

PROJEKT OPTIGÄR – STOFFLICHE NUTZUNG VON HYDROLYSEPRODUKTEN AUS BIOGASANLAGEN

Sebastian Reinhardt, Detlef Rückert, Wolfgang Becker, Fabian Muhlke, Markus Cäsar

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, Joseph-von-Fraunhofer-Str. 7, 76327 Pfinztal, Germany, Kontakt: sebastian.reinhardt@ict.fraunhofer.de

HINTERGRUND

Bei der Nutzung nachwachsender Rohstoffen zu energetischen Zwecken, wie in einer Biogasanlage, fallen Wertstoffe wie z. B. niedere Säuren als Nebenprodukte an. Diese könnten isoliert und gewinnbringend veräußert werden. Im Rahmen des Verbundprojekts Optigär untersucht das Fraunhofer ICT die Abtrennung und Konzentrierung dieser wertvollen Säuren sowie analytische Methoden zur schnellen Bestimmung der Säurekonzentrationen.

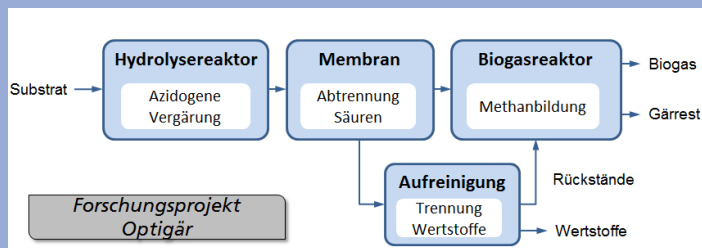
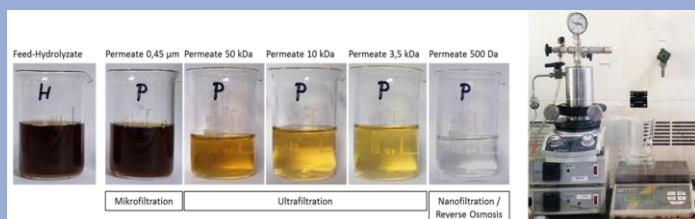


Abbildung 1: Konzept der Wertschöpfung in einer zweistufigen Biogasanlage

ARBEITEN

Entfernung von Schwebstoffen:

Biogashydrolysate zeichnen sich durch einen hohen Anteil von organischen Partikeln und Schwebstoffen aus. Diese sollen in der Vergärungsstufe bleiben.



ben, die Hydrolysate müssen für die Spektralanalytik jedoch klar sein. Geeignete Membranen für diese Aufreinigung wurden identifiziert und im 70L Maßstab umgesetzt.

Abbildung 2: Feed-Hydrolysat und Permeate der Schwebstoffentfernung

Aufkonzentrieren der Säuren:

Biogashydrolysate enthalten selbst bei optimierter Säurenproduktion zum größten Anteil Wasser. Eine Weiterverarbeitung wird ökonomisch erst sinnvoll, sobald die Säuren konzentriert werden können. Tests mit Hydrolysaten im Projekt zeigten, dass mittels Membran die Konzentration der gesamten Säuren von 0,7% auf 12,2 % durch Abtrennung von Wasser erzielt werden konnte.

Tabelle 1: Konzentrierung der Säuren mittels Umkehrosiose (LoQ $\hat{=}$ Limit of Quantification $\hat{=}$ Nachweisgrenze; DL $\hat{=}$ Detection Limit $\hat{=}$ Detektionsgrenze).

Probe	Essig-säure	Propion-säure	n-Butter-säure	n-Valerian-säure	Capron-säure	Milch-säure
Feed	1,59 g/L	1,47 g/L	0,74 g/L	1,15 g/L	1,27 g/L	0,77 g/L
Permeat	<LoQ	<LoQ	<DL	<DL	<DL	<DL
Konzentrat	30,00 g/L	30,34 g/L	14,22 g/L	18,25 g/L	11,99 g/L	17,53 g/L

Parallel zur Aufkonzentrierung mittels Membran wurde die Extraktion mit organischen Lösungsmitteln mit anschließender Rektifikation verfolgt. Die Lösungsmittel wurden entsprechend einem Kriterienkatalog (Toxizität, Wasserlöslichkeit, Preis, Siedepunkt) ausgewählt und fünf Extraktionen im 5 Liter Maßstab untersucht. In einem dreistufigen Mixer-Settler konnten mit Diethylether folgende Anteile aus den im ursprünglichen Hydrolysat enthaltenen Carbonsäuren extrahiert werden:

- $\geq 96,4\%$ Capronsäure
- $\geq 99,2\%$ Valeriansäure
- $\geq 91,8\%$ Buttersäure
- $\geq 65,4\%$ Propionsäure

Nach Rektifikation wurde ein hochkonzentriertes Säuregemisch mit 805 g/L gesamte Säuren erhalten (57,9 g/L Propionsäure, 114,1 g/L Buttersäure, 288,1 g/L Valeriansäure, 344,8 g/L Capronsäure).

Untersuchungen zur Trennung der Säuren untereinander zeigten, dass eine rektifikative Aufarbeitung aufgrund der nahe beieinander liegenden Siedepunkte und azeotroper Effekte nicht ökonomisch umgesetzt werden kann.

Online Spektralanalyse:

Um die im Biogasprozess entstehenden Säuren schnell vor Ort bestimmen zu können, wurden optische Messmethoden (IR, NIR und Raman) für die in-line Anwendung evaluiert. Die Infrarotspektroskopie mit abgeschwächter Totalreflexion (IR-ATR) wurde als geeignetste Methode ausgewählt. Mit Hilfe von Langzeitmessungen konnten zuverlässige Vorhersagemodelle ($r^2 > 0.94$) erstellt werden. Die Arbeiten zeigen, dass eine in-line Messung der Carbonsäuren möglich ist und für eine Automatisierung genutzt werden kann. Für den technischen Einsatz in kommerziellen Anlagen müssen jedoch neue Kalibrierspektren an den spezifischen Anlagen erstellt werden.

AUSBLICK

Im Rahmen des Projektes wurden Aufarbeitungsmethoden etabliert, die zur Nutzung der Carbonsäuren aus allen anaeroben Prozessen genutzt werden können. Die IR-ATR erweist sich als geeignet zur Bestimmung der Säuren. Eine Auftrennung der Säuren voneinander ist ökonomisch fragwürdig. Eine Umsetzung der Säuren zu den korrespondierenden Ethyl- oder Methylestern kann den Einsatz als Aromastoff ermöglichen (Geruchstoffe für Banane, Erdbeer, Ananas, Kiwi, Erdbeer, Apfel, Rum, u. v. m.). Eine biotechnologische Umwandlung in z. B. Omega-3-Fettsäuren ist ebenso denkbar.

Projektpartner:



Gefördert durch:

