

Innovationen in der Messung des Durchflusses und der Energie von Biogas

Von Oliver Seifert, International Gas Manager, Endress+Hauser Reinach

Die Prozesssteuerung von Biogasanlagen erfordert eine Vielfalt an Messparametern, wobei zur Prozessoptimierung insbesondere die Durchflussmessung von Biogas und die Analyse der Gaszusammensetzung benötigt werden.

Der Markt für Biogasanlagen ist in den vergangenen Jahren weltweit stark gewachsen. Zum einen stellt das in Kläranlagen und Deponien anfallende Gas aus der Abfallbeseitigung einen wertvollen Energieträger dar. Zum anderen ändert sich der Markt für Energiehersteller. Durch die Liberalisierung des Strommarktes liefern Biogasanlagen nicht nur Grundlast sondern auch Spitzenstrom. Für diese flexible Fahrweise ist ein hohes Maß an Anlagenkenntnis erforderlich die durch die Messtechnik sichergestellt wird.

Warum wird der Durchfluss von Biogas bestimmt?

Der Durchfluss von Biogas kann am Fermenter, an der Fackel, am Einlass des BHKW und des Heizkessels bestimmt werden und beantwortet die Fragen:

- Welche BHKW (Blockheizkraftwerk)-Größe wird benötigt (Auslegung)?

- Wie viel Methan wird verbrannt (in BHKW, Heizkessel, Fackel)?
- Wie gut ist die Leistung des Faulturms/Fermenters und kann diese verbessert werden?
- Was ist die Effizienz des BHKW?

Allerdings ist die Durchflussmessung von Biogas, insbesondere direkt am Auslass des Fermenters, eine sehr große Herausforderung an die Messtechnik. Das Gas weist die folgenden Eigenschaften auf:

- Kondensierende Feuchtigkeit
- Niedriger und schwankender Druck (typisch 15 bis 45 mbar Überdruck)
- Variable Zusammensetzung mit Schwankungen im Methan-gehalt
- Hohe Korrosivität (Kohlenstoffdioxid und Schwefelwasserstoff kombiniert mit Feuchte)
- Schwankende Durchflüsse je nach Biogasproduktion
- Niedrige Durchflussgeschwindigkeiten

Stand der Durchflusstechnik für Biogas

Zur Messung des Durchflusses von Biogas haben Kunden von Endress+Hauser bislang in tausenden Anwendungen die Durchflusstechnologien Differenzdruck, Wirbelzähler und thermische Massemessung eingesetzt.

Die Differenzdruckmessung wird am längsten angewendet und bietet den Vorteil, dass die primären Messelemente (z.B. Blende) im Standard ISO 5167 sind. Für die Messung von feuchtem Biogas sind spezielle Messblenden mit einer zusätzlichen Öffnung für den Abfluss des Kondensats vorhanden. Allerdings weist diese Technologie gerade bei niedrigen Prozessdrücken eine geringe Messdynamik auf und kondensierende Feuchte kann die Impulsleitungen verstopfen, wodurch ein großer Messfehler entsteht. Für aufbereitetes Biogas lässt sich diese Technologie allerdings bedenkenlos einsetzen, wobei auf eine korrekte Kompensation von Druck, Temperatur und Zusammensetzung des Gases zu achten ist.

Wirbelzähler bieten den Vorteil, dass selbst kondensierende Feuchte sich in einem vernachlässigbaren Messfehler auswirkt, was in der Messung von Dampf besonders vorteilhaft ist. Weiter weist diese Technologie eine exzellente Langzeitstabilität auf (Kalibration auf Lebenszeit). Allerdings verlieren sie im unteren Messbereich das Messsignal, sodass bei geringsten Prozessdrücken erst eine Messung ab Durchflussgeschwindigkeiten von 5 m/s möglich ist. Wie die Differenzdruckmessung weist auch diese



Messung von trockenem Biogas bei 3 bar mit einem thermischen Massemesser und einem Coriolis Massemesser.

Technologie einen geringen Druckverlust auf und wird ebenfalls erfolgreich in der Messung von aufbereitetem Biogas eingesetzt, wobei ebenfalls auf eine korrekte Kompensation zu achten ist.

Bereits seit 15 Jahren werden thermische Massedurchflussmessgeräte in vielen Biogasanwendungen eingesetzt. Sie besitzen einen vernachlässigbaren Druckverlust, messen die Masse ohne zusätzliche Messung von Druck und Temperatur und erkennen selbst geringste Durchflüsse. Sie arbeiten im Fall des t-mass 65 von Endress+Hauser multivariabel und stellen die Prozess-temperatur als zusätzliche Messgröße zur Verfügung, ebenso besitzen sie eine exzellente Messdynamik von 100:1.

Der wesentliche Nachteil der thermischen Massemessung ist allerdings, dass das Messsignal durch kondensierende Feuchte stark beeinflusst werden kann. Hier kann eine Installation des Gerätes in der 5-Uhr-Position den Einfluss der Feuchtigkeit reduzieren oder sogar eliminieren.

Kompensation der Zusammensetzung von Biogas in thermischen Massemessern

Bei der Messung von Biogas mit thermischen Massemessern wurde bislang stets eine feste, mittlere Zusammensetzung des Biogases angenommen (z.B. 60% Methan, 35% CO₂ und 5% Stickstoff). Da der Methangehalt in der Realität um z.B. ±3% schwankte, wirkte sich dies in einem zusätzlichen Messfehler in etwa gleicher Höhe aus. Um diesen Effekt zu eliminieren, entwickelte das Unternehmen die Möglichkeit, den Methangehalt aus einem GC z.B. über einen Stromeingang, Modbus oder Profibus in das Gerät einzulesen und zu kompensieren. Zusätzlich wird nun als Messgröße neben dem Normvolumenfluss und der Temperatur des Biogases der Energiefluss z.B. in kW oder MJ/h zur Verfügung gestellt, wodurch sich auch die Effizienz

eines BHKW einfacher berechnen lässt.

Biogasmessung mit Ultraschall

Die Durchflussmessung mittels Ultraschall hat sich in der Prozessmesstechnik bereits etabliert. Allerdings wurde kein Ultraschallgerät für Gas zur Biogasmessung genutzt, obwohl die Technik eindeutige Vorteile bietet. Die Herausforderungen sind der geringe Prozessdruck und die hohen Anschaffungskosten.

Aus diesem Grund wurde Prosonic Flow B 200 speziell für diese Anwendung entwickelt. Zum Einsatz kommt hierbei das Laufzeitdifferenzverfahren: Die Zeitdifferenz zwischen Ultraschallsignalen, die mit und gegen den Durchfluss laufen, ist direkt proportional zur Fließgeschwindigkeit und somit zum Volumendurchfluss. Zur Berechnung des Volumendurchflusses werden die Zusammensetzung des Gases sowie Druck und Temperatur benötigt.

Die Ultraschallmessung weist folgende Vorteile auf:

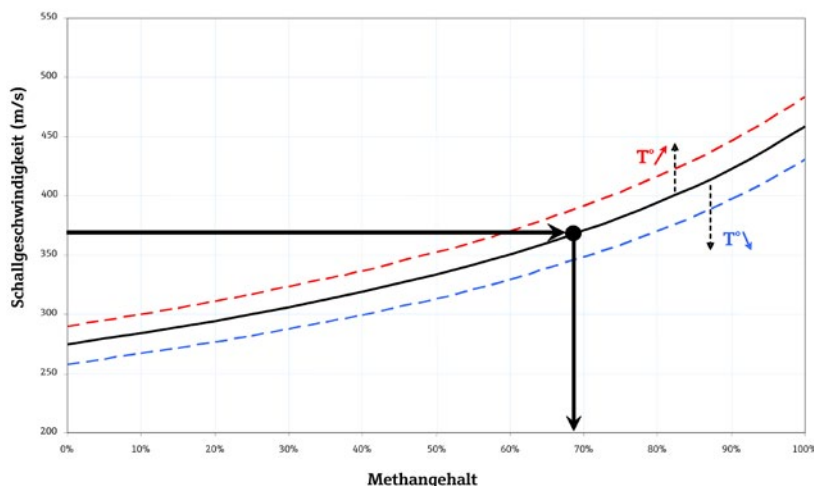
- störungsfreie Messung d.h. kein Druckverlust
- ohne bewegte Teile, d.h. wartungsfrei
- hohe Messdynamik (30:1), d.h. Messung auch geringster Durchflüsse
- gute Genauigkeit (1.5% v.M. für Geschwindigkeiten grösser 3 m/s)

Sichere Durchflussmessung von Bio- und Deponie-gas mit Prosonic Flow B 200.



- keine Beeinflussung der Messung durch kondensierende Feuchtigkeit
- bidirektionale Messung zur Detektion von Prozessproblemen
- Messung von Biogas auch bei geringsten Drucken

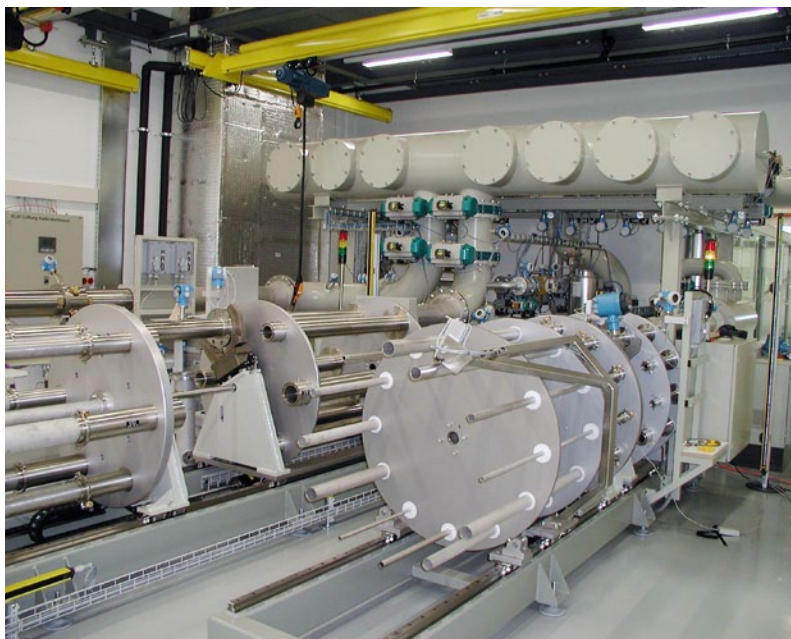
Zur Messung des Normvolumendurchflusses werden zur Kompensation außerdem eine Druckmessung und eine Temperaturmessung benötigt. Die Temperaturmessung ist bereits im Prosonic Flow B 200 integriert, der Druck lässt sich von einer externen Messstelle digital einlesen.



Zusammenhang zwischen Methangehalt und der Schallgeschwindigkeit in Biogas in Abhängigkeit von der Gas-temperatur.



Die Intelligenz steckt im Gerät – direkte Kompensation der Gaseigenschaften im Gerät.



Akkreditierte und rückgeführte Kalibrieranlage für Prosonic Flow B 200 und t-mass 65 sichert hochgenaue Messungen im Prozess.

All diese Eigenschaften machen die Ultraschalltechnologie attraktiv zur Messung von Biogas direkt am Auslass des Fermenters.

Der Prosonic Flow B 200 kann eine weitere Messgröße zur Verfügung stellen: Den Methananteil im Biogas. Biogas besteht in der Hauptsache aus zwei Komponenten: Methan (höherer Schallgeschwindigkeit) und Kohlenstoffdioxid (niedriger Schallgeschwindigkeit). Über die absolute Schallgeschwindigkeitsmessung im Gerät lässt sich über eine Korrelation so der Methananteil im Biogas bestimmen.

Mit dieser Form der Messung ist der Methangehalt mit einer Genauigkeit von zwei Prozent bestimmbar. Anhand der Gaszusammensetzung können bereits im Gerät folgende Parameter berechnet und auch ausgegeben werden:

- Normvolumen Methan
- Energie
- Wobbezahl
- Brennwert
- Heizwert

Der Methangehalt ist ein wichtiger Kontrollparameter für Faultürme zur Biomassebeschickung und Gärtemperaturregelung.

Die weiteren Energieparameter sind ideal für die Effizienzbestimmung von BHKWs und Kesseln. Prosonic Flow B 200 ist besonders attraktiv, da es eine Vielfalt an Messparametern zur Verfügung stellt, für die bislang eine Durchflussmessstelle und ein Methananteilerfassung verwendet werden musste.

Praxis-Erfahrungen mit dem Prosonic Flow B 200

Seit Anfang 2012 wurden in Deutschland mehr als 200 Geräte (weltweit mehr als 1000) installiert. Von den Kunden wurde stets hervorgehoben, dass das Gerät leicht in Betrieb zu nehmen ist, obwohl es solch eine Vielfalt an Messparametern zur Verfügung stellt. Die Installation wurde als sehr einfach beschrieben. Besonders im Ex-Bereich, da das Gerät in Zweileitertechnologie arbeitet, d.h. für die (Eigensichere-) Speisung und Kommunikation der Messparameter wird lediglich ein Kabelpaar je Messgerät benötigt.

Innovative Kleinlösung für Biogasanlagen

Endress+Hauser bietet seit 1980 Registriertechnik für Biogasanlagen und andere Betriebe an, wobei be-

reits mehr als 150 000 Geräte eingesetzt werden. Die früher verstärkt eingesetzten Papierschreiber werden heutzutage mehr und mehr durch papierlose Registriergeräte verdrängt. Digitale Schreiber bieten wesentliche Vorteile für den Betreiber:

- Daten über mehrere Jahre können im Gerät gespeichert werden und entweder über USB-Stick, SD-Karte oder digital aus dem Gerät ausgelesen werden.
- Die Speicherung der Daten im Gerät erfolgt redundant, d.h. auch bei Netzwerkproblemen werden die Daten weiterhin im Gerät gespeichert.
- Durch den integrierten Webserver können Daten auch via Fernabfrage weltweit über einen Internet-Browser abgefragt werden.
- Alarmer können generiert und z.B. als E-Mail oder als SMS empfangen werden
- Die Funktionalität von Durchflussrechnern kann komplett im Gerät abgebildet werden.
- Effizienzen, spezifische Energieverbräuche lassen sich einfach in diesem Registriergerät berechnen.

- Prozessbilder (z. B. von Faulturm oder BHKW) lassen sich darstellen, um die Messwerte zu visualisieren.

Für multivariable Zweileitergeräte wie den Prosonic Flow B 200 bietet sich der Einsatz von Registriergeräten mit Modbus-Master-Funktionalität an: Bis zu vier Werte (z. B. Normvolumen, Energie, Gastemperatur und % Methan) können über ein einziges Kabelpaar an die Messwerte übertragen werden und dort über einen HART/Modbus-Wandler in das Modbus-Protokoll übersetzt werden. Anschließend können diese Werte über Modbus an das Registriergerät übertragen werden. Bis zu 40 Messwerte lassen sich in einem solchen Registriergerät aufzeichnen

Rückführbare Dokumentation

In Biogasanwendungen ist eine lückenlose Dokumentation der Messstelle notwendig: Technische Informationen, Bedienanleitung, Kalibrierprotokolle, Rekalibrierprotokolle, Serviceberichte etc. müssen verfügbar sein. Eine weitere Innovation von Endress+Hauser sorgt dafür, dass diese Dokumentationen nicht notwendigerweise in Form von Ordnern bei den Kunden vorhanden sein müssen. Vielmehr kann Endress+Hauser über das „W@M Portal“ sämtliche dieser Informationen elektronisch zur Verfügung stellen. Es reicht, die Seriennummer des Gerätes einzugeben und sämtliche der genannten Informationen sind über das Portal verfügbar. So lassen sich einfach passende Ersatzteile oder Ersatzgeräte für die Messstelle

finden, wodurch Zeit und Kosten gespart werden.

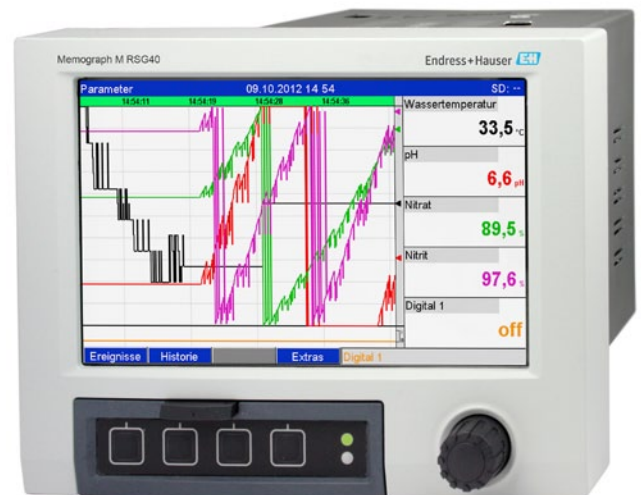
Fazit

Die vorgestellten Innovationen

- Kompensation der Zusammensetzung von Biogas in thermischen Massemessern,
- Biogasmessung mit Ultraschall,
- Kleinlösungen für Biogasanlagen und
- Rückführbare Dokumentation über das „W@M Portal“

sind dazu geeignet, den Durchfluss und die Energiemenge von Biogas sicher zu bestimmen, aufzuzeichnen und zu visualisieren sowie die Messtechnik hierzu lückenlos zu dokumentieren. Durch die nun möglichen genaueren Messungen mit thermischen Massemessern und Ultraschallgeräten lassen sich Prozesse besser steuern und die Effizienz der Anlagen genauer bestimmen, wobei mit den Ultraschallgeräten nun auch eine genaue und einfache Messung am Auslass des Fermenters möglich ist. Durch die Methanmessung mit dem Prosonic Flow B 200 können die Prozesse in Faultürmen besser gesteuert werden und die Effizienz von BHKWs genauer bestimmt werden, wodurch sich die Investitionskosten und Betriebskosten reduzieren lassen.

Mit innovativen Registriergeräten lassen sich attraktive Kleinlösungen bereits für kleine Budgets schnüren: Bis zu 40 Messwerte können in einer Einheit visualisiert und aufgezeichnet werden. Daten können fernabgefragt und Probleme per SMS oder E-Mail gemeldet werden.



Bis zu 40 Messwerte lassen sich mit dem Memograph M RSG40 einlesen, aufzeichnen und visualisieren.

Über das W@M-Portal lassen sich sämtliche Messstellen einer Biogasanlage z. B. den Behörden gegenüber und für Zertifizierungen lückenlos dokumentieren und Ersatzteile und Ersatzgeräte lassen sich ohne großen Aufwand identifizieren und bestellen.

Die Gesamtheit dieser Lösungen ist hochattraktiv, die Aussage vieler Kunden dazu: „Das ist genau das, was wir gesucht haben.“

Kontakt:

Endress+Hauser Messtechnik GmbH+Co. KG
Sabine Benecke,
MarCom Manager,
D-79576 Weil am Rhein,
Tel.: (07621) 975-410,
Fax (07621) 975-20410,
E-Mail: sabine.benecke@de.endress.com,
www.de.endress.com