

## Verbrauchsmessung gasförmiger Brennstoffe als Beitrag zur Energieeffizienz

Betrachtet man die Herausforderungen, vor denen gerade die energieintensiven Industrien im Hinblick auf die anspruchsvollen Ziele von Bundesregierung und Europäischer Union für die Energieeinsparungen zur Erreichung der Klimaneutralität stehen, so kommt der effizienten Nutzung der eingesetzten Energien eine Schlüsselrolle zu. Im politischen Diskurs ist ja partiell bereits der Einsatz von Energie per se in Frage gestellt und negativ besetzt. Wird der Energieverbrauch dagegen als unabdingbar für die Schaffung neuer Güter und Dienstleistungen – also unsere Wirtschaftsleistung – anerkannt, so verschiebt sich das Augenmerk hin zum optimierten Einsatz der Energieträger bei einem gleichfalls optimierten Mix der genutzten Energieträger.

Als Brückentechnologie zwischen den fossilen Energieträgern und der klimaneutralen Zukunft wird inzwischen gerade das Erdgas auch von der Bundesregierung anerkannt. Es hat sich letztlich die Erkenntnis durchgesetzt, dass die bis vor kurzem absolut gesetzte Priorität der Stromwirtschaft nicht zielführend ist, weil sie nicht in der Lage sein wird, den Gesamtenergiebedarf der Volkswirtschaft zu decken. Der Energiebedarf von Industrie, Gebäudetechnik (Heizung und Klimatisierung) und Mobilität kann auch langfristig und über den gesetzten zeitlichen Horizont von 2050 hinaus nur mittels eines intelligenten Energiemix gedeckt werden. Dabei verschiebt sich der Schwerpunkt von den flüssigen und festen Energieträgern hin zu den gasförmigen Energieträgern, also im wesentlichen Erdgas und dem derzeit allgegenwärtig diskutierten und favorisierten Wasserstoff. Die Vorteile sind hinlänglich bekannt:

- Saubere Verbrennung ohne Schwefel und (nahezu) ohne Stickoxide
- Im Falle von Wasserstoff sogar ohne CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Hohe Verfügbarkeit ohne Bevorratungsaufwand dank eines hervorragend ausgebauten und stabil betriebenen Pipeline-Netzes
- Versorgungssicherheit durch Zugriff auf vielfältige nationale und internationale Quellen, fossil und regenerativ, pipeline-gebunden oder per Tankschiff-Import als LNG (= Liquefied Natural Gas, durch Tiefkühlung auf unter -162 °C verflüssigtes Erdgas).

Erdgas und Wasserstoff sind dabei nicht als Konkurrenten zu betrachten. Ein Treiber in der Diskussion um den Einsatz von Wasserstoff war es, dass man angesichts stark wachsender Kapazitäten der regenerativen Stromquellen (Windkraftanlagen on-shore und off-shore, Photovoltaik, BHKW aus Biogasanlagen) den zunehmenden Bedarf erkannte,

die hier erzeugten Energien auch speichern zu können. Die erzeugten Energien sind wetterbedingt stark volatil und dementsprechend zur Nachfrage im Allgemeinen asynchron. So entstand die Idee, den „überschüssigen“ Strom zur Elektrolyse zu nutzen, und den so erzeugten Wasserstoff ins Erdgas-Netz einzuspeisen und ihn dort bis zur Verwendung – an anderem Ort und zu anderer Zeit – zu „parken“.

Derzeit ist im für die Erdgaswirtschaft verbindlichen Regelwerk des DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs) allerdings eine solche Zumischung von Wasserstoff noch nicht verbindlich geregelt. Es ist zu erwarten, dass bezüglich des Wasserstoffs drei Konzentrationsbereiche definiert werden, die im Regelwerk unterschiedlich behandelt werden:

- Bei Wasserstoffbeimischungen von bis zu 10 Vol.-% wird das Gemisch wie Erdgas behandelt
- Für Wasserstoffbeimischungen von bis zu 20 Vol.-% werden Zusatzanforderungen festgelegt werden, deren Inhalt und Umfang derzeit diskutiert werden
- Für reinen Wasserstoff werden die Anforderungen explizit geregelt (z. B. aufgrund der erhöhten Anforderungen an den Ex-Schutz und spezifischer Fragen zur Werkstoffverträglichkeit von Armaturen, Messgeräten und Anbauteilen beim Betrieb mit Wasserstoff).

Wasserstoff ist als Grundstoff und sauberer Treibstoff viel wertvoller, um in Standardanwendungen verbrannt zu werden. Dazu kommt: Da der Brennwert von Wasserstoff nur ca. 1/3 des Brennwertes von Erdgas beträgt (volumenbezogen), müsste – unveränderten Verbrauch angenommen – die Netzkapazität (ebenfalls volumenbezogen) erheblich ausgebaut werden, um bei einer Umstellung auf Wasserstoff die Versorgungssicherheit auch während winterlicher Verbrauchsspitzen aufrecht zu erhalten.

Wahrscheinlich ist deshalb, dass sich mittelfristig zwei „Parallelwelten“ entwickeln, in denen Erdgas und Wasserstoff ihre jeweiligen Vorzüge voll ausspielen können:

- Ein reines Wasserstoff-Netz: Wasserstoff kann darin über „umgewidmete“ ehemalige Erdgasleitungen oder in neu gebauten Leitungen als sauberer, emissionsfrei erzeugter Grundstoff der chemischen Industrie oder der Stahlindustrie direkt zugeliefert werden, ohne dass er vor Ort aus Methan, also aus Erdgas, erzeugt werden müsste. Zudem wird Wasserstoff langfristig verstärkt als Treibstoff für brennstoffzellen-getriebene Fahrzeuge in einem auszubauenden Tankstellen-Netz nachgefragt werden. Diese Tankstellen werden standortabhängig

möglicherweise zunächst per LKW beliefert, werden aber zukünftig sicherlich an das Wasserstoff-Netz angebunden werden. Derzeit existieren in Deutschland 85 Pkw-Tankstellen. Daneben existieren aber auch diverse Insellösungen, in denen zum Beispiel für den Betrieb von Bussen im ÖPNV Wasserstoff in Biogasanlagen erzeugt wird (elektrolytisch oder durch Dampfreformierung).

- Das existierende Erdgas-Netz (eventuell mit niedrigen Wasserstoffbeimischungen), das auch zukünftig den weitaus größeren Bereich des Wärmemarktes aufgrund seines weitverzweigten Verteilnetzes bis hin in die Privathaushalte abdecken wird.

## Was hat Verbrauchsmessung mit Energieeffizienz zu tun?

Die effektivste Reduzierung klimaschädlicher Emissionen ist trivialerweise die Energieeinsparung. Deshalb zielen alle Initiativen zu Klimaneutralität und Energiewende in Deutschland und in der EU vorrangig auf die Verbesserung der Energieeffizienz. Und die Ziele sind ehrgeizig:

- 40 % weniger Treibhausgase als 1990 bis 2020
- 50 % weniger Primärenergieverbrauch als 2008 bis 2050.

Zu Beginn aller Maßnahmen – und das gilt für die Unternehmen ebenso wie für die Privathaushalte – muss eine objektive und möglichst detaillierte IST-Analyse stehen. Bezogen auf die Energieeffizienz heißt das: eine möglichst genaue, detaillierte und nach den Bedarfsituationen differenzierte Erfassung der Energieverbräuche. Das Zauberwort an dieser Stelle lautet: Digitalisierung. Mit dem „Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende (Messtellenbetriebsgesetz – MsbG)“ hat die Bundesregierung bereits im Jahr 2016 die Weichen in Richtung einer modernen, verbindlich vorgeschriebenen und standardisierten Energieverbrauchsdatenerfassung gestellt.

Für Großverbraucher im Strombereich, d. h. bei einem Verbrauch über 10.000 kWh/Jahr, ist die Digitalisierung mit dem Einsatz der Smart Meter (intelligenten Stromzähler) und der Anbindung dieser Zähler an die Datenzentrale der jeweiligen Versorgungsunternehmen über die sogenannten Smart Meter Gateways bereits heute gelebte Realität. Der Verbrauch wird sekundengenau erfasst und diese Information wird vorrangig für eine optimale Netzsteuerung, einschließlich gegebenenfalls der Zu- und Abschaltung von Erzeugern und/oder Verbrauchern genutzt (Smart grids). Die aktuellen Verbrauchsinformationen stehen aber auch dem Kunden, d. h. dem Unternehmen und nach dem Smart-Meter-Rollout auch dem privaten Verbraucher, zur Verfügung. Dabei kann die Verbrauchsinformation entweder direkt an der Messeinrichtung abgelesen werden oder sie wird vom Gateway oder über das Internet von

der Datenzentrale des Versorgers abgerufen. Aktuelle und zurückliegende Energieverbrauchswerte können dann tages-, monats- oder jahresbezogen ausgelesen und anschließend analysiert werden. Seit Beginn dieses Jahres sind auch die Voraussetzungen für die Umrüstung von Verbrauchern mit einem Verbrauch von unter 10.000 kWh/Jahr geschaffen, ausschließlich für Verbräuche unter 6.000 kWh/Jahr bleibt die Umrüstung optional.

Im oben genannten MsbG wird nicht grundsätzlich zwischen Energiebezug in Form von Strom oder Gas unterschieden. Es wird stattdessen die Anbindbarkeit auch aller Messeinrichtungen für Gas an das universell zu nutzende Smart-Meter Gateway gefordert. Für den Gasbereich gelten allerdings Übergangsfristen von bis zu 8 Jahren. Insbesondere für Messeinrichtungen mit „registrierender Leistungsmessung“ (RLM) dürfen die eingeführten Systeme bis 31.12.2024 weiter verbaut und anschließend für bis zu 8 weiteren Jahren ohne Umbauverpflichtung genutzt werden.

Diese Übergangsfristen werden derzeit genutzt, um die Schnittstelle zwischen den Messsystemen und dem Gateway genauer zu spezifizieren. Die Standardisierung der technischen Realisierung wird dabei zwischen dem zuständigen Bundeswirtschaftsministerium, dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) und den diversen Branchenverbänden diskutiert. Naturgemäß sind bei der Energieverbrauchserfassung bei Gas mehr und andere Daten erforderlich als beim Strom, nämlich neben der bezogenen Gasmenge (in m<sup>3</sup> unter Betriebsbedingungen) auch Druck und Temperatur (um auf die Gasmenge unter Normbedingungen rückrechnen zu können) sowie der Brennwert des Gases (oder eine vollständige Analyse der Gaszusammensetzung zur Berechnung des Energieinhalts je Normvolumeneinheit).

Insbesondere die korrekte Erfassung des Brennwertes wird immer wichtiger, da immer mehr Gasarten unterschiedlichen Brennwertes in das Erdgas-Netz eingespeist werden und sich dort mischen, z. B. Importe aus Russland und der Nordsee, Einspeisung aus (konditionierten) Biogasanlagen, angelandetes und re-gasifiziertes LNG aus den unterschiedlichsten Regionen der Erde und demnächst auch Wasserstoff.

Es ist Aufgabe der Transportnetzbetreiber, den jeweils in ein (Teil-)Netz gelieferten Brennwert zu ermitteln und für die Energieabrechnung zu Grunde zu legen. Dazu werden komplexe Simulationsprogramme verwendet (Brennwertrekonstruktionsprogramme), die i. d. R. von der Physikalisch Technischen Bundesanstalt (PTB) geprüft und zugelassen sind. Voraussetzung für die Verwendung ist, dass die Netzwerktopologie bestmöglich bekannt ist und an allen Einspeisestellen Mengen und Gasbeschafftheiten ebenso gemessen werden wie die Mengen an sämtlichen Ausspeisestellen. Dann kann eine Verkehrsfehlergrenze von 2 %

für den Brennwert eingehalten werden. Ausspeisestellen in diesem Sinne sind sowohl Übergabepunkte in nachgelagerte Netze als auch Übergabestationen an industrielle Großverbraucher.

Für die Energieabrechnung werden i. d. R. Monatsmittelwerte für die Brennwerte angesetzt. Für eine zielgerichtete Analyse des eigenen Energieverbrauchs kann es für industrielle Großverbraucher jedoch sinnvoll sein, mittels zusätzlicher, eigener Einrichtungen eine bessere zeitliche Auflösung zu erreichen und den tatsächlichen Verbrauch für kürzere Zeitintervalle zu ermitteln. Damit wird es gegebenenfalls möglich, die Energieflüsse zu den einzelnen Verbrauchern innerhalb eines Unternehmens zu ermitteln, Grund- und Spitzenlasten zu differenzieren und daraus gegebenenfalls gezielte Maßnahmen zur Prozessoptimierung und/oder zu Investitionen in Anlagenmodernisierungen zur Ausschöpfung von Energieeinsparungspotenzialen abzuleiten.

### Technische Realisierung

Die RMG Messtechnik GmbH ist ein mittelständisches Unternehmen mit Sitz in Butzbach in Mittelhessen, das sich auf die Gasmesstechnik für Netzbetreiber und Industriekunden spezialisiert hat. Gasmesstechnik in diesem Sinne umfasst alle Messgrößen, die für die Bestimmung des Energieflusses benötigt werden: Volumen, Druck, Temperatur, Gasbeschaffenheit, Umwertung, Registrierung und Kommunikation. Die Geräte sind überwiegend für die eichamtliche Verwendung zu Abrechnungszwecken zugelassen und geprüft, es stehen aber auch kostengünstigere Varianten für innerbetriebliche Zwecke zur Verfügung. Ursprünglich für Erdgasanwendungen entwickelt, werden die Geräte vermehrt auch für den Einsatz in Wasserstoff oder in wasserstoffhaltigen Gasgemischen nachgefragt und wurden daraufhin untersucht und freigegeben. Mit dem Thema Wasserstoff hat sich die RMG Messtechnik bereits sehr früh beschäftigt und so können heute bereits für viele Messaufgaben fertige Lösungen angeboten werden („H<sub>2</sub>-Ready“).

Für die Volumenmessung kommen abhängig von gewünschtem Durchfluss- und Druckbereich klassische Turbinenradgaszähler (**Bild 1**) oder Ultraschallgaszähler (**Bild 2**) zum Einsatz. Beide Messgerätebaureihen erlauben die Bestimmung des Volumens unter Betriebsbedingungen mit Messgenauigkeiten weit unterhalb der eichamtlich zulässigen Fehlergrenzen. Für innerbetriebliche Messungen, z. B. zu Steuerungs- und Regelzwecken, können alternativ kompakte, kostengünstigere Turbinenradgaszähler eingesetzt werden, für die neuerdings auch eine Baureihe mit einem elektronischen Zählerkopf verfügbar ist. Besonders interessant ist eine Variante, bei der ein Mengenumwerter zur Berechnung des Normvolumens im Zählerkopf integriert ist, d. h. Temperatur- und Druckaufnehmer sind



**Bild 1:** Klassischer Turbinenradzähler mit mechanischem Zählwerk



**Bild 2:** Ultraschallgaszähler



**Bild 3:** Turbinenradzähler mit integriertem Mengenumwerter

Bestandteil des Messgerätes und erfordern keinen zusätzlichen Installationsaufwand (**Bild 3**).

Natürlich stehen für die Umwertung und Registrierung neben diesem integrierten Umwerter weitere Produktlinien zur Verfügung, die je nach Anwendungsfall als Kompaktumwerter in der Messstation (auch im Ex-Bereich) aufgebaut werden können, oder in der High-End-Ausführung in 19"-Bauweise für den Einbau in Schaltschränke in der Messwarte vorgesehen sind. Anwendungsabhängig können mit diesen Geräten alle national oder international standardisierten Umwertungsverfahren eingesetzt werden. Natürlich verfügen die Geräte auch über serielle Schnittstellen, mit denen zum Beispiel Gasbeschaffheitsdaten eingelesen oder Archivdaten ausgelesen werden können. Darüber hinaus stehen Softwarelösungen zur Verfügung, mit denen die Messanlagen bzw. Messgeräte konfiguriert, visualisiert und an kommerzielle Systeme der Kunden (Zählerfernauslesezentralen, SAP o. ä.) angebunden werden können.

Für die Messung der Gasbeschaffenheit wurde der Gaschromatograph der RMG Messtechnik als erstes Gerät für wasserstoffhaltige Gemische mit bis zu 20 Vol.-% Wasserstoff zugelassen. Während Chromatographen aufgrund des prinzipbedingten hohen Investitions- und Betriebsaufwands vorzugsweise an den Referenzstellen der Brennwertrekonstruktionssysteme eingesetzt werden, stehen für die betriebliche Brennwertmessung und -überwachung alternative Messgeräte zur Verfügung, die auf korrelativen Messungen basieren (**Bild 4**). Diese Messgeräte benötigen im Gegensatz zu Chromatographen keine teuren Trägergase, sind deshalb im Betrieb unaufwändig und haben sich aufgrund ihrer guten Reproduzierbarkeit bei der Betriebsüberwachung bewährt.

Das Leistungsspektrum der RMG Messtechnik wird durch einen erfahrenen Projektierungs- und Engineeringbereich abgerundet, der sein spezifisches Know-how rund um die Gasmessung- und -abrechnung in kundenspezifi-



**Bild 4:** Korrelatives Brennwertmessgerät

sche Systemlösungen einbringt. Diese Lösungen werden auf Wunsch auch von eigenem Personal montiert und in Betrieb genommen.

#### AUTOR

Dr. **Michael Grexa**

RMG Messtechnik GmbH

Butzbach

06033 / 89-7116

michael.grexa@rmg.com

www.rmg.com