

Aus der Professur Abfall- und Stoffstromwirtschaft
der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät

Thesen der Dissertation

Untersuchungen zur Bioverfügbarkeit von Mikronährstoffen für den Biogasprozess

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)
an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Rostock

vorgelegt von
M.Sc. Adam Feher aus Ruhstorf

Verteidigung am 20. April 2018

- 1) Anhand der Verteilung eines Elementes auf die Fraktionen nach sequentieller Extraktion können Aussagen zur Versorgung der am Biogasprozess beteiligten Mikroorganismen mit diesem Element unter Berücksichtigung der Bioverfügbarkeit dieses Elementes getroffen werden.

In der vorliegenden Arbeit wurde am Beispiel des Elementes Nickel gezeigt, dass Aussagen zur Versorgung der am Biogasprozess beteiligten Mikroorganismen mit diesem Element anhand der zu unterschiedlichen Zeitpunkten ermittelten Verteilung dieses Elementes auf die Fraktionen nach sequentieller Extraktion getroffen werden können. Ergebnisse von einer einzelnen sequenziellen Extraktion haben im Vergleich dazu eine beschränkte Aussagefähigkeit, obwohl auch damit eine bessere Beurteilung der Nährstoffversorgung möglich ist als mit einer Analyse des Gesamtelementgehaltes. Höhere Anteile A0 können auf das Vorhandensein von komplexierten Bestandteilen in der Lösung hinweisen, die von den Mikroorganismen nicht verwertet werden können.

- 2) Die während des Biogasprozesses stattfindende Veränderung der Verteilung eines Elementes auf die Fraktionen nach sequentieller Extraktion kann die mikrobielle Verwertung dieses Elementes abbilden. Dies ist unabhängig vom Vergärungsverfahren.

Eine Verschiebung von Nickel-Anteilen aus der Fraktion A0 in A1 wurde in den Batch-Untersuchungen nur bei den Verbindungen ermittelt, bei denen nach deren Zugabe zu an Nickel verarmten Gärmaterialien auch eine Beschleunigung der Gasproduktion ermittelt wurde. In halbkontinuierlichen Untersuchungen war dieselbe Verschiebung der Nickel-Anteile mit dem Abbau von organischen Säuren verbunden. Die Verschiebung von Nickel aus dem Anteil A0 in den Anteil A1 kann als Verwertung vom direkt verfügbaren Anteil des Nickels V_D hin zu dem in der Reaktion der Gasbildung umgesetzten Anteil des Nickels U_R interpretiert werden. Des Weiteren deuten die Ergebnisse, insbesondere die Abnahme des Nickel-Anteiles A3 während der Batch-Tests bei gleichzeitiger Zunahme des Anteils A1 für die Verbindungen mit höherer Verwertbarkeit, auf eine Verschiebung des Nickelanteils von einem indirekt verfügbaren Anteil V_I zu dem direkt verfügbaren Anteil V_D hin.

- 3) Anhand der in Supplementierungsversuchen mit Zugabe von Verbindungen eines Elementes aufgezeichneten Gasbildungskinetik lässt sich eine Rangfolge dieser Verbindungen nach deren mikrobieller Verwertbarkeit im Biogasprozess aufstellen.

Anhand der Gasbildungskurven wurden mittels der Gompertz-Funktion sowie einer modifizierten Form dieser Funktion Kenngrößen c und R_m ermittelt, die die Gasbildungsrate beschreiben. Außerdem wurden die Gasbildungsraten einer behandelten und einer nicht behandelten Variante ermittelt und miteinander verglichen. Die Gasbildungsrate Y_M der behandelten Variante zum Zeitpunkt der maximalen Differenz wurde ebenso als Bewertungskriterium einer Verbindung herangezogen. Auf Basis dieser Parameter wurden Relationen zwischen den Verbindungen aufgestellt, die zu einem gerichteten Graph zusammengefasst werden konnten. Aufgrund von fehlenden Relationen zwischen einigen Verbindungen konnte nur eine tendenzielle Rangfolge der Verbindungen aufgestellt werden.

- 4) Die Zielkonzentration eines Elementes ist eine von der Raumbelastung abhängige Größe.

Diese Abhängigkeit konnte durch die Darstellung einer die Prozessstabilität beschreibenden Kenngröße als Antwortvariable im Netz der Prädiktorvariablen Nickel-Konzentration und Raumbelastung ermittelt werden. Daraus konnte abgeleitet werden, dass die Einstellung einer Konzentration für Ni bei $4 \text{ mg Ni} \cdot (\text{kg TS})^{-1}$ für eine mittlere Raumbelastung zwischen 3 und $4 \text{ kg oTS} \cdot \text{mVA}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ ausreichend ist. Bei geringerer Raumbelastung kann ohne eine Beeinträchtigung des Prozesses die Zielkonzentration von Nickel reduziert werden. U. U. kann sogar auf einen zusätzlichen Einsatz von Nickel zu der mit den Substraten eingebrachten Mengen an Nickel vollständig verzichtet werden. Bei Raumbelastungen von über $5 \text{ kg oTS} \cdot \text{mVA}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ erhöht sich die Zielkonzentration von Nickel auf über $7 \text{ mg Ni} \cdot (\text{kg TS})^{-1}$.