

## Modellbasierte Prozessoptimierung von landwirtschaftlichen und industriellen Biogasanlagen

### Einleitung

Bioenergie leistet bereits heute einen signifikanten Beitrag zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und mindert zugleich die Abhängigkeit von stetig steigenden Preisen für fossile Energieträger. 2007 konnten bereits 6% des deutschen Energiebedarfs über die energetische Nutzung von Biomasse gedeckt werden.



Abb.1: Herkömmliche landwirt. Biogasanlage

Einen bedeutsamen Nutzungspfad stellt hierbei die Vergärung von Biomasse in landwirtschaftlichen oder industriellen Biogasanlagen dar. Zahlreiche technische Entwicklungen und Effizienzsteigerungen sowie die Förderung erneuerbarer Energien durch den Gesetzgeber gewährleisten zunehmend den wirtschaftlichen Betrieb einer Biogasanlage. Trotzdem sind gleichmäßige Beschickung, stabile Substratqualität und Rohstoffkosten wichtige Parameter für den erfolgreichen Betrieb. Um die Energiekosten für den Anlagenbetrieb möglichst gering zu halten und zugleich Biogasmenge und Biogasqualität zu verbessern, entwickelt die Fachhochschule Köln gemeinsam mit der PlanET Biogastechnik GmbH ein intelligentes, anwendungsorientiertes Optimierungstool für den Betriebsführungsalltag. Somit können Betriebszustände sowie die unterschiedlichsten Sub-

stratmischungen analysiert und optimiert werden.

### Projektziele

**Test und Installation geeigneter Prozessmesstechnik.** Für die Messung und Überwachung prozessrelevanter Parameter, die über die Standardparameter hinausgehen, sind innovative Messsysteme zu testen und zu bewerten.

**Aufbau eines Simulationsmodells,** für Simulation und Prognose des Anlagenverhaltens auf Basis der erfassten Messdaten zur Optimierung des Anlagenbetriebes.

**Aufbau einer Stoffdatenbank:** Erfassung bekannter und unbekannter Substrate, deren Anwendungen sich zum Teil noch in der Testphase befinden. Diese Substrate können direkt in ein Simulationsmodell eingelesen werden.

**Optimierung des Biogasprozesses** unter Berücksichtigung von Methanproduktion und Substratkosten. Test unterschiedlicher Substratzusammensetzungen und -mengen anhand des Simulationsmodells zur Abschätzung ihrer Auswirkungen auf den Biogasprozess. Optimierung der Substratzufuhr zur Verbesserung der Anlagenleistung sowie der Prozessstabilität mittels innovativer Optimierungsverfahren.

**Einsatz des Simulationsmodells und der Optimierungsverfahren im praktischen Betrieb.** Das Simulationsmodell wird parallel zur Anlage betrieben und unterstützt den Betreiber jederzeit bei der Auswahl der besten Substratbeschickungen anhand von Optimierungs- und Prognoserechnungen.

Kläranlage

Kanalnetz

Biogas

Trinkwasser

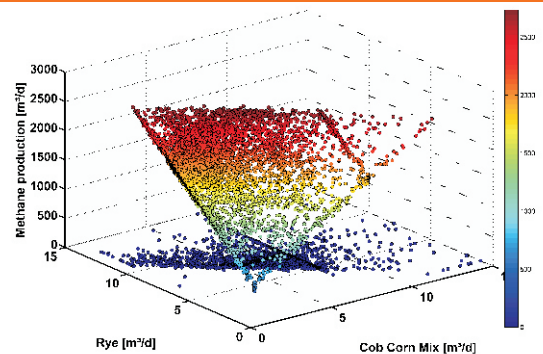
Dezentrale  
Überwachung

## Optimierung und Überwachung des Biogasanlagenbetriebes

Den Projektpartnern ist aus eigenen Untersuchungen bekannt, dass eine Anlage durch die Optimierung der Substratzufuhr deutlich verbessert und dabei gleichzeitig die Prozessstabilität gesteigert werden kann. Dies aktiviert Leistungsreserven in der Größenordnung von 20%, die sich in einer höheren Biogasausbeute und geringeren Energie- und Substratkosten niederschlagen. Erforderlich ist jedoch eine dem Stand der Technik entsprechende mess- und regeltechnische Ausrüstung.

Zur Erfassung aller relevanten Prozessparameter sind Trockensubstanz- und Redoxpotenzial-Messsonden von entscheidender Bedeutung. Zusätzliche Informationen können durch den Einsatz spektroskopischer Messungen gewonnen werden. Durch diese ist eine Erfassung des organischen Trockensubstanzgehaltes und darüber hinaus die Konzentrationsmessung einzelner organischer Säuren möglich.

Für die eigentliche Optimierung werden innovative Methoden aus dem Bereich der Computational Intelligence verwendet, die für ihre grundlegenden Prinzipien Naturprozesse zum Vorbild nehmen. Dazu gehören unter anderem Genetische Algorithmen, die evolutionäre Prozesse nachbilden, und die sogenannte „Particle Swarm Optimisation“, die sich an dem internen Kommunikationsverhalten von Vogelschwärmen orientiert. Solche Verfahren sind besonders geeignet, komplexe Prozesse wie die Biogasproduktion zu optimieren, bei denen viele Parameter zu berücksichtigen sind.



**Abb.2:** Methanproduktion für unterschiedliche Substratkombinationen

## Fachhochschule Köln - GECO

Mit moderner Ausstattung, anwendungsorientierten Lehrangeboten und zahlreichen Forschungs- und Industrieprojekten bietet das Gummersbach Environmental Computing Center am Institut für Automation & Industrial IT der Fachhochschule Köln ein umfassendes Leistungsangebot in Lehre und Forschung.

## PlanET Biogastechnik GmbH

Die PlanET Biogastechnik GmbH gehört zu den führenden Biogas-Anlagenbauern in Deutschland und Europa. Das Leistungsportfolio des Unternehmens umfasst alle Bereiche der Biogastechnologie, von der Konzeption, dem Anlagenbau bis hin zum Service und der biologischen Betreuung durch ein hauseigenes Labor. Weltweit hat die PlanET Biogastechnik bereits mehr als 140 Biogas-Kraftwerke in der Größenordnung von 40 kWel bis 10 MWel realisiert. Dabei zeichnen Effizienz, Innovationsgrad und Umsatzrendite jede PlanET Biogasanlage aus. Der erfolgreiche Einsatz der PlanET MSR-Technik soll im Rahmen des MOBIO-Projektes gezielt weiter entwickelt werden.

### Prof. Dr. Michael Bongards

Fachhochschule Köln, Campus Gummersbach  
Institut für Automation & Industrial IT  
Steinmüllerallee 1  
51643 Gummersbach (Germany)  
Tel.: ++49 2261 8196 6419  
Mail: michael.bongards@fh-koeln.de  
Internet: www.fh-koeln.de/ait  
www.gecoc.de

### Dr. Annette Sander

PlanET Biogastechnik GmbH

Up de Hacke 26  
48691 Vreden (Germany)  
Tel.: ++49 2564 3950 179  
Mail: a.sander@planet-biogas.com  
Internet: www.planet-biogas.de