



# OptiMand - Optimierter Einsatz von Mühlennachprodukten zur bedarfsgerechten Bioenergieproduktion durch innovative Überwachungs-, Mess- und Regelungsmethoden

Mauky E. <sup>a</sup>, Winkler M. <sup>a</sup>, Kretschmar J. <sup>a</sup>, Pröter J. <sup>a</sup>, Hieber H. <sup>b</sup>, Stollberg B. <sup>c</sup>, Fritsch M. <sup>c</sup>

## Motivation

An eine zukunftsfähige Energiebereitstellung aus Biogas werden folgende Anforderungen gestellt: 1.) Die verstärkte Nutzung von geeigneten Reststoffen, 2.) die bedarfsgerechte Bereitstellung von Strom und Wärme. z.B. durch Flexibilisierung des Biogasprozesses sowie 3.) die Sicherung des wirtschaftlichen Betriebs der Biogasanlagen. Im Projekt „Optimand“ (FZK 100267250) werden diese Aspekte durch Nutzung von Getreideabfällen und Mühlennachprodukten innerhalb eines flexiblen Hochlastvergärungsprozesses miteinander verbunden.

## Methoden

Zur Bewertung der Flexibilisierung des Biogasprozesses unter Verwendung von Mühlennachprodukten wurden Laborversuche (10 L) durchgeführt. Weiterhin wurden vorhandene Prozessmodelle (ADM1) um Komponenten zur Bewertung des Einflusses von Schwefel auf die Biogaserzeugung erweitert. Auf Basis von Barrera et al. 2015<sup>1</sup> wurde das bestehende ADM1- Modell<sup>2</sup> folgendermaßen modifiziert:

**1. Neue Komponenten:** Sulfat ( $SO_4^{2-}$ ), Gelöster Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ), Propionat-Sulfat reduzierende Bakterien (pSRB), Acetat-Sulfat reduzierende Bakterien (aSRB), Hydrogenotrophe-Sulfat reduzierende Bakterien (hSRB), Hydrogensulfid ( $HS^-$ ), Gasförmiger Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ )

**2. Neue Prozesse:** Aufnahme von Propionat durch pSRB, Aufnahme von Acetat durch aSRB, Aufnahme von Wasserstoff durch hSRB, Absterben von pSRB, aSRB, hSRB, Neue Dissoziations- und Löslichkeitsgleichgewichte, Sulfid Säure-Base-Reaktion, Ausgasen Schwefelwasserstoff

Weiterhin wurden unter Zuhilfenahme von Prozessmodellen verschiedene Beschickungs- und Betriebsregime für Praxisanlagen evaluiert.

## Ergebnisse

- Flexible Gasproduktion mit hoher Dynamik ist möglich (Abb. 1)
- Flexible Fütterung von Mühlennachprodukten bis zu einer Raumbelastung von  $5,2 \text{ kg}_{\text{OTS}} \text{ m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  bei stabilem Prozess (Abb. 1)
- Modellbasierte Optimierung erlaubt Identifikation optimaler Beschickungs- und Betriebsregime bei Nutzung der untersuchten Reststoffe.
- Gasspeichereinsparungen von über 40 % sind möglich (Abb. 2), allerdings sinkt das Flexibilisierungspotenzial mit steigender Raumbelastung und steigendem Schrotanteil.

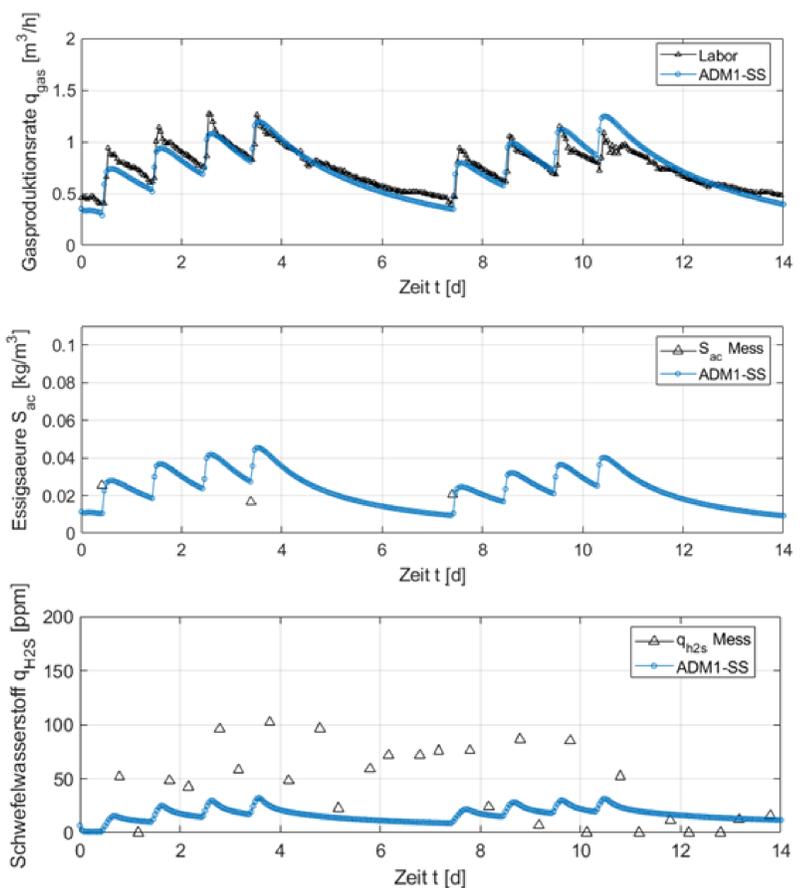


Abb. 1: Beispielhafter Verlauf der simulierten und gemessene Gasproduktionsrate, Essigsäure- und Schwefelwasserstoffkonzentration

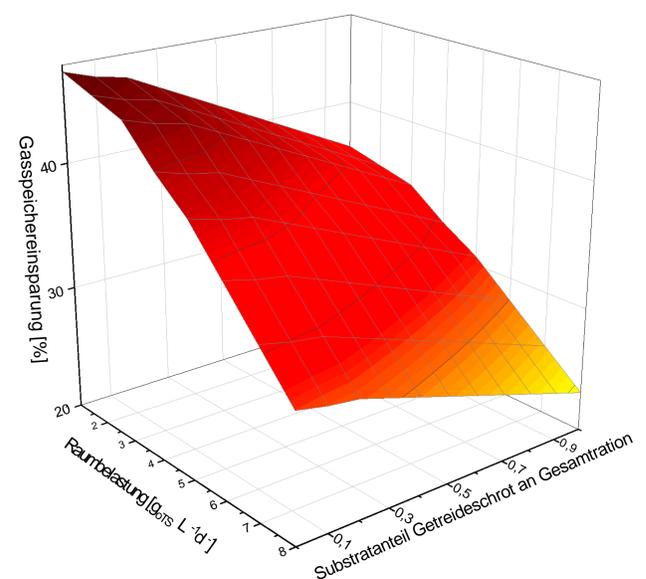


Abb. 2: Zusammenhang zwischen Gasspeichereinsparpotenzial und Raumbelastung sowie dem Substratanteil an Getreideschrot

<sup>1</sup> Batstone, Damien J.; Keller, J.; Angelidaki, Irini; Kalyuzhnyi, S. V.; Pavlostathis, S. G.; Rozzi, A. et al. (2002): The IWA anaerobic digestion model no 1 (ADM1). In: Water Science and Technology 45 (10), S. 65-73  
<sup>2</sup> Barrera, Ernesto L.; Spanjers, Henri; Solon, Kimberly; Amerlinck, Yuri; Nopens, Ingmar; Dewulf, Jo (2015): Modeling the anaerobic digestion of cane-molasses vinasse: extension of the Anaerobic Digestion Model No. 1 (ADM1) with sulfate reduction for a very high strength and sulfate rich wastewater. In: Water research 71, S. 42-54. DOI: 10.1016/j.watres.2014.12.026.