

Analysemethoden zur Charakterisierung von Rühr- und Mischprozessen in Biogasanlagen

SVEN ANNAS, LUKAS WEBER, MICHAEL ELFERING, GEORG MESSING, EUGEN SCHMUNK,
HANS-ARNO JANTZEN

1 Einleitung

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. geförderten Forschungsvorhabens innoFlex (FKZ: 22042018) wird unter anderem die Effizienzsteigerung von Biogasanlagen vor dem Hintergrund der Rührwerksregelung und -steuerung untersucht. Die Strömungsgeschwindigkeit innerhalb der Anlage stellt die Grundlage der Regelung dar. Ihre Bestimmung ist in realen Anlagen aufgrund der schlechten Zugänglichkeit sowie der hohen Feststoffgehalte des Gärsubstrats schwierig. Vor diesem Hintergrund werden Messverfahren für die optische Bestimmung der Oberflächenströmung sowie die Bestimmung von lokalen Geschwindigkeiten mithilfe von Wärmeübergangssensoren entwickelt und untersucht.

2 Messverfahren

Die Bestimmung der **Oberflächengeschwindigkeit** basiert auf der Particle-Image-Velocimetry (PIV). Dafür werden beim Zweibildverfahren zeitlich versetzte Aufnahmen einer Kamera verglichen. Mithilfe der Kreuzkorrelationsfunktion lässt sich bestimmen, wie sich die Oberfläche an verschiedenen Stellen zwischen den beiden Aufnahmen bewegt hat.

Das Messprinzip der **Wärmeübergangssensoren (WÜS)** basiert auf der thermischen Anemometrie. Ein Sensor (Abb. 1) wird durch eine elektrische Schaltung auf einer konstanten Über-temperatur zur Umgebung gehalten. Bei der Umströmung des Sensors im Fermenter kommt es zu einer Abkühlung. Die für die Aufrechterhaltung des Temperaturunterschieds notwendige Energie liefert den direkten Rückschluss auf die Strömungsgeschwindigkeit.

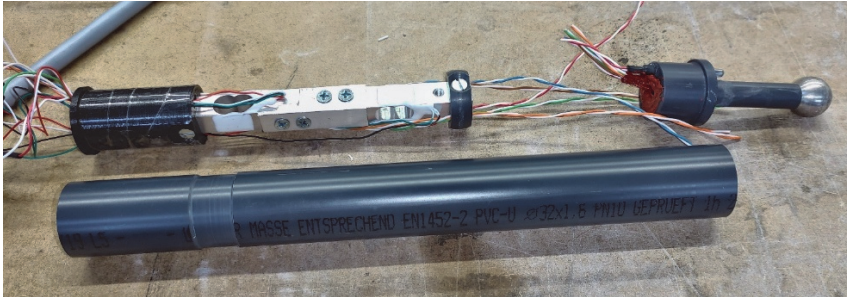


Abb. 1: Wärmeübergangssensor inklusive Wägezellen zur Bestimmung der Strömungsrichtung (© Annas)

3 Einsatz der Messverfahren

Die vorgestellten Messverfahren wurden nach der Entwicklung unter Laborbedingungen an einer realen Anlage erprobt (Abb. 2). Hierbei zeigt sich die grundsätzliche Eignung der Verfahren.

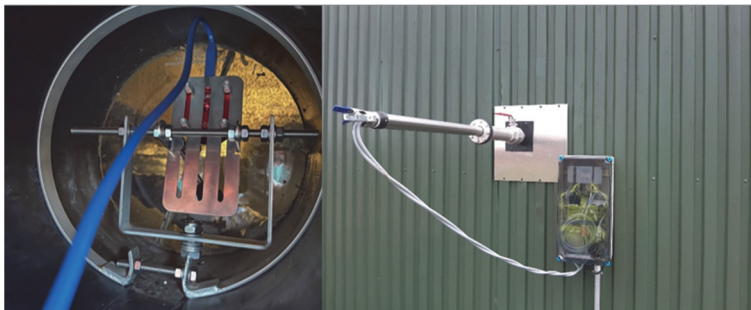


Abb. 2: Integration der beiden Messsysteme in einer Biogasanlage: Halterung mit Kamera in einem Guckloch (links), WÜS-Lanze mit SPS-Schnittstelle (rechts) (© Annas)

Abbildung 3 verdeutlicht die entsprechenden Auswertungen. Mithilfe der PIV (Abb. 3 links) können flächige Geschwindigkeitsinformationen ermittelt werden, welche – als Mittelwert und Standardabweichung ausgewertet – Informationen über lokale Strömungsgradienten liefern. Die Auswertungen des WÜS-Sensors zeigen die entsprechenden Schwankungen auf Basis der Einschaltzeiten von Rührwerken.

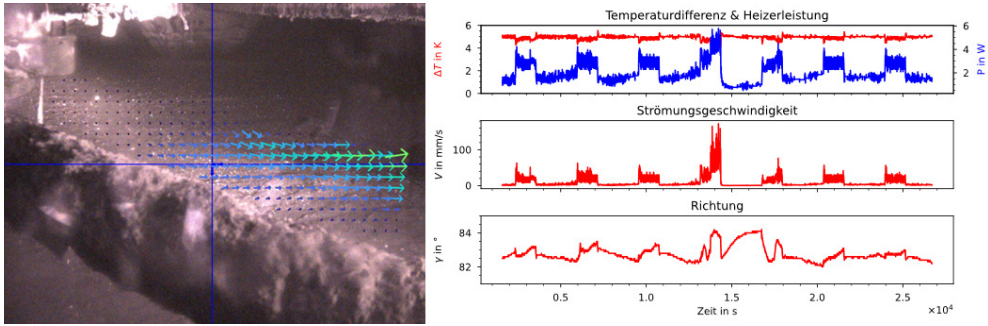


Abb. 3: Ermittelte Messdaten der beiden Messverfahren an einer Biogasanlage: Oberflächengeschwindigkeit mittels PIV (links), Strömungsrichtung und -betrag im Inneren mittels WÜS (© Annas)

Mithilfe integrierter digitaler Schnittstellen können die entsprechenden Geschwindigkeitsinformationen direkt in der entsprechenden SPS verarbeitet und zur Regelung von Anlagen genutzt werden. Hierbei haben sich beide Systeme als robuste Messwerkzeuge erwiesen.