

## **Biogas-Expert – ein fakultätsübergreifendes Projekt zur Untersuchung der Ertragspotentiale und des Stickstoffhaushaltes in ausgewählten Biogaserntefolgen**

A. Pacholski<sup>1</sup>, K. Dittert<sup>2</sup>, H. Andree<sup>3</sup>, E. Hartung<sup>3</sup>, A. Hermann<sup>4</sup>, H. Kage<sup>1</sup>, K. Sieling<sup>1</sup> und F. Taube<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Christian-Albrechts-Universität Kiel, Institut für Pflanzenbau und –züchtung, Acker- und Pflanzenbau, Hermann-Rodewald-Strasse 9, 24118 Kiel, Kontakt: pacholski@pflanzenbau.uni-kiel.de

<sup>2</sup>Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Abteilung Pflanzenernährung, Olshausenstraße 40-60, 24118 Kiel

<sup>3</sup>Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Max-Eyth-Strasse 6, 24118 Kiel

<sup>4</sup>Institut für Pflanzenbau und –züchtung, Grünland und Futterbau/ Ökologischer Landbau, Hermann-Rodewald-Strasse 9, 24118 Kiel

### **Einleitung und Problemstellung**

Wie in der gesamten Bundesrepublik besteht in Schleswig-Holstein seit Inkrafttreten des Erneuerbare Energien Gesetzes (EEG) ein verstärkter Trend zur Installation von Biogasanlagen. Waren im Jahr 2005 ca. 46 Biogasanlagen am Netz, wird für Ende 2007 eine Zunahme des Bestandes auf ca. 200 Anlagen prognostiziert. Der langfristig ökonomisch tragfähige Ausbau der Biogasproduktion in Schleswig-Holstein setzt eine bedarfsgerechte Bereitstellung geeigneter Substrate voraus. Im Sinne einer Kreislaufwirtschaft schließt dies die Abnahme und Verwertung der in der Fermentation anfallenden Gärreste ein. Das Umweltbundesamt steht dem großflächigen Anbau von Energiepflanzen nicht unkritisch gegenüber, da (i) hohe Biomasseerträge einen entsprechenden Input an Dünge- und Pflanzenschutzmitteln erfordern, welche bereits heute in Schleswig-Holstein kritisch zu betrachten sind, und (ii) die räumliche Allokation von Biogasanlagen zu regionalen „hot spots“ im Hinblick auf die Gärrestapplikation führen kann. Darüber hinaus entstehen bei der Lagerung und Ausbringung der Gärreste unerwünschte Treibhausgas-(Lachgas, Methan) und Ammoniakemissionen. Eine nachhaltige Optimierung der Biogasproduktion muss daher die Umweltauswirkungen über die gesamte Prozesskette berücksichtigen. Bisher ist das Wissen über die räumlichen Auswirkungen der Produktion und energetischen Nutzung von Biomasse gering. Die Abschätzung der ökologischen und raumwirksamen Konsequenzen dieser Entwicklung sowie möglicher damit verbundener Interessenskonflikte ist von zentraler Bedeutung, um energetische Biomassepfade ökologisch verträglich auszubauen. Zur Bewertung der verschiedenen Produktionssysteme zur Bereitstellung von Biogassubstraten und der Wirkung der Applikation von Biogassgärresten als Wirtschaftsdünger ist ein systemorientierter Ansatz, der die Effekte variiert Produktionstechnik auf die Stoffflüsse im gesamten System berücksichtigt, notwendig.

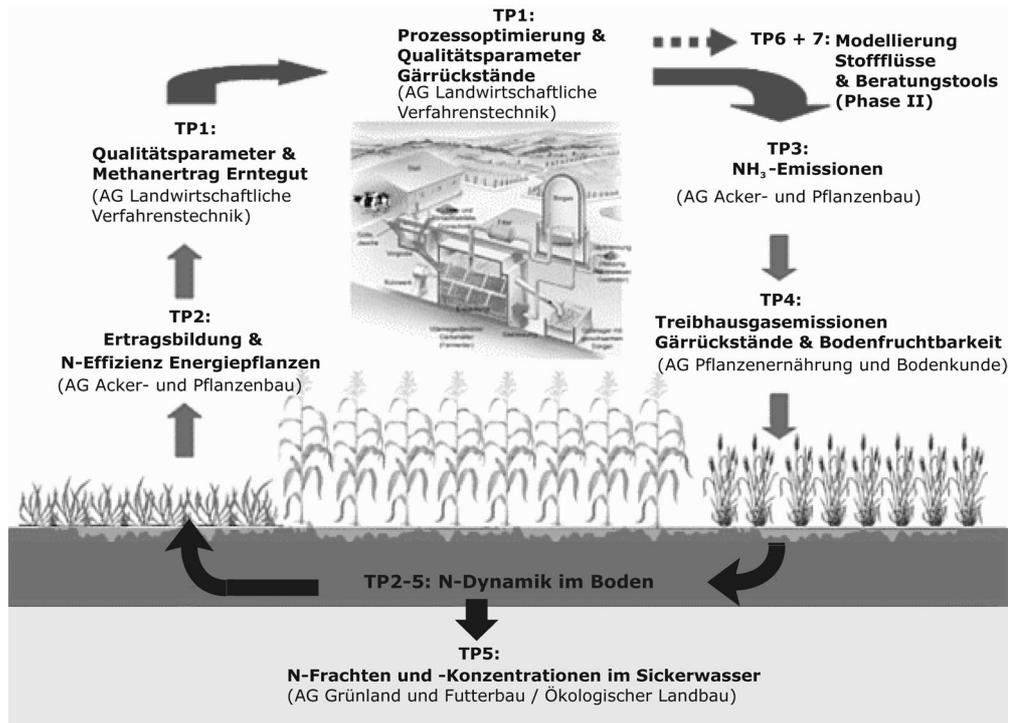


Abb. 1: Verknüpfung der Projekte im Verbundprojekt „BIOGAS-EXPERT“

## Material und Methoden

### Ziele des Verbundprojektes

Das Verbundprojekt „BIOGAS-EXPERT“ (BIOGAS-EXPERT 2007, Abb. 1) wurde im Rahmen des Kompetenzzentrums Biomassenutzung Schleswig-Holstein eingerichtet, um in zwei Projektphasen (bereits bewilligte Phase I: Teilprojekte 1-5, Phase II: TP 1-5 (Abschluss), TP 6 und 7) für zwei repräsentative Standorte Schleswig-Holsteins in der Geest (Versuchsgut Karkendamm) und im Hügelland (Versuchsgut Hohenschulen) einen systemorientierten Ansatz durch Erreichen folgender Teilziele zu etablieren:

#### Phase I (2006-2009)

- I. landschaftsraumbezogene, repräsentative Erfassung der Stoffflüsse (N,C) im System Boden-Pflanze-Fermenter,
- II. quantitative Ermittlung der Sensitivität produktionstechnischer Maßnahmen (Terminierung und Dosierung der Gärrestapplikation) auf die Ausprägung von Verlustpfaden (Ammoniakemission, Emission klimarelevanter Gase und N-Sickerwasseraustrag), sowie
- III. Erfassung der Wirkung der Gärrestapplikation auf die Ertragsbildung der Energiepflanzen, die Bodenfruchtbarkeit (Humus-C) und die Methanausbeute des Substrats in Abhängigkeit von definierten Prozessteuerungen im Fermenter, um daraus in der

*Phase II (2009-2011)*

- IV. bestehende Modellansätze zur Abbildung der Stoffflüsse und Verlustpfade im System Boden-Pflanze-Fermenter auf Betriebsebene mit den erhobenen Daten zu parametrisieren,
- V. diese Modellansätze zu verknüpfen und auf Basis repräsentativer Landschaftsräume (Hügelland, Geest) zu regionalisieren,
- VI. diese Paket als ein Beratungs-Tool zu implementieren, was der landwirtschaftlichen Praxis auf einzelbetrieblicher Ebene die Umsetzung einer guten fachlichen Praxis erlaubt und der Politik ein landschaftsraumbezogenes Planungsinstrument an die Hand gibt, welches Fehlallokationen von Biogasanlagen verhindert.

Grundlage der Arbeiten sind experimentelle Untersuchungen von ca. 2,5 Jahren Dauer (Teilprojekte 1-5). Die Teilprojekte 6 und 7 in Phase II widmen sich der zusammenfassenden Synthese der Teilergebnisse, wobei das abschließende Resultat ein biophysikalisches Prozessmodell für die Stoffflüsse im System Boden-Pflanze (TP6) bzw. ein mathematisches Modell zur Planung und Optimierung des Biogasprozesses (TP 7, Prozessmodell) sein wird.

***Umsetzung in der ersten Projektphase***

In der Projektphase I wurde begonnen, auf den zwei repräsentativen Standorten charakteristische Szenarien im Hinblick auf die Energiepflanzenproduktion abzubilden und in vernetzten Teilprojekten (TP 1- 5) die Stoffflüsse im Produktionssystem zu ermitteln

***Kurzbeschreibung der Teilprojekte***

Teilprojekt 1: Substratqualität/ Methanausbeute und Prozess-Steuerung im Fermenter (Gruppe Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik): Das Ziel des Teilprojektes (TP 1) ist die umfassende Beschreibung der Gaserträge und des Gärverhaltens unterschiedlicher Biogassubstrate durch a.) Ermittlung des maximalen Gasertrags im Batch-Ansatz, und b.) Ermittlung des technisch realisierbaren Gasertrags im kontinuierlichen Ansatz. Die Prozesscharakterisierung bildet die Basis eines Prognosemodells zur Prozessoptimierung (Phase II)

Teilprojekt 2: Ertragsbildung und N-Effizienz (Gruppe Acker- und Pflanzenbau gemeinsam mit Gruppe Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau): Das beantragte Teilprojekt hat zum Ziel, unterschiedliche Energiepflanzenanbausysteme im Hinblick auf Ihre Leistungsfähigkeit und die Verwertungsmöglichkeiten von Gärrückständen zu untersuchen. Auf den zwei Versuchsstandorten wurden im Herbst 2006 Feldversuche etabliert, in denen Maismonokulturen, Energiepflanzenrotationen und Grünlandbestände in unterschiedlichen Düngungsregimen untersucht werden.

TP 3: Ammoniakemission (Gruppe Acker- und Pflanzenbau): Auch nach Applikation von Gärresten im Feld ist von hohen N-Verlusten durch  $\text{NH}_3$ -Verflüchtigung auszugehen, da Gärreste hohe pH-Werte und hohe  $\text{NH}_4^+$ -Gehalte aufweisen. Zur Quantifizierung dieser  $\text{NH}_3$ -Emissionen wird die  $\text{NH}_3$ -Verflüchtigung mit einer mikrometeorologischen Methode, der Standard Comparison Methode und einer dynamischen Kammermethode gemessen. Neben begleitenden Prozessstudien werden auch Modellmodule zur dynamischen Berechnung der  $\text{NH}_3$ -Verflüchtigung mit Computersimulationsmodellen entwickelt.

TP 4: Treibhausgasemissionen und Bodenfruchtbarkeit (Gruppe Pflanzenernährung): Lachgas entsteht nach der Ausbringung von mineralischen und organischen Düngemitteln in Böden. Neben der Wirkung der Ausbringung von Gärresten auf die Lachgasemissionen ist auch ein Effekt auf die Methanflüsse aus bzw. in den Boden zu erwarten. Die Lachgas- und Methanflüsse werden ganzjährig in definierten Zeitfenstern mittels der Closed-Chamber-Methode erfasst. Durch die Abbildung der Prozesse im Simulationsmodell soll die Grundlage für ein effizientes und umweltschonendes Management der Gärrestdüngung bereitgestellt werden.

Teilprojekt 5: Auswirkung der Gärrestapplikation auf das N-Auswaschungspotential unterschiedlicher Fruchtfolgen (Gruppe Grünland und Futterbau/ Ökologischer Landbau): Ziel des Projektes ist die systematische Analyse und Bewertung des N-Auswaschungspotentials der ausgewählten Energiepflanzenproduktionssysteme in Abhängigkeit der N-Düngung und der Düngesubstrate. Seit November 2006 werden in den 2 Versuchsstandorten in wöchentlichen Abständen Sickerwasserbeprobungen durchgeführt und die Proben auf die Gehalte an  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  und  $\text{N}_{\text{org}}$  analysiert. Die erhobenen Daten dienen außerdem dazu, Module dynamischer Simulationsmodelle zur Quantifizierung des Bodenwasser- und N-Haushaltes anzupassen und weiter zu entwickeln.

Teilprojekt 6: Modellkopplung und Regionalisierung (GIS) (Gruppe Acker- und Pflanzenbau & Gruppe Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau): Ziel ist die Entwicklung und Anwendung eines gekoppelten Gesamtmodells für das System Fermenter-Boden-Pflanze. Das Modell soll der Quantifizierung der Ertragsleistungen von Energiefruchtfolgen auf unterschiedlichen Standorten, der N-Verluste ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ -,  $\text{NH}_3$ -Verluste) und N-Nutzungseffizienz, sowie der Humusbilanz dienen. Hiermit können Strategien entwickelt werden, die zu einer Minderung von potentiell negativen Umwelteffekten der Gärrestapplikation und des Energiepflanzenanbaus beitragen. Planungen der regionalen Allokation von Biogasanlagen können durch das Modellsystem unterstützt werden.

Teilprojekt 7: Entwicklung eines mathematischen Modells zur Planung und Optimierung des Biogasprozesses (Gruppe Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik): Es soll ein mathematisches Modell entwickelt werden, mit dem der anaerobe Gärprozess im Fermenter für eine große Auswahl von Substraten aus Energiepflanzen unter unterschiedlichen Umgebungsbedingungen simuliert werden kann. Die Prozessmodellierung erlaubt Vorhersagen über die möglichen Gasausbeuten einer zu projektierenden Anlage bei gegebenen Substraten, Anlagentechnik und Umgebungsbedingungen und ermöglicht außerdem eine optimierte Prozesssteuerung während des Betriebs einer Anlage. Somit können wechselnde Substratqualitäten ausgeglichen werden, um vermeidliche Störeinflüsse zu kompensieren.

## Literatur

BIOGAS-EXPERT, 2007, [www.biogas-expert.uni-kiel.de](http://www.biogas-expert.uni-kiel.de)