

Mikrobiologische Biogasentschwefelung unter anoxischen Bedingungen mit Gärrest als Waschflüssigkeit

ALEJANDRA LENIS, KRISTOFFER OOMS

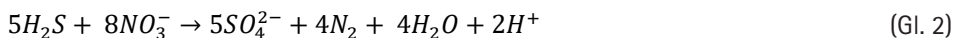
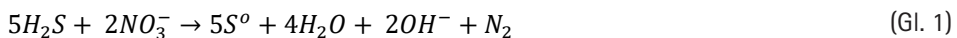
1 Einleitung

Aufgrund toxischer und korrosiver Eigenschaften muss Schwefelwasserstoff (H_2S) entfernt werden, bevor Biogas für die Wärme- und Stromerzeugung genutzt werden kann (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) 2014). Bei der anoxischen Entschwefelung in einem Biowäscher wird H_2S mikrobiologisch und ohne Luftsauerstoff aus dem Biogas entfernt. Da Nitrat (NO_3^-) anstelle von O_2 verwendet (Almenglo et al. 2023) wird, eignet sich dieses Verfahren am besten für die anschließende Aufbereitung des Biogases auf Biomethan. Gärrest wird als Waschflüssigkeit im Biowäscher verwendet und kann anschließend mit einem höheren Schwefel(S)-Anteil aufs Feld getragen werden.

2 Grundlagen und Experimentalplan

Im Gärrest enthaltenen Bakterien, wie *Thiobacillus denitrificans*, ermöglichen den Prozess. Die im Gärrest natürlich enthaltenen Nährstoffe garantieren ein optimales Medium für das Wachstum der Bakterien und die vollständige Entschwefelung des Biogases. Eine Pilotanlage wurde zur Effizienzanalyse des Verfahrens betrieben (Tab. 1), um den Einfluss von unterschiedlichen Nitratsalzen, pH-Werten und H_2S -Konzentrationen auf die Prozesseffizienz zu analysieren.

Die anoxische Entschwefelung wird durch die folgenden Gleichungen beschrieben (Dumont 2015):



Tab. 1: Versuchsplan

Zeit d	KNO ₃ g	Ca(NO ₃) ₂ g	EBRT min	TLV m/h	H ₂ S _{ein} ppm	pH	N/S-ratio
1–23	700–1.000		9±0,6	4,5±0,4	4.557±1,278	6,9±0,6	0,9±0,4
24–30	862–1.000		8,3±1,6	4,3±0,1	1.985±1,001	7±0,2	1,9±1
31–44		500	8,8±0,01	4,3±0,1	1.742±158	7,7±0,1	1,8±0,5
45–68	1.000		8,8±0,01	4,4±0,1	3.610±953	7,8±0,1	1,1±0,3

EBRT = Empty Bed Residence Time des Gases, TLV = Tricking Liquid Velocity des Gärrests, N/S-ratio = molares Verhältnis zwischen N-NO₃ und S-H₂S im System

3 Ergebnisse und Fazit

Die Abhängigkeit der Eliminationsleistung (RE) des Prozesses vom pH-Wert sowie von zwei verschiedenen Nitratquellen kann Abbildung 1 entnommen werden. Im Mittel lag die RE bei 94,1%, bei einer mittleren H₂S-Konzentration von 3.346 ppm.

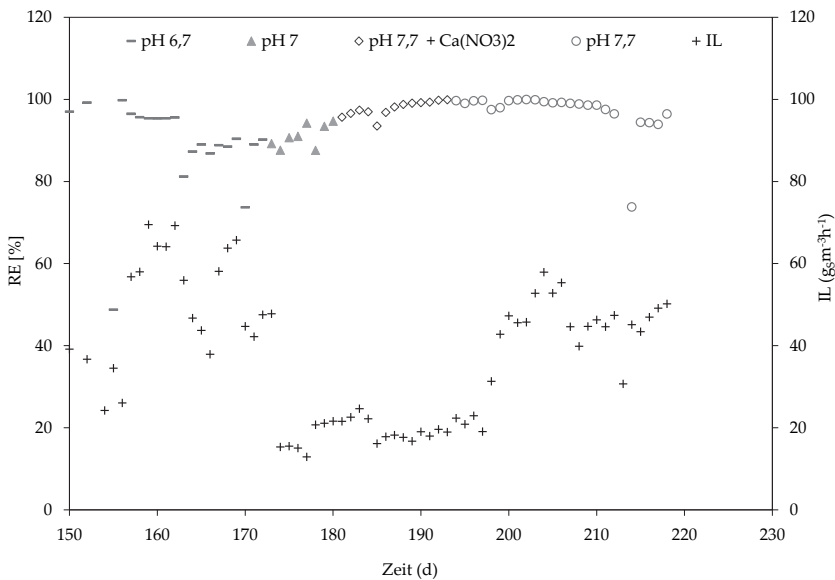


Abb. 1: Darstellung der Eliminationsleistung (© Lenis)

Diese Ergebnisse belegen die Effizienz des Verfahrens und seine Einsetzbarkeit auch in Umgebungen mit starken H₂S-Schwankungen. Über den Zeitraum der Versuchsphase wurde eine Erhöhung der S-Konzentration im Gärrest von über 4.200% beobachtet. Schwefel kam sowohl gelöst als Sulfat (SO₄²⁻) als auch in elementarer Form im Gärrest vor. Die Anreicherung dieser beiden Komponenten hat eine positive Wirkung auf die Düngereigenschaften des

Gärrestes. Das anoxische Entschwefelungsverfahren eignet sich aus diesen Gründen, sowohl als Entschwefelungsverfahren (insbesondere vor der Biomethanaufbereitung) als auch für die Gärrestveredelung und trägt somit maßgeblich zu einer nachhaltigen und zirkulären Energie- und Landwirtschaft bei.

Literatur

- Almenglo, F.; González-Cortés, J. J.; Ramírez, M.; Cantero, D. (2023): Recent advances in biological technologies for anoxic biogas desulfurization. *Chemosphere* 321, p. 138084.
DOI: 10.1016/j.chemosphere.2023.138084
- Dumont, E. (2015): H₂S removal from biogas using bioreactors: a review. *International Journal of energy and environment* 6(5), pp. 479–498
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (2014): Leitfaden Biogasaufbereitung und -einspeisung. Hg. v. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow, Institut für Energetik und Umwelt, DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH