

**UNION informiert**

# Bei der Biogas-Aufbereitung umfassend bewährt

**Die Aufbereitung von Biogas zu Biomethan mit nachfolgender Einspeisung in Erdgasnetze erfordert wegen der dafür gültigen Qualitätsvorgaben eine zuverlässige Prozessüberwachung. Daher spielen bei der Instrumentierung solcher Anlagen auch Gasanalytoren eine maßgebliche Rolle, sowohl für die Anlagenverfügbarkeit und Einhaltung von Spezifikationen als auch zur Absicherung fiskalischer Vorgänge.**



Bei der Verwendung von Biogas unterscheidet man grundsätzlich zwischen (a) Verstromung mit partieller Wärmegegewinnung direkt vor Ort durch Betrieb von Gasmotoren und/oder Blockheizkraftwerken und (b) weiterer Aufbereitung des Biogases zu erdgas-ähnlichem Biomethan und dessen nachfolgender Einspeisung in das Erdgasnetz. Die Variante der Biogas-Aufbereitung bietet vor allem den Vorteil der ortsunabhängigen Verfügbar-

keit: Die in ländlichen Gebieten mit geringerem Energiebedarf gewonnene Energie wird über eine bereits bestehende Infrastruktur (Erdgasnetz) in Bereiche mit hohem Energiebedarf transportiert.

## **Aufbereitung auf Erdgasqualität**

Um Biogas als Biomethan nutzen und in das Erdgasnetz einspeisen zu können, muss es auf Erdgasqualität aufbereitet

werden und die entsprechenden Qualitätsvorgaben der Netzbetreiber erfüllen, wie sie sich für Deutschland im DVGW-Regelwerk (Arbeitsblätter G260 und G262) finden. Dieser Aufbereitungsprozess sollte nicht mit der vorangehenden Aufbereitung von Roh-Biogas zu Biogas verwechselt werden, bei der das Roh-Biogas getrocknet wird und Störkomponenten, in erster Linie Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ), entfernt werden. Die Aufbereitung von Biogas zu Biomethan betrifft vor allem die Erhöhung des anteiligen Methangehaltes von ca. 50% bei Biogas auf Gasnetz-Konzentration mit ca. 80% bei L-Gas und bis zu 98% bei H-Gas sowie eine nochmalige Reduzierung möglicher Störkomponenten, vor allem von noch verbliebenem  $H_2S$ .

Die Anhebung der Methankonzentration erfolgt durch Abtrennen von Kohlendioxid, dem nach Methan zweitgrößten Bestandteil von Biogas. Anlagenbauern bzw. -betreibern stehen dafür verschiedene Verfahren zur Verfügung (Bild 1), die sich besonders im Verfahren der  $CO_2$ -Abtrennung durch Adsorption, Absorption oder Permeabilität unterscheiden.

### Prozessüberwachung ist unverzichtbar

Unabhängig vom eingesetzten Verfahren müssen alle Biogas-Aufbereitungsanlagen funktionssicher und mit hoher Verfügbarkeit laufen, um die vom Netzbetreiber für die Einspeisung gestellten Qualitätsanforderungen dauerhaft einhalten und nachweisen zu können und um Unterbrechungen bei der Einspeisung zu vermeiden. Fehlfunktionen aller Art können mit erheblichen Kosten und Risiken verbunden sein. In dieser Hinsicht gleichen Anlagen zur Biogas-Aufbereitung denen in der Chemie oder anderen Industriebranchen, bei denen

eine Prozessüberwachung zum Normalzustand gehört: d. h. die Prozesszustände (Druck, Temperatur, ...) sowie die Zusammensetzung von Ausgangsmaterialien, Zwischen- und Endprodukten werden kontinuierlich überwacht und die Ergebnisse zur Prozesssteuerung verwendet. Dabei spielt die Prozess-Gasanalyse eine wichtige Rolle, indem sie Proben an verschiedenen Stellen im Prozessablauf entnimmt und die Konzentration wichtiger Komponenten ermittelt. So auch in Anlagen zur Biogas-Aufbereitung.

### Kernthema von UNION Instruments

Bild 2 verdeutlicht den Einsatz der Analysenmesstechnik zur Prozessüberwachung in Anlagen zur Biogas-Erzeugung: Über den gesamten Prozessablauf vom Fermenter bis zum Erdgasnetz sind Messpunkte (MP) angeordnet, an denen Gasproben entnommen und zu Analysengeräten geführt werden: An den Messpunkten 1-5 wird die Zusammensetzung des Gases mit Gasanalytoren und an den Messpunkten 5 und 6 der Energieinhalt des Gases mit Hilfe eines Kalorimeters ermittelt. Zahlreiche Hersteller bedienen diesen

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Druckwechsel-Adsorption (PSA)</b> | Störende Rohgas-Bestandteile werden an die Oberfläche von adsorbierenden Stoffen wie Kohlenstoff-Molekularsiebe oder Aktivkohle bei erhöhtem Druck angelagert. Durch Druckabsenkung wird der Adsorber regeneriert. |
| <b>Druckwasser-Wäsche</b>            | Störende Rohgasbestandteile werden in einer Kolonne per Absorption in Wasser (Gegenstromprinzip) reversibel gelöst und so aus dem Rohbiogas entfernt   |
| <b>Aminwäsche</b>                    | Störende (saure) Rohgas-Bestandteile wie CO <sub>2</sub> werden von leicht alkalischen wässrigen Lösungen von Aminen reversibel absorbiert. Durch Erhitzen kann die Lösung nachfolgend regeneriert werden.         |
| <b>Membranverfahren</b>              | Störende Rohgasbestandteilen werden durch Einsatz von Membranen mit höherer Durchlässigkeit für die störenden Komponenten als für CH <sub>4</sub> bei von diesem getrennt.   |
| <b>Glykolwäsche</b>                  | Statt Wasser werden hier als Waschlösung organische Lösungsmittel wie Glykole verwendet, die im Vergleich mit Wasser wesentlich mehr CO <sub>2</sub> aufnehmen können  |

Bild 1: Biomethan-Aufbereitung: Übliche Methoden

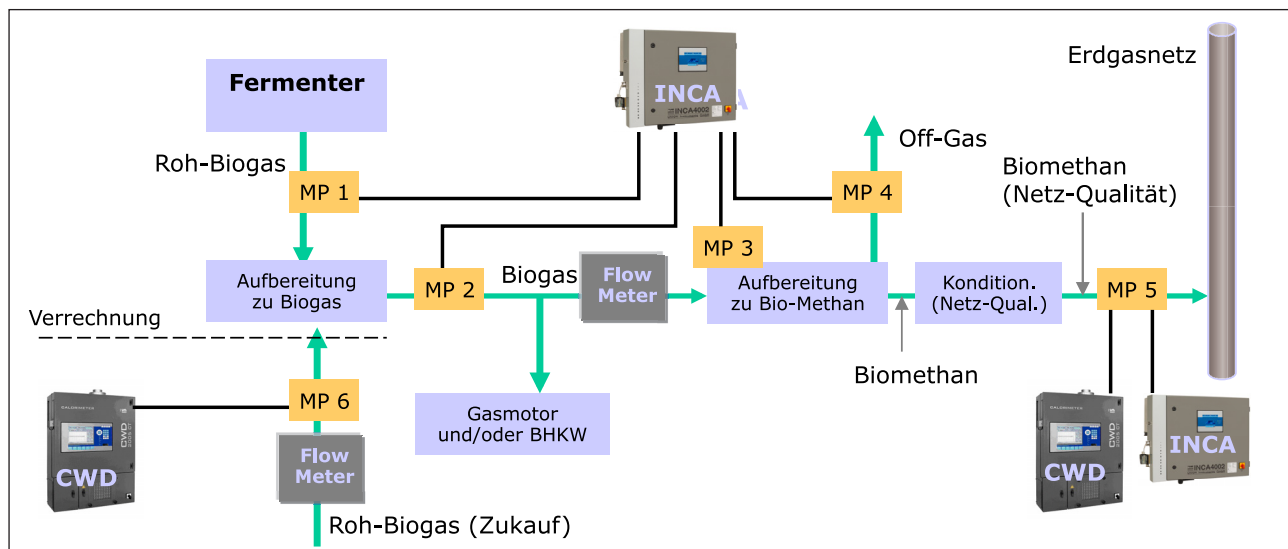


Bild 2: Biomethan-Aufbereitung: Prozessschema

| Messpunkt   | Gasstrom  | Messgrößen  | Instrumentierung         |   |
|-------------|---|---|--------------------------|---|
| <b>MP 1</b> | Roh-Biogas kondensathaltig, vor und nach Entschwefelung | Gaskomponenten CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, (H <sub>2</sub> ) ggf. Auswahl daraus | Gerät aus INCA4000-Serie | Gerätekonfiguration für Innen-Montage, mit Messgaskühler, Messstellenum-schaltung auf bis zu 10 Messstellen, mit Sensorik-Typ T101 (für Biogas) |
| <b>MP 2</b> | Biogas kondensatfrei                                    |   |                          |   |
| <b>MP 3</b> |   |   |                          |   |
| <b>MP 4</b> | Off-Gas   |   |                          |   |
| <b>MP 5</b> | Biomethan (Produktgas) kondensatfrei                    | Gaskomponenten CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub>                        | Gerät aus INCA3000-Serie | Gerätekonfiguration für Innen-Montage, ohne Messgaskühler, mit einem Messgaseingang, mit Sensorik-Typ T137 (für Biomethan)                      |
|             |   | Energieinhalt (Wobbe-Index)   | CWD2005 CT               | Gerätekonfiguration mit PTB-Zulassung für eichamtliche Messungen  |
| <b>MP 6</b> | Roh-Biogas kondensathaltig                              | Energieinhalt (Wobbe-Index)   | CWD2005 PLUS             | Gerätekonfiguration mit PTB-Zulassung für eichamtliche Messungen  |

Bild 3: Biomethan-Aufbereitung: Gasanalyse und Gasesstechnik

Analytik-Markt mit unterschiedlichen Gerätekonzepten. Zu den zeitlich ersten und erfolgreichsten Geräteelieferanten in diesem Marktsegment gehört UNION Instruments GmbH mit den Geräteserien INCA... zur Bestimmung der Gaszusammensetzung und CWD... zur Bestimmung des Energieinhaltes von Gasen bzw. der Kennzahlen Wobbe-Index, Heizwert und Brennwert. Das Unternehmen betrachtet den Biogas- und Erdgasmarkt als eines seiner zentralen Tätigkeitsfelder und hat dafür eine hohe Kompetenz in Messtechnik und Applikation aufgebaut. Das wird u. a. deutlich aus dem Sachverhalt, dass nahezu alle Biogas-Anlagenbauer, unabhängig von der eingesetzten Verfahrenstechnik, zu Kunden bzw. Partnern von UNION Instruments gehören und sich die Geräte in den Anlagen umfassend bewähren.

Grund hierfür ist neben dem breiten Applikationswissen des Unternehmens vor allem die innovative und flexible Gerätetechnik: Sowohl INCA als auch CWD sind hoch-modular aufgebaute Gerätesysteme, die ohne Zusatzaufwand bereits bei der Fertigung bzw. Montage auf die Besonderheiten der jeweiligen Applikation hin konfiguriert werden können. Auch technologische "Glanzpunkte" tragen zu der hohen Akzeptanz bei. Beispiele sind bei den INCA-Geräten die patentierte  $\mu$ Pulse-

Technik zur Betriebszeitverlängerung von elektrochemischen Sensoren (auch und speziell bei der H<sub>2</sub>S-Bestimmung) oder bei den CWD-Geräten das Prinzip der Direktbestimmung des Wobbe-Index; im Gegensatz zu indirekten Methoden auf Basis von weniger genauen Korrelationen.

### Instrumentierungsbeispiel

Die Bilder 2 und 3 zeigen beispielhaft die Instrumentierung einer Biogasanlage vom Fermenter bis zur Netzeinspeisung mit einer leistungsfähigen und betriebssicheren Analysetechnik und zu Kosten, die einen wirtschaftlichen Betrieb ermöglichen.

Die Anlage ist mit 6 Messgas-Entnahmestellen (MP 1 bis MP 6) sowie 4 Messgeräten ausgestattet:

- **An MP 1** wird das kondensathaltige (feuchte) Roh-Biogas nach Entschwefelung und vor Übergabe an die Bio-

gasaufbereitung auf seine Zusammensetzung überprüft. Der H<sub>2</sub>S-Gehalt liegt hier in der Regel bei wenigen ppm, kann jedoch bei Störungen im Fermentationsprozess auch auf 1000 ppm ansteigen. In Folge dessen kann es in der Entschwefelungsanlage schnell zu einem Durchbruch kommen, was für die weitere Bearbeitung schädlich ist und daher rechtzeitig erkannt werden muss. H<sub>2</sub>S muss hier bis zu wenigen ppm herab sicher bestimmt werden. Das ist mit patentierten  $\mu$ Pulse-Technik der INCA gut möglich.

- **An MP 2 und 3** wird das nunmehr kondensatfreie (trockene) und entschwefelte Gas vor Verwendung zur Verstromung (MP 2) bzw. vor und innerhalb der Biomethan-Aufbereitung (MP 3) analysiert, wodurch der Ablauf der Biomethan-Aufbereitung verfolgt wird. Die genaue Lage von MP 3 kann je nach Anlage variieren.

| Verfahren                            | CH <sub>4</sub> | CO <sub>2</sub> | Rest            |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Druckwechsel-Adsorption (PSA)</b> | < 3%            |                 | CO <sub>2</sub> |
| <b>Druckwasser-Wäsche</b>            | < 0,5%          | < 20%           | Luft            |
| <b>Aminwäsche</b>                    | < 0,1%          |                 | CO <sub>2</sub> |
| <b>Membranverfahren</b>              | < 2%            |                 | CO <sub>2</sub> |

Bild 4: Typische Zusammensetzung Offgas

• **An MP 4** wird die Zusammensetzung des Offgases bestimmt, welches je nach eingesetztem Verfahren in seinem Methangehalt stark schwanken kann (Bild 4). Hier ist daher eine Messtechnik mit flexibel einstellbaren Messbereichen von Vorteil.

**Die Messungen an MP 1 bis MP 4** werden in einem einzigen INCA-Gerät mit Messstellenumschaltung vorgenommen. Die Umschaltung erfolgt in der Regel durch eine externe Ansteuerung, z.B. über Profibus.

• **An MP 5** wird das Produktgas, nach Konditionierung und vor Einspeisung in das Netz, auf seine Zusammensetzung bzw. die Erfüllung der Einspeisvorgaben überprüft. Hierzu wird ein separates INCA-Gerät verwendet, um diese besonders wichtige Messung redundant mit MP 3 ausführen zu können.

An gleicher Stelle wird auch die eingespelte Energiemenge mit dem

Erdgas-Kalorimeter CWD2005 CT (zusammen mit einem 4-Pfad-Ultraschall- Durchflussmesser und einem Zustands-Mengen-Umwandler) ermittelt. Diese Messung ist Grundlage der finanziellen Abgrenzung (Custody Transfer) zwischen Biomethan-Lieferant und Gasnetz-Betreiber. Das eingesetzte Kalorimeter ist dafür von der PTB speziell zugelassen.

• **An MP6** wird ein (möglicherweise) zugekauftes Roh-Biogas ebenfalls zu Verrechnungszwecken bezüglich seiner Energiemenge analysiert. Die Instrumentierung mit dem Kalorimeter CWD2005 Plus, einem Durchflussmesser und einem Umwandler entspricht der von MP 5.

### Zukunftssicheres und kostengünstiges Investment

Biogas- und Biomethananlagen sollen langfristig voll betriebsfähig sein und wirtschaftlich arbeiten. Dazu muss

auch die Prozesstechnik und – als Teil davon – die Analysentechnik beitragen: Langfristig voll betriebsfähig heißt u. a.: Flexibilität der Analysentechnik hinsichtlich Messung anderer, auch zusätzlicher Messkomponenten oder Umstellung auf andere Messbereiche, aber z. B. auch Erweiterung hinsichtlich eines höheren Automatisierungsgrades. Die Geräte von UNION Instruments bieten hier auf Grund ihres modularen Aufbaus beste Voraussetzungen, durch Nachrüstung oder Austausch von Modulen neue Anforderungen zu erfüllen. Wirtschaftlich arbeiten bedeutet vor allem ein begrenztes Erstinvestment und geringe laufende Kosten. Auch hier kann das Unternehmen auf eine für den Anwender sehr günstige Positionierung verweisen, da die konsequent modulare Bauweise die Einmalkosten beim Hersteller und die laufenden Kosten beim Betreiber niedrig halten.

### INCA und CWD in Stichworten

**INCA** ist ein modular aufgebautes und damit flexibel konfigurierbares Gerätesystem zur Mehrkomponenten-Gasanalyse in der Biogas- und Erdgas-Industrie. Das INCA-Konzept ist darauf ausgerichtet, aus standardisierten Bausteinen für Probengaszuführung, Probengasaufbereitung, Sensorik, Steuerung und Datenverarbeitung ein auf eine bestimmte Applikation zugeschnittenes Analysensystem aufzubauen. Das führt zu bestmöglichen Analyseergebnissen, optimierten Kostenpositionen bei Fertigung und Betrieb, kurzen Lieferzeiten und erleichtert Nachrüstung und/oder Austausch von Komponenten. Abweichend davon sind Geräte der Serie INCA1000 bereits fest für eine bestimmte Applikation (z. B. Erdgas) konfiguriert.

Die Gasanalyse-Messtechnik ist als selbständige Einheit aufgebaut, in der alle Komponenten wie Sensoren, Pumpen, Ventile u.a. enthalten und über einen internen Gerätebus mit der Steuerung verbunden sind. Die Bestückung mit Sensoren in Form von Sensormodulen orientiert sich an der aktuellen Applikation. Diese Messtechnik kann in Gehäusen für den Betrieb in Innen-, Außen- oder Ex-Bereichen sowie mit oder ohne Messgaskühler bzw. Messstellenumschaltung zu einem kompletten Gerätesystem konfiguriert werden.

**CWD (Calorimetry - Wobbe-Index - Specific Density)** ist eine modular aufgebaute Geräteserie zur Bestimmung kalorimetrischer Größen in Gasen, gemäß den DVGW-Arbeitsblättern G260 und G262. Die Geräte dienen zur Kontrolle schwankender Gasbeschaffenheiten bei der Wärmezufuhr zu Prozessen, wie sie in der Metall- und Glasindustrie üblich sind und bei denen eine hohe Konstanz der Energiezufuhr unabdingbar ist. Die verschiedenen CWD-Varianten, einschließlich Zulassung für eichamtliche Messungen (Custody Transfer, CT), decken einen weiten Applikationsbereich ab und gehören zur Standardinstrumentierung der Stahl- und Glasindustrie und zunehmend von Biogas- und Biomethananlagen. Gemessen werden Wobbe-Index und spezifische Gasdichte, daraus werden Heiz- und Brennwert errechnet.