

## Optimierung der Biogasproduktion mit einem Edge-Computing basierten KI-System

SAMUEL NYARKO, LUKAS BUNTKIEL, SEBASTIAN REINECKE, JAN SCHÄFER, MARTIN BUCHHOLZ, UWE HAMPEL

### 1 Einleitung

Eine gleichmäßige und homogene Vermischung des Biosubstrats in einem Fermenter zu gewährleisten, ist allgemein mit hohen Energiekosten verbunden und ist deshalb eine große Herausforderung für Betreiber. Eine schlechte Vermischung kann die Effizienz von Biogasanlagen erheblich beeinträchtigen (Singh et al. 2019).

Derzeit wird die Mischgüte anhand von Beobachtungen der Substratoberfläche abgeschätzt und darauf basierend das Rührerverhalten optimiert. Dieser manuelle Ansatz ist jedoch arbeitsintensiv und vom jeweiligen subjektiven Blick des Betreibers abhängig, der zu einem suboptimalen Prozess führen kann. An dieser Stelle setzt das Projekt Edge-Power (FKZ 16ME0573) an: Über eine Analyse der Substratoberfläche mittels Kamera und einer anlagennahen Datenverarbeitung (Edge Computing) mittels KI-Algorithmen soll die Mischgüte bestimmt und dem Betreiber ein Vorschlag zur Rührwerkssteuerung gemacht werden. KI-Algorithmen zeigen ein großes Potenzial, die Effizienz und Wirtschaftlichkeit der Biogasproduktion zu verbessern (Andrade Cruz et al. 2022, Deng et al. 2020).

### 2 Konzept zur Substratoberflächenanalyse

Das Konzept sieht Kameras an den Bullaugen des Biogasfermenters vor, aus denen Daten von einem Edge-Computing-Modul mittels Algorithmen der künstlichen Intelligenz, z. B. Fließrichtung, Fließgeschwindigkeit und Gasblasengröße, ermittelt werden. Des Weiteren werden Umwelt-, Sensor- und Anlagendaten über das System gesammelt und mit der Substratoberflächenanalyse zusammengeführt. Die Ergebnisse werden anschließend an den Operator weitergeleitet. Dies schließt eine Schätzung der biochemischen Prozessparameter ein. Das gesamte Konzept ist in Abbildung 1 dargestellt.

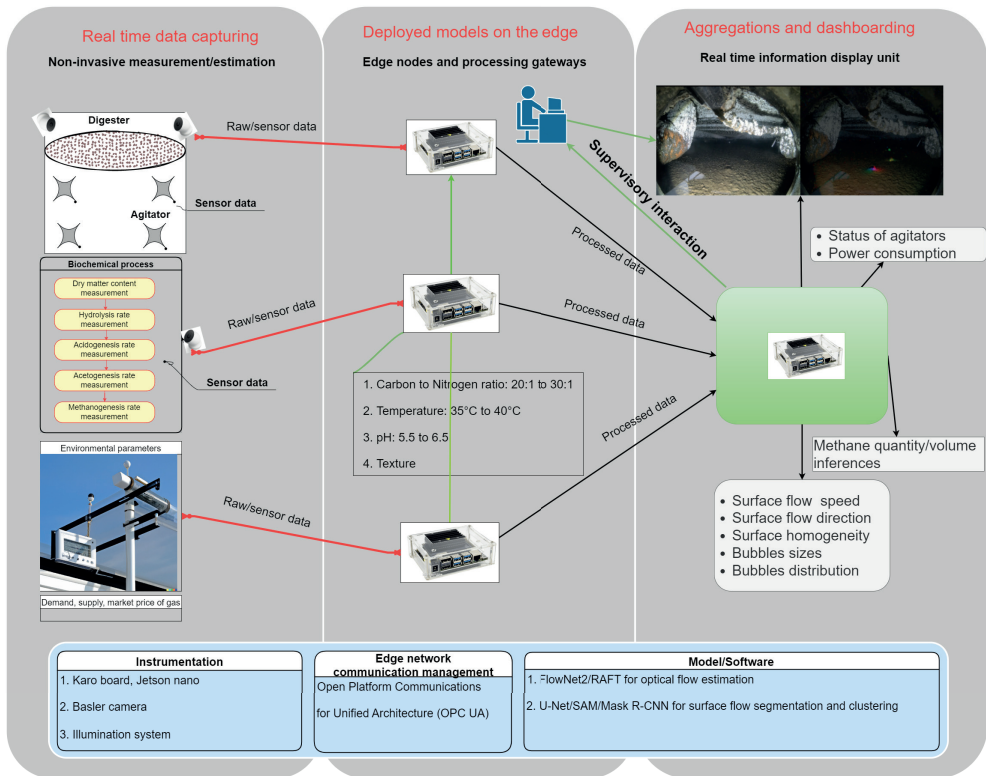


Abb. 1: Analyse der Substratoberfläche und Inferenz im Edge-Computing-Framework (© Nyarko)

Kernpunkte des Konzepts sind:

- **Erhöhte Sicherheit:** Unregelmäßigkeiten auf der Substratoberfläche können frühzeitig erkannt werden, wodurch das Risiko von Unfällen oder Prozessausfällen minimiert wird.
- **Vorausschauende Instandhaltung:** Muster in den Daten können vorhersagen, wann Wartungsarbeiten erforderlich sind und somit lange Ausfallzeiten von Geräten verhindern.
- **Kostenreduktion:** Durch die Optimierung des Mischprozesses durch Echtzeit-Anpassungen kann der für das Mischen benötigte Energieaufwand reduziert werden, was zu erheblichen Kosteneinsparungen führt.
- **Verbesserte Nachhaltigkeit:** Die Reduzierung des Energieverbrauchs senkt nicht nur die Kosten, sondern minimiert auch den ökologischen Fußabdruck des Biogasproduktionsprozesses.
- **Echtzeitdatenverarbeitung:** Edge Computing ermöglicht die Verarbeitung von Daten an der Quelle, was den Installationsaufwand reduziert und dem Operator Echtzeitanalysen bereitstellt, ohne dass dieser an der Anlage sein muss.

Die Integration von Edge Computing und künstlicher Intelligenz in der Biogasproduktion bietet eine vielversprechende Lösung, um in Biogasfermentern eine konsistente und homogene Oberflächenmischung zu erreichen.

### 3 Ergebnisse

Ein erster Satz von Kamerabildern aus einem Biogasfermenter wurde analysiert. Abbildung 2 zeigt ein ausgewähltes Originalbild und den analysierten optischen Fluss der Substratoberfläche.

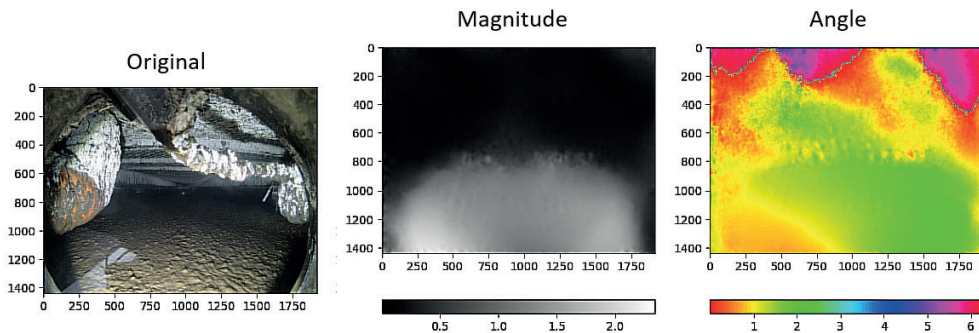


Abb. 2: Erste Ergebnisse der Fermenter-Oberflächenflussverfolgung: Originalbild (links), Betrag der Fließgeschwindigkeit (Mitte) und Fließrichtung (rechts) (© Nyarko)

### Literatur

- Andrade Cruz, I.; Chuenchart, W.; Long, F.; Surendra, K. C.; Renata Santos Andrade, L.; Bilal, M.; Liu, H.; Tavares Figueiredo, R.; Khanal, S. K.; Fernando Romanholo Ferreira, L. (2022): Application of machine learning in anaerobic digestion: Perspectives and challenges. *Bioresource Technology* 345, 126433, <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2021.126433>
- Deng, S.; Zhao, H.; Fang, W.; Yin, J.; Dustdar, S.; Zomaya, A. Y. (2020): Edge Intelligence: The Confluence of Edge Computing and Artificial Intelligence. *IEEE Internet of Things Journal* 7(8), pp. 7457–7469, <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.2984887>
- Singh, B.; Szamosi, Z.; Siménfalvi, Z. (2019): State of the art on mixing in an anaerobic digester: A review. *Renewable Energy* 141, pp. 922–936, <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2019.04.072>

### Förderhinweis

Diese Arbeit wird teilweise durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung unter der Referenznummer 16ME0573 gefördert.