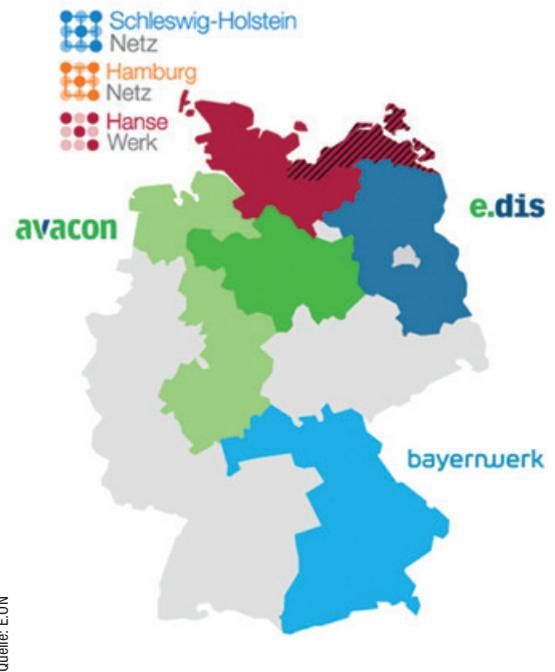


Abb. 1: Netzgebiete der E.ON in Deutschland

weise von Kunden oder vorgelagerten Netzbetreibern. Die PGC liefern üblicherweise im Takt einiger Minuten eine aktuelle Vollanalyse des lokalen Erdgases, die zu Stundenwerten gemittelt werden. Grundsätzlich stehen also sehr verschiedene Datenquellen zur Gasbeschaffenheit mit unterschiedlicher Aktualität zur Verfügung. Der Monatsmittelwert des Brennwertes und die Tagesmittel der REKO-Werte von Brennwert, Dichte und CO_2 -Gehalt werden kurzfristig am Monatsanfang für den Vor-

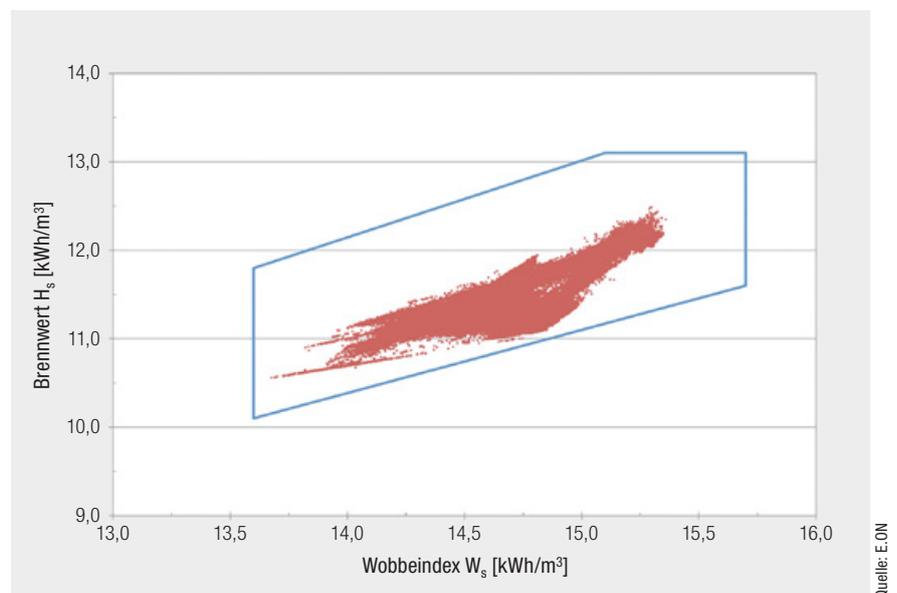


Abb. 2: Brennwert und Wobbeindex an 50 repräsentativen Einspeisepunkten in E.ON-Verteilnetzen in den Grenzen des DVGW-Arbeitsblattes G 260 (blau)

monat zur Verfügung gestellt. Bei speziellen Anforderungen können die Tagesmittelwerte auch jeweils aktuell für den Vortag übertragen werden. Die Vollanalyse aus eigenen PGC kann prinzipiell aktuell angegeben werden.

Im Rahmen des Projektes wurden 50 Netzkoppelpunkte der E.ON zu vorgelegerten Netzbetreibern für eine detailliertere Betrachtung ausgewählt. Dabei wurden vorrangig Regionen mit größeren Schwankungen untersucht. In Regionen mit geringen Schwankungen wurden wenige repräsentative Stellen ausgewählt. An 28 dieser Entryunkte lagen Tagesmittelwerte aus REKO-Daten vor. An vier weiteren Entryunkten, an denen üblicherweise nur Monatsmittelwerte des Brennwertes geliefert werden, wurden zusätzliche Daten (Tagesmittelwerte Brennwert, Dichte, CO₂) vom vorgelegerten Netzbetreiber erfragt, sodass insgesamt an 32 Stellen Tagesmittelwerte aus REKO-Daten zur Verfügung standen. An 18 Orten konnten Stundenmittelwerte aus PGC-Daten genutzt werden. Die Daten der letzten 3,5 Jahre wurden zusammengestellt und der zugehörige Wobbeindex berechnet. Alle diese Einzelwerte von Brennwert und Wobbeindex an den 50 Entryunkten über 3,5 Jahre sind in **Abbildung 2** dargestellt. Die Grenzen laut DVGW-Arbeitsblatt G 260 sind ebenfalls eingetragen. Deutlich wird, dass in den E.ON-Netzgebieten sehr unterschiedliche Gase genutzt werden. Erdgas als Naturprodukt hängt in seiner Beschaffenheit von den jeweiligen Quellen in der Nordsee, in Russland oder in Deutschland und den Niederlanden ab. Jede dieser Quellen unterliegt wieder gewissen zeitlichen Schwankungen. Von vorgelegerten Netzbetreibern werden Verbundgase mit wieder anderer Beschaffenheit geliefert. Zunehmend wird auch Bioerdgas eingespeist, das insbesondere, wenn auf eine Konditionierung verzichtet werden kann, sehr niedrig im Wobbeindex liegt. In der Folge werden in den E.ON-H-Gas-Netzen Gase in einem breiten Wobbeband von ca. 13,6 kWh/m³ bis

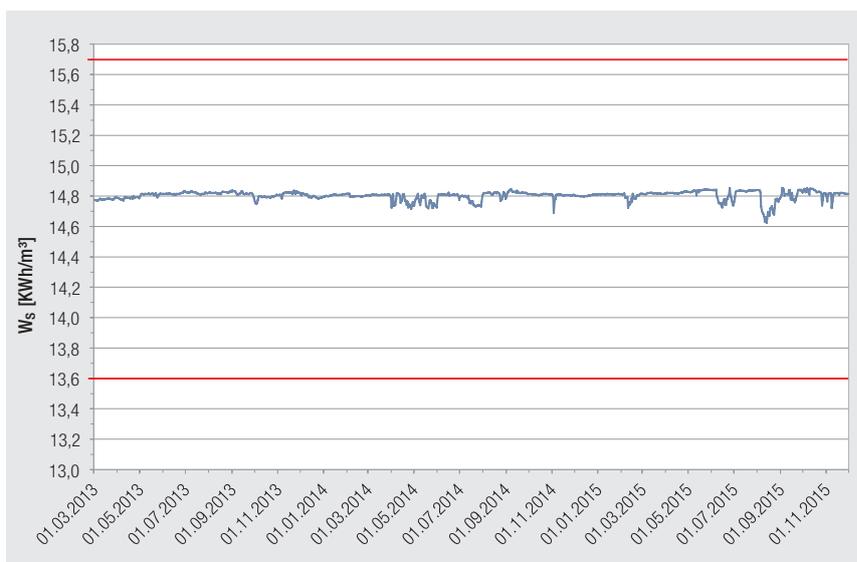


Abb. 3: Beispielhafter Verlauf des Wobbeindex bei kleinen Schwankungen $\Delta W_s < 0,7 \text{ kWh/m}^3$

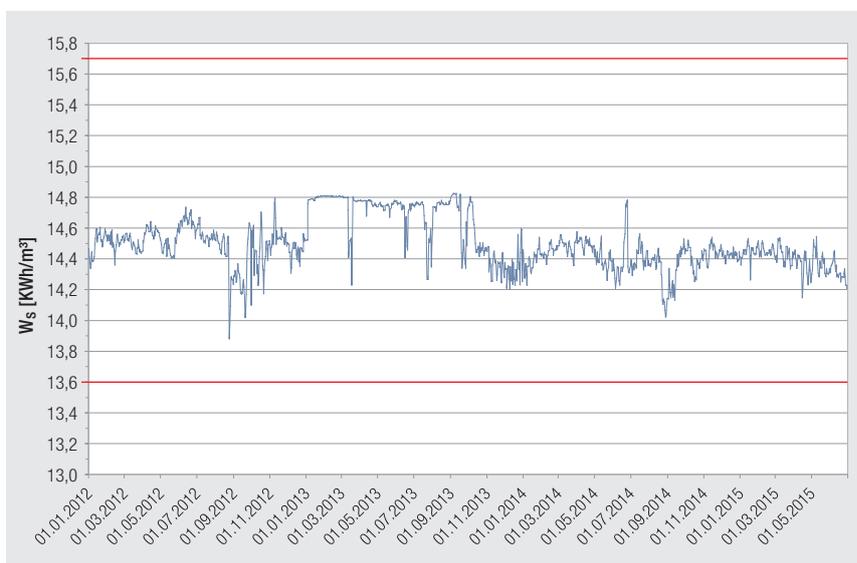


Abb. 4: Beispielhafter Verlauf des Wobbeindex bei mittleren Schwankungen $0,7 \text{ kWh/m}^3 < \Delta W_s < 1,0 \text{ kWh/m}^3$

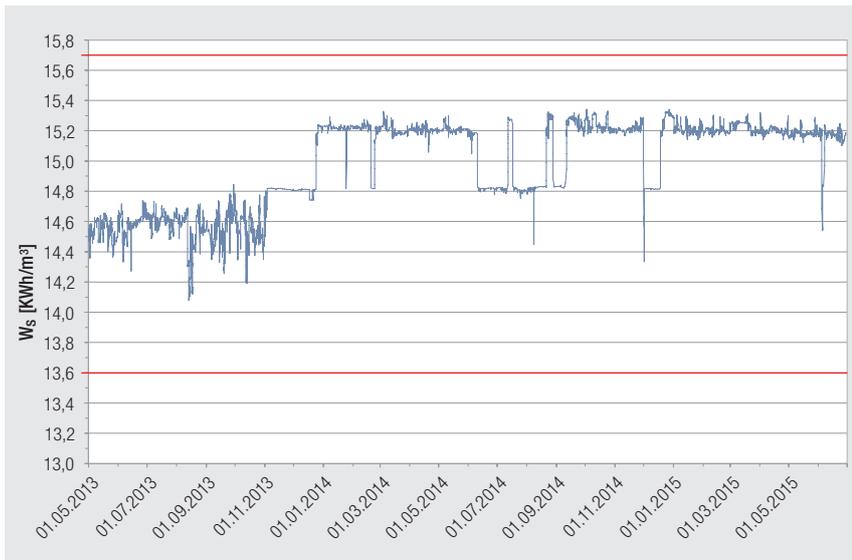
15,4 kWh/m³ verteilt, das nahezu den gesamten zulässigen Bereich des DVGW-Arbeitsblattes G 260 ausschöpft. Die vorgegebenen Grenzen werden jedoch stets eingehalten.

Diese Diversifizierung der Quellen wurde und wird von Gaswirtschaft und Politik stets angestrebt, um die hohe Versorgungssicherheit zu erhalten und die Abhängigkeit von einzelnen Produzenten zu reduzieren. Dieses Ziel hat seinen Niederschlag in der Bandbreite des Wobbeindex für Erdgas H von 13,6 kWh/m³ bis 15,7 kWh/m³ im DVGW-Arbeitsblatt G 260 gefunden. Für Versorgungsengpässe ist darüber

hinaus in Abschnitt 4.2.1 eine zeitlich befristete Aufweitung des Wobbebandes bis herunter zu einem Wert von 12,0 kWh/m³ zugelassen.

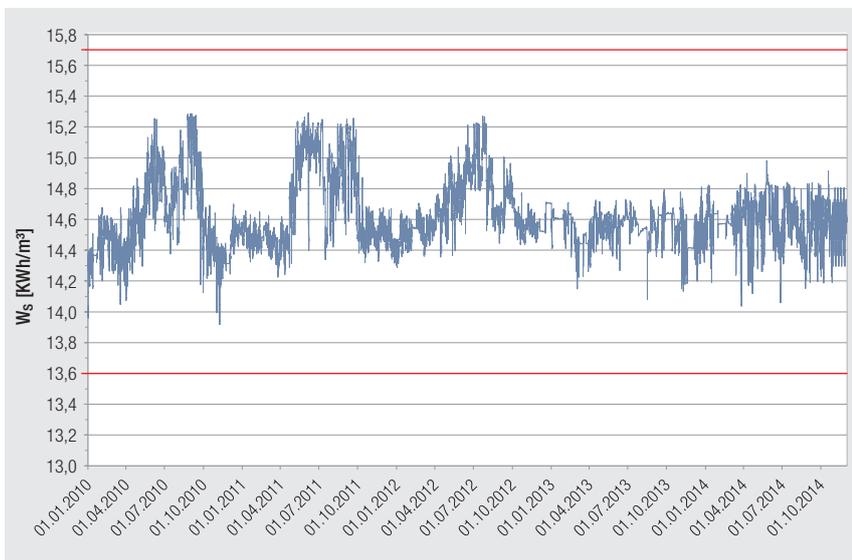
Schwankungen der Gasbeschaffenheit in den E.ON-Verteilnetzen

Mehr als die Beschaffenheitsunterschiede der verschiedenen Erdgase in unterschiedlichen Verteilnetzen ist die zeitliche Schwankung der Beschaffenheit in einem lokalen Netz von Bedeutung für die Anwendungstechnik. Gemeint ist hier die tatsächlich an einem Übergabepunkt in einem Verteilnetz vorkommende Band-



Quelle: E.ON

Abb. 5: Beispielhafter Verlauf des Wobbeindex bei starken Schwankungen $\Delta W_s > 1,0 \text{ kWh/m}^3$ und zwei unterschiedlichen Gasen



Quelle: E.ON

Abb. 6: Beispielhafter Verlauf des Wobbeindex bei ständigen starken Schwankungen $\Delta W_s > 1,0 \text{ kWh/m}^3$

E.ON-Netz wurden ebenfalls über den Zeitraum von ca. 3,5 Jahren untersucht. Diese Schwankungen können nun je nach Region sehr unterschiedlich aussehen. Beispielhaft sind in **Abbildung 3 bis 6** vier zeitliche Verläufe der letzten 3,5 Jahre dargestellt. In einigen Regionen lag die Gasbeschaffenheit in den letzten Jahren in einem engen Band mit Abweichungen kleiner ± 2 Prozent (**Abb. 3**), in anderen Verteilnetzen war die zeitliche Fluktuation deutlich höher (**Abb. 4**). In manchen Verteilnetzen wechseln sich zwei Erdgase unterschiedlicher Beschaffenheit nicht vorhersagbar im Abstand von Tagen und Wochen ab (**Abb. 5**). In wieder anderen Gebieten ist eine ständige Schwankung des Wobbeindex in einem Bereich von fast 10 Prozent zu beobachten (**Abb. 6**).

Die Ursache für diese lokalen Schwankungen des Wobbeindex liegt an der Lage der Einspeisepunkte im Ferngasnetz und dem Gasfluss im vorgelagerten Netz. Sowohl die Fernleitungsnetze als auch die Gasverteilnetze sind zunehmend mit Querverbindungsleitungen aufgebaut („vermascht“) und werden in einer offenen Fahrweise betrieben. Diese Fahrweise dient der zuverlässigen und störungsfreien Versorgung. Die Gasflüsse selbst werden hauptsächlich von den allokierten Mengen der Erdgashändler und dem tatsächlichen, zeitlichen Verbrauch bestimmt. Grundsätzlich können keine festen Zusagen über zukünftige Schwankungen gegeben werden. Mögliche Entwicklungen lassen sich jedoch aufgrund der bestehenden Erdgasquellen und Lieferverträge abschätzen.

Eine Übersicht über die lokale Schwankungsbreite aller untersuchten Einspeisestellen zeigt **Abbildung 7** mit einer groben Einteilung in drei Gruppen: sehr niedrige ($< 0,7 \text{ kWh/m}^3$ oder $< 4,7 \%$), mäßige ($0,7 \text{ kWh/m}^3 < \Delta W_s < 1,0 \text{ kWh/m}^3$ oder $4,7 \%$ bis $6,7 \%$) und starke Fluktuationen ($1,0 \text{ kWh/m}^3 < \Delta W_s$ bis $1,5 \text{ kWh/m}^3$

breite im Wobbeindex. Dabei müssen alle installierten Gasgeräte und sämtliche Anwendungsprozesse im Gasverteilnetz mit der gesamten lokalen Bandbreite der Gasbeschaffenheit sicher, zuverlässig und umweltfreundlich arbeiten.

In der öffentlichen Diskussion wird darüber hinaus häufig noch die Änderungsgeschwindigkeit des Wobbeindex in der Zeiteinheit ($\Delta W_s / \Delta t$) diskutiert. Diese Größe ist jedoch nicht allgemein bestimmbar, sondern nur individuell an jeder Verbrauchsstelle. Der zeitliche Verlauf der Beschaffenheitsänderungen an einer Abnahme-

stelle im Netz hängt von der lokalen Netzstruktur, den Strömungsgeschwindigkeiten, den Leitungslängen und nicht zuletzt vom Schaltverhalten des Kunden selbst ab. In vernetzten Gebieten mit mehreren Einspeisepunkten kann die lokale, zeitliche Änderung sogar vom Schalt- und Verbrauchsverhalten der benachbarten Gasverbraucher abhängen. Diese lokale Änderungsgeschwindigkeit wird also im Folgenden nicht analysiert.

Die zeitlichen Schwankungen der Gasbeschaffenheit an den 50 repräsentativen Einspeisepunkten ins-

oder bis 10 %). Einspeisestellen mit hoher Fluktuation wurden detaillierter untersucht. **Abbildung 8** zeigt eine beispielhafte Häufigkeitsverteilung der Stunden, in denen Erdgas mit dem entsprechenden Wobbeindex verteilt wurde. Die maximalen und minimalen Werte werden tatsächlich nur für wenige Tage im Jahr verteilt. Setzt man eine Grenze von ca. einer Woche Einspeisezeit pro Jahr, entsprechend einer Häufigkeit von 2 Prozent, so reduziert sich die Schwankungsbreite von 1,1 kWh/m³ (7,3 %) auf 0,9 kWh/m³ (6 %) im Wobbeindex.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass einige regionale Netze der E.ON in den letzten ca. 3,5 Jahren nachweislich lokal mit Gasen deutlich schwankender Beschaffenheit versorgt wurden. An mehr als 40 der untersuchten Einspeisepunkte wurden tägliche Schwankungen in einem Bereich von 0,7 kWh/m³ (4,6 %) belegt. Eine lokale Bandbreite des Wobbeindex bis knapp 10 Prozent oder 1,5 kWh/m³ konnte an einem Entrypunkt aufgezeigt werden. Es zeigt sich, dass ein erheblicher Bereich des DVGW-Arbeitsblattes G 260 bereits ausgenutzt wird, bisher jedoch

nicht die volle Bandbreite von 2,1 kWh/m³, entsprechend 14 Prozent. Insbesondere konnten keine Gase mit einem Wobbeindex oberhalb von 15,4 kWh/m³ gefunden werden.

Ähnliche Ergebnisse werden von verschiedenen Orten aus anderen europäischen Ländern kommuniziert [3].

Thermische Abrechnung nach DVGW-Arbeitsblatt G 685

Angesichts der dargestellten, in der Praxis der Gasversorgung vorkommenden – teils erheblichen – Schwankungen der Gasbeschaffenheit und damit auch des Brennwertes ist ein kurzer Blick auf das Thema „thermische Abrechnung“ naheliegend. Diese Abrechnung auf Basis der Wärmemenge ist bereits seit 1968 vorgeschrieben. Der Brennwert ist einer der Grundpfeiler einer korrekten Gasabrechnung. Im DVGW-Arbeitsblatt G 685 „Gasabrechnung“ [4] wird das Verfahren detailliert für verschiedene Anwendungsfälle erläutert. Seine Verbindlichkeit bezieht das DVGW-Arbeitsblatt G 685 durch folgenden gesetzlichen Bezug: Das Energiewirtschaftsgesetz formuliert in § 49 „Anforderungen an Energieanlagen“ [5] unter Punkt (2): „Die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik wird vermutet, wenn bei Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung und Abgabe von...

1. [...]
2. Gas die technischen Regeln der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches eingehalten worden sind.“

Das DVGW-Arbeitsblatt G 685 stellt in Kapitel 1 „Anwendungsbereich“ dazu folgendes klar:

- „Nach den Eichvorschriften (Eichgesetz und Eichordnung) dürfen zur Abrechnung im amtlichen oder geschäftlichen Verkehr Werte für die thermische Energie und die thermische Leistung von Gas nur dann angegeben werden, wenn sie mit einem geeichten Messgerät bestimmt sind.

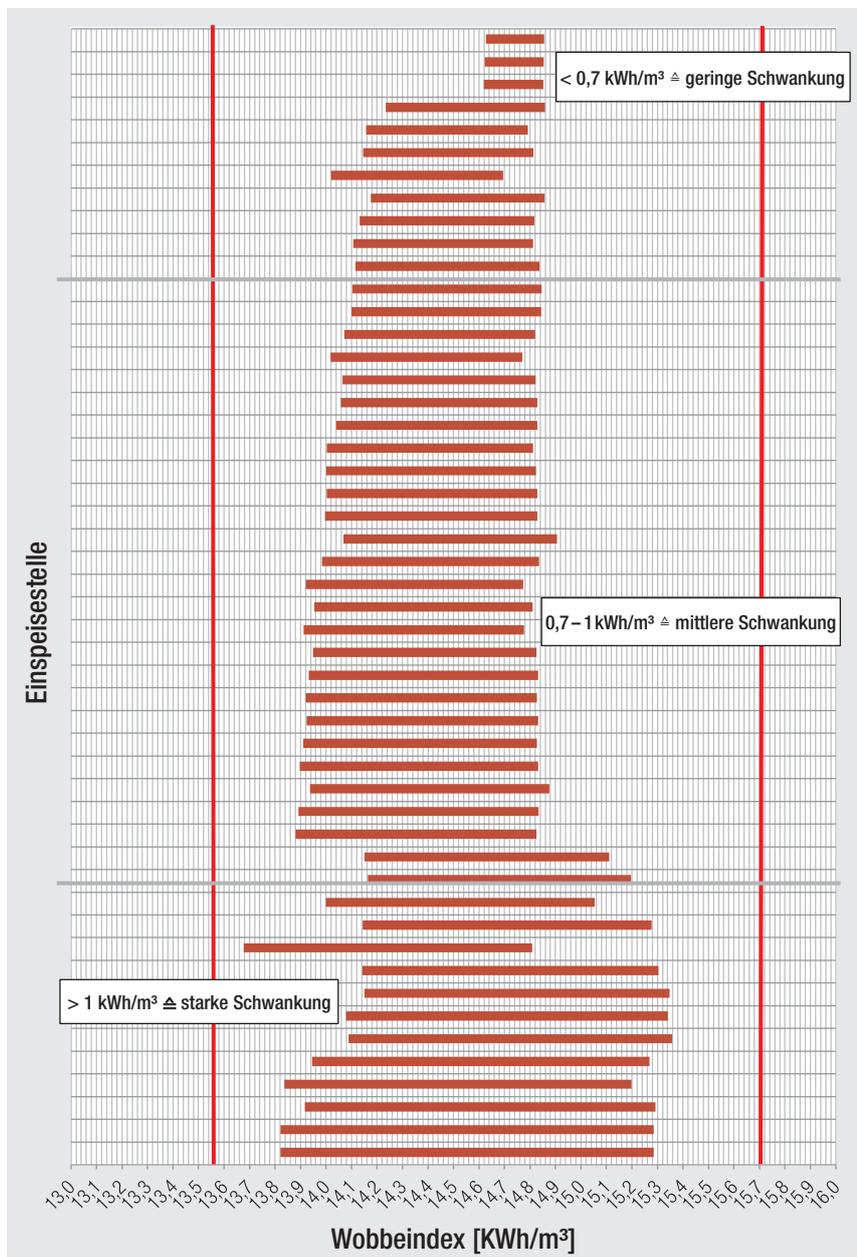


Abb. 7: Lokale Schwankungsbreite des Wobbeindex an den untersuchten Einspeisestellen ins E.ON-Verteilnetz

Quelle: E.ON

- Das DVGW-Arbeitsblatt G 685 regelt die Verfahren zur Messung und Ermittlung der Daten zur Abrechnung von Gasen, die dem DVGW-Arbeitsblatt G 260 „Gasbeschaffenheit“ entsprechen, und gilt für diverse Marktteilnehmer wie z. B. Netzbetreiber, Messdienstleister, Messstellenbetreiber oder Transportkunden.

Die Einhaltung der im DVGW-Arbeitsblatt G 685 sowie in den beiden zugehörigen Beiblättern niedergelegten Regeln wird in wiederkehrenden Prüfungen durch die zuständigen Eichbehörden kontrolliert.

Verantwortlich für die Bestimmung der Monats-Abrechnungs-Brennwerte in seinem Netz ist der jeweilige Netzbetreiber selbst. Abhängig von der Netzstruktur werden dazu die Daten aus den Brennwert-Rekonstruktions-Systemen (REKO) der vorgelagerten Netzbetreiber, eigene REKO-Werte oder die Daten eigener expliziter PGC-/EMC-Messungen

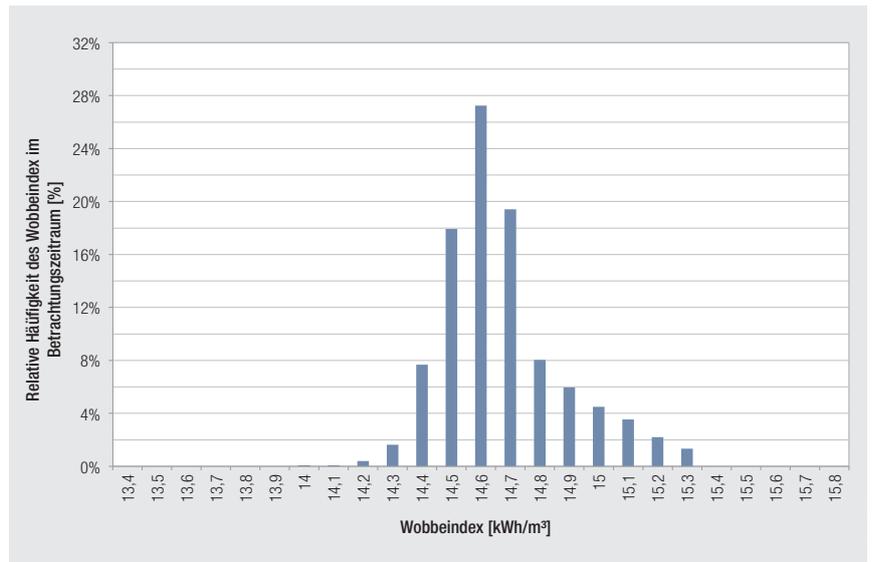


Abb. 8: Beispielhafte Häufigkeitsverteilung des Wobbeindex in einem Gebiet mit starken Schwankungen $\Delta W_s > 1 \text{ kWh/m}^3$

Quelle: E.ON

eingesetzt. Im einfachsten Fall, nämlich bei einer Einseiteneinspeisung, wird der Monats-Abrechnungsbrennwert ausschließlich aus den Gasbeschaffenheitsdaten des einen Netzkoppelpunktes bestimmt. Bei einer Mehrseiteneinspei-

sung werden mengengewichtete Mischbrennwerte aus den Gasbeschaffenheitsdaten und den Normvolumina der beteiligten Netzkoppelpunkte berechnet. In diesem Fall ist im DVGW-Arbeitsblatt G 685 zwingend vorgeschrieben,



DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)

GASKURS 2016

Der Gaskursus ist Teil des Fortbildungsprogramms des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW). Er dient der Weiterbildung und soll neuen und fachfremden Mitarbeitern der Versorgungsunternehmen die Einarbeitung in gasfachliche Themen erleichtern. Erfahrenen technischen Fach- und Führungskräften der Versorgungswirtschaft und für die Gasversorgung in Industrieunternehmen verantwortlichen Mitarbeitern werden aktuelle gasfachliche Themen näher gebracht.

Der Gaskursus findet vom

18. bis 22. April in Karlsruhe

statt. Flyer, weitere Infos und Anmeldung unter:

www.dvgw-ebi.de



Im Rahmen der Veranstaltung werden folgende Themen behandelt:

- Grundlagen Erdgas
- Gase aus erneuerbaren Quellen
- Gasmarkt und Regulierung
- Häusliche, industrielle und mobile Anwendung
- Gewinnung und Speicherung
- Dispatching
- Transport und Verteilung
- Smart Grids
- Sicherheits- und Messtechnik

dass die einzelnen Monats-Einspeise-Brennwerte um nicht mehr als 2 Prozent vom Abrechnungsbrennwert abweichen. Für die Einhaltung dieser Regel ist der betreffende Verteilnetzbetreiber verantwortlich.

Seit einiger Zeit ist eine intensivere Nutzung der möglichen Flexibilität durch die Transportkunden zu beobachten. Daraus ergeben sich nicht beeinflussbare Schwankungen der Zusammensetzung der Gasflüsse und

damit der resultierenden Gasbeschafftheiten. Auch die Einspeisung von Biogas kann zu derartigen Abweichungen führen. Aus Gründen der Versorgungssicherheit ist es dem Verteilnetzbetreiber nicht immer möglich, mit konventionellen Maßnahmen – beispielsweise Unterteilung von Brennwertzonen durch Schließen von Streckenarmaturen – die Einhaltung der 2-Prozent-Regel zu garantieren. In solchen Fällen können dann – unter Aufsicht der zuständigen Eichbehörde – Brennwertverfolgungssysteme eingeführt werden.

Wenn von Monats-Abrechnungsbrennwerten die Rede ist, impliziert dies, dass die einzelnen Stundenwerte, beispielsweise aus PGC-Messungen, höhere Abweichungen vom Abrechnungsbrennwert als 2 Prozent aufweisen können.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass durch die beschriebenen Maßnahmen und Zusammenhänge in Deutschland eine qualitativ hochwertige Gasabrechnung gewährleistet ist.

Auswirkungen auf die Gasverwendung

Ein sicherer und zuverlässiger Betrieb von Gasgeräten mit Erdgasen der gesamten Bandbreite des DVGW-Arbeitsblattes G 260 ist seit Jahrzehnten ein wichtiges Ziel bei der Entwicklung von Gasgeräten. Prüfverfahren wie die SRG-Methode (Sommers-Ruhrgas-Methode) und VP110 wurden entwickelt, fortgeschrieben und fanden schließlich Eingang in die Gerätenormen und die Norm für Prüfgase nach DIN EN 437. Begleitend wurden bei E.ON über Jahre eine Vielzahl an Gerätetests gemäß DIN EN437, sogenannte „EE-H-Tests“, durchgeführt und die Ergebnisse jeweils mit den Herstellern diskutiert. Eine hohe Verbrennungsstabilität und niedrige Emissionen konnten in den weit überwiegenden Tests nachgewiesen werden. 45 untersuchte Geräte waren voll EE-H-tauglich und entsprachen damit den Anforderungen im

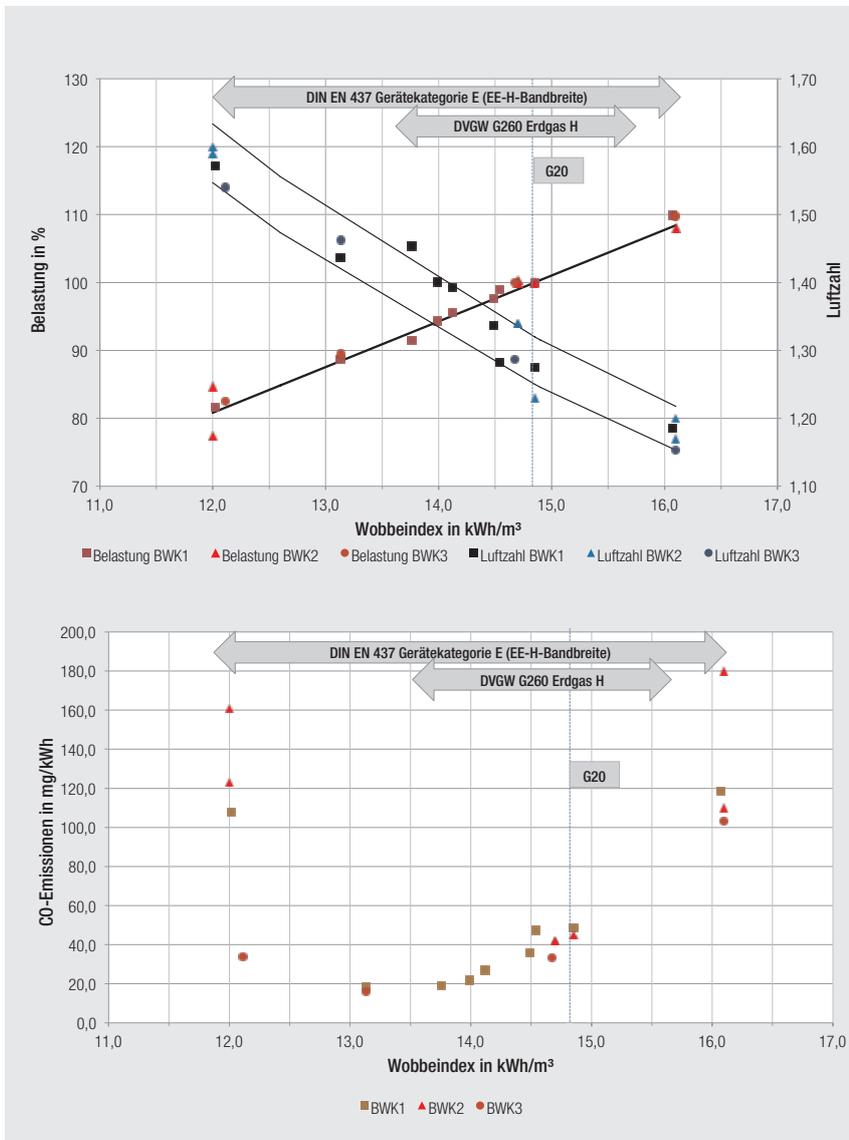


Abb. 9: Messergebnisse an drei Brennwertkesseln bei Betrieb mit Erdgasen und Prüfgasen mit Wobbeindex zwischen 12,0 kWh/m³ und 16,1 kWh/m³. Die Leistung nimmt mit W_s/W_{SG20} zu und die Luftzahl mit W_{SG20}/W_s ab. Die CO-Emissionen bleiben im Erdgas H-Bereich niedrig.

Quelle: E.ON

Quelle: E.ON

Tabelle 1: Anzahl an Netzkunden (Auspeisestellen) in E.ON-Netzen, unterteilt nach Schwankungsbreite der Gasbeschafftheiten, ohne Kunden bei nachgelagerten Netzbetreibern.

Nr.	Gruppe	Schwankungsbreite		Anzahl Netzkunden	
		%	kWh/m³	SLP	RLM
1	gering	< 4,7	< 0,7	85.000	420
2	mäßig	4,7 – 6,7	0,7 – 1,0	437.000	1.100
3	stark	> 6,7	> 1,0	223.000	370

Wobbekband von 12,0 kWh/m³ (G231) bis 16,1 kWh/m³ (G21). **Abbildung 9** zeigt beispielhaft Messergebnisse an drei Brennwertkesseln. Diese brenntechnische Prüfung ist auch Teil der Zulassungsprüfung. Die intensiven Entwicklungsarbeiten der Hersteller an moderner emissionsarmer Brennertechnik für Heizkessel und Brennwertgeräte mit einer Eignung für den gesamten Gasbeschaffensbereich des DVGW-Arbeitsblattes G 260 wurden, durch E.ON unterstützt und vorangetrieben [6, 7, 8].

Trotz des hohen Entwicklungsstandes und der positiven Ergebnisse aus den Labors besteht eine große Unsicherheit, ob Geräte unter allen Praxisbedingungen sicher und zuverlässig im gesamten Bereich des DVGW-Arbeitsblattes G 260 betrieben werden können.

Im großgewerblichen und industriellen Bereich gibt es zusätzliche Anforderungen an Emissionen und Effizienz, die bei schwankenden Gasbeschaffensheiten ohne eine Regelung der Luftzahl und gegebenenfalls der Leistung nicht oder nur eingeschränkt eingehalten werden können.

Die Untersuchungen des GasQual-Projektes im Rahmen des europäischen Normungsverfahrens haben ergeben, dass unter den gegebenen Versuchsbedingungen bis auf wenige Ausnahmen alle repräsentativ ausgewählten Gasgeräte für den Haushalt bis etwa $W_5 = 15,4 \text{ kWh/m}^3$ zuverlässig und sicher betrieben werden konnten. Eine wichtige Ausnahme bilden Brennwertkessel, wenn sie auf den lokalen Wobbeindex angepasst wurden. Diese lokale Einstellung widerspricht dem Grundgedanken der SRG-Methode.

Die meist diskutierten, offenen Fragen aus dem GasQual-Projekt sind:

- **Limitation:** Keine älteren Geräte aus der Praxis, unzureichende Gerätestatistik
Können die Laborergebnisse an wenigen ausgewählten Neugeräten auf die bestehende Gerätepopulation übertragen werden?

- **Einstellung von Brennwertkesseln**
Wie viele installierte Brennwertkessel sind tatsächlich im Feld auf einen lokalen Wobbeindex eingestellt und welcher Aufwand ist nötig, diese Geräte auf G20 zurückzustellen?
- **Limitation:** Gewerbe und Industrie wurden nicht berücksichtigt
Welche Lösungen müssen für Gewerbe und Industrie erarbeitet werden und welcher Aufwand entsteht?

Die Analyse der Gasbeschaffensheit der letzten Jahre in den E.ON-Netzen ergibt eine gute Möglichkeit, die offenen Fragen anhand von Untersuchungen in der Praxis weiterzubearbeiten.

Erweiterung der Gerätestatistik und Berücksichtigung gebrauchter/älterer Geräte
Nach den umfangreichen Laboruntersuchungen an neuen Geräten im Projekt GasQual ist eine grundsätzliche Erweiterung der statistischen Basis nur durch größer angelegte Felduntersuchungen zu leisten, die dann auch weitere Einflüsse, z. B. des Klimas, von Installationsvarianten oder Nutzerverhalten mit berücksichtigen.

Solche Untersuchungen können in Netzen mit bereits heute schwankender Gasbeschaffensheit durchgeführt werden. Die Identifizierung entsprechender Regionen in E.ON-Netzen ist im ersten Schritt mit der Analyse der Gasbeschaffensheiten geschehen und hat für die E.ON-Netze eine maximale Schwankungsbreite von 1,5 kWh/m³ ergeben (**Abb. 7**).

Die angeschlossenen Endkunden können zahlenmäßig abgeschätzt und den Regionen zugeordnet werden (**Tab. 1**). Die Kunden nachgelagerter Netzbetreiber sind dabei noch nicht berücksichtigt, sodass es sich um eine untere Abschätzung handelt. Die Kunden werden zur Bilanzierung in solche mit Standardlastprofil, das sind zu ca. 90 Prozent Haushaltskunden, und solche mit registrierender Lastgangmessung (RLM), das sind Kunden mit einem Verbrauch von mehr als 1,5 Mio. kWh pro Jahr oder einem Leistungsbedarf über 500 kWh/h, unterschieden.

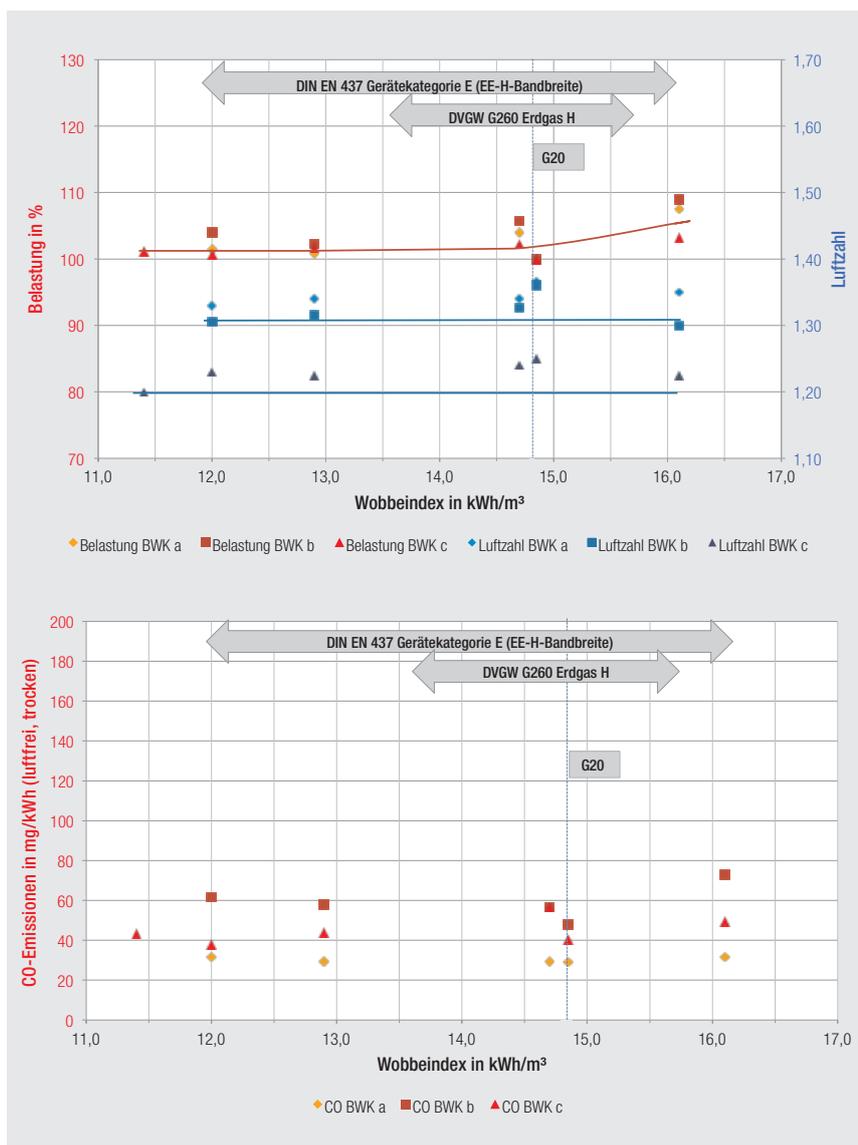
Auch in Regionen mit stark schwankender Gasbeschaffensheit ist eine hohe Zahl an Haushaltskunden vertreten, sodass davon ausgegangen wird, dass ein umfangreicher und vielfältiger Gerätebestand mit einer breiten Altersverteilung installiert ist. Eine Aufnahme und statistische Auswertung des Geräteparks in einer beispielhaften Region und eine detailliertere Beschreibung erfolgen im nächsten Projektschritt.

Bereits im Rahmen der europäischen Pilotstudie wurde von verschiedenen europäischen Projektpartnern berichtet, dass es in Europa bestimmte Zonen stark schwankender Gasbeschaffensheiten bis ca. 9 Prozent oder 1,4 kWh/m³ gibt [3] und dort Geräte zuverlässig und sicher betrieben werden. Abgeschlossene detaillierte Felduntersuchungen sind nicht bekannt, jedoch gibt es einen großen Feldversuch in Schottland. Großbritannien strebt an, das aktuell festgelegte Wobbeband von 13,8 kWh/m³ bis 15,1 kWh/m³ auf eine Obergrenze von 15,6 kWh/m³ auszuweiten.

Einstellung von Brennwertkesseln

Die derzeit in Deutschland installierten Brennwertkessel funktionieren sicher und zuverlässig, wie die Schornsteinfegerstatistiken der letzten Jahre nachweisen [9]. 2014 wiesen nur 1,3 Prozent der raumluftunabhängigen Gasfeuerstätten (überwiegend Brennwertkessel) und 3 Prozent der raumluftabhängigen Gasfeuerstätten CO-Emissionen über 500 ppm auf. Nach einer einfachen Wartung, z. B. Reinigung von Wärmetauscher und Brenner, sind diese Geräte üblicherweise wieder in einem guten Zustand.

Entgegen den allgemeinen Erwartungen gibt es auch in Regionen mit dokumentierten starken Gasbeschaffensheitsschwankungen keine Rückmeldungen über häufige Störungen oder Geräteausfälle, obwohl Brennwertgeräte hier im Prinzip auf ein breites Band unterschiedlicher Wobbeindizes eingestellt sein könnten. Eine Ursache ist möglicherweise, dass Gase aus dem Randbereich deutlich seltener vorkom-



Quelle: E.ON

Abb. 10: Messergebnisse an drei verbrennungsgeregelten Brennwertkesseln bei Betrieb mit Erdgasen und Prüfgasen mit Wobbeindex zwischen 11,5 kWh/m³ und 16,1 kWh/m³. Die Leistung und Luftzahl bleiben im gesamten Bereich konstant, ebenso die CO-Emissionen.

men und damit die Wahrscheinlichkeit der Einstellung auf diese Werte geringer ist. Grundsätzlich ist das Problem in der Praxis anscheinend deutlich geringer, als aus den Ergebnissen des GasQual-Projektes abgeleitet werden könnte. Die Praxis der Geräteeinstellung und der Gerätebetriebsweise sollen in einer folgenden Felduntersuchung genauer analysiert werden, um die ordnungsgemäße Gerätefunktion zu verifizieren und die vor Ort übliche Vorgehensweise zu beschreiben, sodass eine Übertragbarkeit möglich ist.

In Gebieten mit geringer Schwankungsbreite kann davon ausgegangen werden, dass Brennwertkessel, soweit

überhaupt nachgestellt, etwa auf den Mittelwert des Wobbeindex im lokalen Gebiet eingestellt wurden. Diese Mittelwerte liegen in den Regionen der E.ON-Verteilnetze mit niedrigen Schwankungen zwischen 14,5 kWh/m³ und 14,8 kWh/m³. Tendenziell sind dejustierte Brennwertgeräte in diesen Regionen also auf einen Wobbeindex eingestellt, der maximal 0,3 kWh/m³ niedriger liegt als der von G20, dem Normprüfgas für Erdgas H. Entsprechend verlieren die Geräte im oberen Bereich eine ebensolche Bandbreite und sind damit bis zum Wobbeindex von 15,4 kWh/m³ sicher betreibbar. Da Erdgase mit einem Wobbeindex oberhalb von 15,4 kWh/m³ in

Deutschland derzeit nicht verteilt werden, kann eine Rückstellung der Geräte auf G20 längerfristig erfolgen.

Die Anzahl von Brennwertgeräten in E.ON-Netzen mit geringen Schwankungen lässt sich anhand der Anzahl von 85.000 Kunden mit Standardlastprofil (SLP) aus Tabelle 1 abschätzen. Geht man von einem Anteil von mindestens 90 Prozent Haushaltskunden und einem Anteil Brennwertgeräte von 33 Prozent [10] aus, so ergibt sich eine Anzahl von nahezu richtig eingestellten Brennwertkesseln von 25.000. Dazu kommen weitere Brennwertkessel aus nachgelagerten Netzen und aus Netzen anderer DSO in Regionen geringer Schwankungen.

Mit dieser Anzahl von 25.000 nahezu richtig eingestellten Brennwertgeräten allein aus E.ON-Netzen und Abschätzungen aus Gebieten, die zur L-/H-Gas-Anpassung anstehen, lässt sich eine erste Hochrechnung für Deutschland durchführen.

In den L-Gas-Gebieten in Deutschland sind ca. 5 Mio. Gasgeräte installiert, die in den nächsten Jahren auf H-Gas angepasst werden. Geht man von dem genannten Anteil von 33 Prozent aus, so werden 1,65 Mio. Brennwertkessel in den nächsten Jahren von Fachhandwerkern auf die Grundeinstellung E angepasst.

Von den in Deutschland aktuell installierten 4,4 Mio. Brennwertgeräten [10] sind also mindestens 25.000 Geräte bereits nahezu richtig eingestellt und weitere 1,65 Mio. Geräte werden im Rahmen der L-/H-Gas-Anpassung auf G20 eingestellt, sodass deutlich weniger als 2,73 Mio. Geräte in H-Gas-Regionen mit starken oder mittleren Schwankungen des Wobbeindex dejustiert sein könnten. Nur diese Kessel müssen langfristig wieder auf G20 zurückgestellt werden. Die Praxis zeigt jedoch auch für diese Brennwertgeräte unter den aktuellen Bedingungen keine Probleme.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Aufgabe der Rückstellung von Brennwertkesseln in Deutschland deutlich kleiner als befürchtet ist und längerfristig angegangen werden kann. Selbst in Gebieten mit stark schwankender Gasbeschaffenheit wird nicht von überdurchschnittlich vielen Störungen aus der Praxis berichtet. In der geplanten, E.ON-weiten Felduntersuchung sollen das Betriebsverhalten und die Geräteeinstellung unter den Praxisbedingungen analysiert werden.

Heute schon sollte jedoch dringend mit folgenden Schritten begonnen werden:

- verstärkter Einsatz von raumluftunabhängigen Geräten,
- verstärkter Einsatz von verbrennungsgeregelten Geräten,
- Schulung von Installateuren: keine lokale Einstellung von Brennwertkesseln,
- sukzessive Einstellung der Brennwertkessel auf G20 während der durchzuführenden L-/H-Gas-Anpassungsmaßnahmen,
- Bereitstellung von zusätzliche Informationen über die Gasbeschaffenheit bei jedem Netzbetreiber, z. B. der örtlichen Schwankungsbreite,
- schrittweise Rückstellung der Brennwertkessel auf G20 in Erdgas-H-versorgten Gebieten im Rahmen von Wartungen.

Gewerbliche und industrielle Anwender

Neben Haushalten sind an den E.ON-Netzen zahlreiche gewerbliche und industrielle Gaskunden angeschlossen. **Tabelle 1** zeigt neben den Kunden mit Standardlastprofil die Kunden mit registrierender Lastgangsmessung (RLM). In dieser Kategorie finden sich große gewerbliche Kunden und industrielle Betriebe wieder. Etwa 370 dieser Betriebe sind in E.ON-Netzen starken Schwankungen und weitere 1.100 Betriebe mäßigen Schwankungen der Gasbeschaffenheit ausgesetzt und haben für ihre Anwendungen technische Lösungen gefunden. Insbesondere bei großen Betrieben gab und gibt es eine enge Zusammenarbeit zwischen Netzbetreiber und Betrieb und einen Austausch über Fragen der Gasbeschaffenheit und Verwendung. Hierbei wurde unter anderem langjährig erfolgreich lokale Konditionierung beim Industriekunden eingesetzt [11]. Auch im europäischen Ausland werden solche Lösungen angewandt.

Im nächsten Projektschritt wird E.ON die Zusammenarbeit mit diesen Kunden verstärken und die gefundenen Lösungen soweit möglich dokumentieren. Weiterer Forschungsbedarf soll analysiert und ein konstruktiver Austausch der Betriebe und Unternehmer untereinander gefördert werden.

Aktuelle technische Entwicklungen

Die Entwicklung neuer Technologien, die die Möglichkeiten der Gasverwendungstechnik erhalten und erweitern, wird durch Hersteller von Kesseln, Brennern, Sensoren und Regelungen gesehen und vorangetrieben.

Brennwertkessel mit Verbrennungsregelung stellen sich auch unter den Bedingungen fluktuierender Gasbeschaffenheit stets auf ihren optimalen Betriebspunkt bezüglich Leistung, Luftzahl und Emissionen ein. **Abbildung 10** zeigt, dass die Luftzahl und Belastung über einen weiten Wobbereich konstant gehalten werden [12]. Inzwischen bieten bereits sieben Hersteller derartige Geräte, teilweise im Premiumbereich und teilweise bereits in der gesamten Palette an.

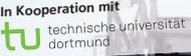
Alle großen Hersteller von Gebläsebrennern bieten Regelungen für ihre Produkte an, z. B. O₂-Regelungen, die die Luftzahl konstant halten. Eine Anpassung der Regelung zur Anwendung bei fluktuierenden Gasbeschaffenheiten sollte vorangetrieben werden. Eine Nach- und Umrüstung im Bestand kann dagegen teilweise aufwendig sein. Hier müssen Lösungen gefunden werden.

Kostengünstige Sensoren auf Basis der Infrarotmesstechnik zur Bestimmung des aktuellen, lokalen Momentanwerts des Wobbeindex und anderer Kenngrößen sind in Entwicklung. Diese ▶

Das Ganze sehen.





Seminar Durchfluss- und Mengenmessung in Rohrleitungen am 8. März 2016
In Kooperation mit
 technische Universität dortmund

Quelle:
Open Grid
Europe GmbH

8. Workshop Gasmengenmessung Gasanlagen – Gastechnik

09./10. März 2016 · KCE-Akademie, Rheine

KÖTTER Consulting Engineers · info@kce-akademie.de
Anmeldung & Informationen unter: www.kce-akademie.de

Sensoren können zukünftig zur Regelung industrieller Brenner und Prozesse eingesetzt werden.

Zusammenfassung und weitere Vorgehensweise

Für eine zukunftssichere, verlässliche und ökologische Gasversorgung werden Erdgase aus verschiedensten Quellen und zunehmend regenerative Gase genutzt. Die Transport- und Verteilnetze sind stark vermascht und werden in offener Fahrweise betrieben, sodass eine hohe Ausfallsicherheit besteht. Unter diesen von der Politik gewünschten Bedingungen wird in den Netzen die in DVGW-Arbeitsblatte G 260 festgelegte Bandbreite der Gasbeschaffenheit nahezu ausgeschöpft, wie für die E.ON-Netze als Ganzes nachgewiesen werden konnte. Auch lokal an einzelnen Ausspeisestellen wurden in bestimmten Regionen Schwankungen bis zu 1,5 kWh/m³ dokumentiert. Die Grenzen des DVGW-Arbeitsblattes G 260 werden stets eingehalten und eine sorgfältige und genaue Abrechnung garantiert.

Die lokal installierte Gerätetechnik im Haushalt ist auf Schwankungen der Gasbeschaffenheit ausgelegt und arbeitet bis zu der belegten Schwankungsbreite von über 1 kWh/m³ bis maximal 1,5 kWh/m³ sicher und zuverlässig, nachgewiesen durch einen sehr geringen Prozentsatz erhöhter CO-Messungen durch die Schornsteinfeger. Die Einstellung von Brennwertkesseln auf die lokale Gasbeschaffenheit ist zahlenmäßig deutlich geringer als befürchtet und scheint auch in Gebieten schwankender Gasbeschaffenheit kein technisches Problem darzustellen. Felduntersuchungen in einer entsprechenden Region sollen im nächsten Projektschritt genaueren Aufschluss über den installierten Gerätepark, den Gerätebetrieb und die konkrete Einstellpraxis geben.

Auch für Industrie und Gewerbe stehen bereits heute technische Lösungen zur Verfügung, die einen sicheren und effizienten Betrieb in der Praxis gewähr-

leisten. In Zusammenarbeit mit Industriekunden wurden Lösungen gefunden, die auf die entsprechenden Einzelfälle zugeschnitten sind. In engem Austausch zwischen den E.ON-Netzbetreibern und Industrieunternehmen sollen die installierten Lösungen analysiert und unter dem Blickwinkel möglicher größerer Gasbeschaffenheitsschwankungen bewertet werden.

Im dritten Projektschritt sollen die Ergebnisse dargestellt und so aufbereitet werden, dass eine Übertragbarkeit auf andere Regionen und Anwendungen möglich ist.

Die bisherigen Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass der von Deutschland nach Europa eingebrachte Vorschlag eines Wobbebandes von 13,6 kWh/m³ bis 15,4 kWh/m³ weiterhin verfolgt werden sollte.

Sollte langfristig der Gesamtbereich bis 15,8 kWh/m³ angestrebt werden, sind hierzu noch intelligente Lösungen für eine vollständige Ausschöpfung der Wobbebandbreite gemeinsam zu entwickeln und in der Praxis umzusetzen.

Bereits heute ist der Anpassungsprozess zwischen einer Gasversorgung mit fluktuierender Beschaffenheit und einer flexiblen Gasgerätetechnik in intensiver Entwicklung. Die große Herausforderung besteht in der Entwicklung einer Anpassungsstrategie für den Gerätebestand. ■

Literatur

- [1] DVGW-Arbeitsblatt G 260: Gasbeschaffenheit, Bonn, März 2013.
- [2] Bundesrecht, Verordnung über den Zugang zu Gasversorgungsnetzen (Gasnetz Zugangsverordnung – GasNZV), 3.9.2010 zuletzt geändert 31.8.2015.
- [3] H. Levinsky, „Requirements for gas quality and gas appliances,“ DNV GLL Oil & Gas, Report No. 74106553.01b, Groningen, Netherlands, 2015.
- [4] DVGW-Arbeitsblatt G 685: Gasabrechnung, Bonn, 2008.
- [5] Bundesgesetz, Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung, Energiewirtschaftsgesetz, Bd. BGBl., 2005, pp. S. 1970, ber. S. 3621.
- [6] T. Jannemann und H. Berg: „Entwicklung eines schadstoffarmen Vormischbrenners für den Einsatz in Haushalts-Gasheizkesseln mit zylindrischer Brennkammer,“ gwi gaswärme international, Bd. 38, pp. 28-34, 1989.
- [7] H. Hüppelshäuser und P. Nitschke-Kowsky: „Einfluss unterschiedlicher Gasbeschaffenheiten auf das Brennerverhalten emissionsarmer atmosphärischer Brenner unter Praxisbedingungen,“ gwf Gas Erdgas, pp. 517-521, 10 1995.

- [8] P. Nitschke-Kowsky, H. Radtke und W. Weßing, „Auswirkungen von Gasbeschaffenheitsänderungen auf den Brennerbetrieb in haushaltlichen Heizgeräten,“ gwf Gas Erdgas, pp. 396-411, 2008.
- [9] Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks, [Online]. Available: <http://www.schornsteinfeger.de/Erhebungen.html>. [Zugriff am 6 11 2015].
- [10] BDH, „Bundesverband der deutschen Heizungsindustrie,“ [Online]. Available: <http://www.bdh-koeln.de/>. [Zugriff am 25 11 2015].
- [11] T. Holle, W. Korsmeier und H. Meister, „Erfahrungen mit dem Einsatz einer Wobbe-Index-Regelanlage für industrielle Prozesse mit hochgenauer Wärmemengensteuerung,“ gaswärme international, Bd. 39, pp. 335 - 339, 1990.
- [12] P. Nitschke-Kowsky und H. Radtke, „Untersuchung von verbrennungsgeregelten Gasbrennwertgeräten aus der Praxis,“ gwf Gas Erdgas, pp. 858-866, 12 2010.

Die Autoren

Dr. Petra Nitschke-Kowsky ist Projektleiterin bei E.ON.

Angelo Martino ist Projektingenieur bei E.ON.

Dipl.-Ing. Werner Weßing ist Programmmanager Gasverteilung im E.ON-Konzern und Mitglied im DVGW-TK Gasverteilung.

Manfred Vogt ist Koordinator für die Technische Mengenermittlung Gas bei der e.kundenservice Netz GmbH.

Kontakt:

Dr. Petra Nitschke-Kowsky
E.ON

Gladbecker Str. 404
45326 Essen

Tel.: 0201 184-8775

E-Mail: petra.nitschke-kowsky@eon.com

Internet: www.eon.com