

Ein „Wireless Sensor Network“ zur Prozesscharakterisierung in Biogasfermentern

LUKAS BUNTKIEL, CHRISTOPH BUDELMANN, ANDREAS HELLER, SVEN ANNAS,
SEBASTIAN REINECKE, UWE HAMPEL

1 Einleitung

Um Biogasfermenter effizient zu betreiben, sind Kenntnisse über die Durchmischung und die Strömungsvorgänge zwingend erforderlich. So können Optimierungspotenziale bezogen auf die Vermischung, aber auch auf die Biogasausbeute und Energieeinsparung identifiziert werden. Aufgrund der Beschaffenheit der Fermenter (große Abmessungen, Stahlbeton) und des Biosubstrats (nicht opakes Fluid) gibt es derzeit kein Messsystem, um Strömungen und räumlich verteilte Prozessparameter zu vermessen.

An dieser Stelle setzt das im Projekt „NeoBio“ (FKZ 22032618) entwickelte Konzept eines Wireless Sensor Network (WSN) bestehend aus instrumentierten, strömungsfolgenden Sensorpartikeln mit einer drahtlosen Ankopplung an feste Ankerknoten an, das im Folgenden vorgestellt wird.

2 Konzept

Das WSN basiert auf dem von Reinecke und Hampel (2021) entwickelten Konzept strömungsfolgender Sensorpartikel und der Lokalisierung der Sensorknoten mittels Ultrabreitbandtechnologie (UWB), die von der FH Münster in einem Vorgängerprojekt ebenfalls für Anwendungen in Biogasfermentern entwickelt wurde. Die Ortungstechnik wird im NeoBio-Projekt erweitert und mit den strömungsfolgenden Sensorpartikeln kombiniert (Abb.1). Ziel der aktuellen Arbeiten ist es, eine Bewegungsverfolgung im getauchten Zustand auf Basis von Inertialsensorik und des Drucksensors zu entwickeln. An der Fluidoberfläche wird zusätzlich eine Lokalisierung über das UWB-Modul durchgeführt. Über die Bewegungsverfolgung lassen sich dann sowohl räumlich verteilte Prozessparameter messen als auch Eigenschaften der Strömungen im Behälter, wie z.B. Verweilzeiten, Zirkulationszeiten und Totzonen, ableiten. Eine Tarier- und Auftriebseinheit auf Basis einer ausfahrbaren Membran passt die Dichte des Sensorpartikels der Dichte des Fluids an und kann den Sensorpartikel gezielt Auf- und Abtauchen lassen. Der Sensorpartikel ist kugelförmig mit einem Außendurchmesser von 90 mm. Der grundsätzliche Ablauf einer Messung ist in Abbildung 2 dargestellt.

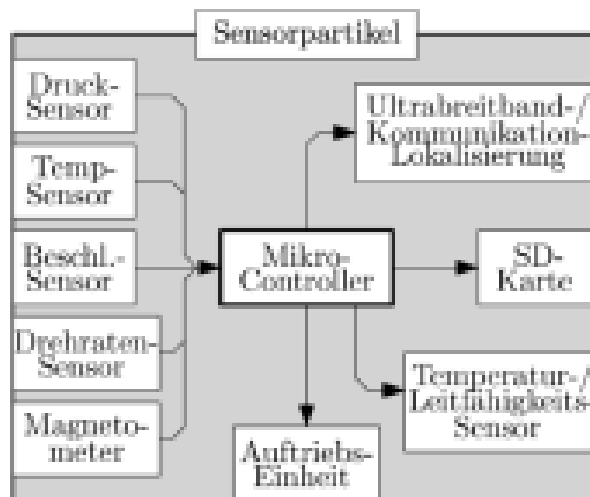


Abb. 1: Komponenten des Sensorpartikels (© Buntkiel)

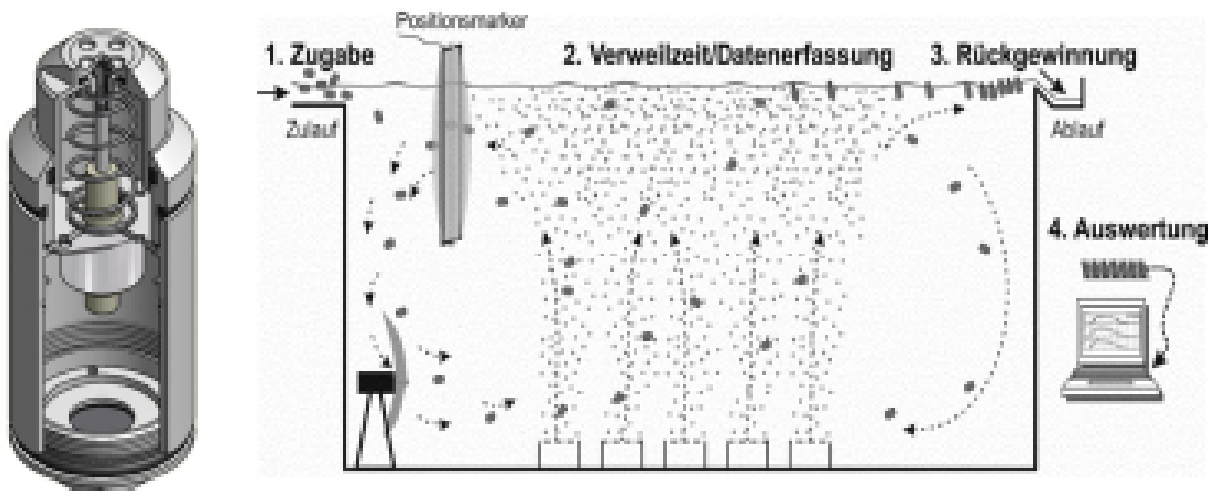


Abb. 2: Sensorpartikel aus Reinecke et al. und Einsatzschema des WSN (© Reinecke)

3 Fazit

Erste Untersuchungen zur Bewegungsverfolgung zeigen, dass es möglich ist, permanent Orientierung und Beschleunigung des Sensorpartikels in Bezug auf den Prozessbehälter mithilfe eines linearisierten Kalmanfilters zu bestimmen (Buntkiel, Reinecke und Hampel 2021). Zusammen mit bereits bekannten Methoden zur Strömungsanalyse mit Sensorpartikeln verspricht das Konzept ein breites Anwendungspotenzial.

Literatur

- Annas, S.; Scholz, J.; Glösekötter, P.; Jantzen, H.-A.; Wetter, C. (2019): Vorhabensbezeichnung: IngenieurNachwuchs2014: Ein neues Entwicklungswerkzeug für die Optimierung von Rührsystemen in Biogas-Fermentern unter Einsatz der Wireless Sensor Networks(WSN)-Technik in Kombination mit CFD : Schlussbericht : Berichtszeitraum: 01.11.2014 bis 31.12.2018. Fachhochschule Münster
- Buntkiel, L.; Reinecke, S.; Hampel, U. (2021): B6.3 Towards Standalone Attitude Estimation for Instrumented Flow Followers. In: SMSI 2021 Sensors and Instrumentation, pp. 141–142, doi: 10.5162/SMSI2021/B6.3
- Reinecke, S. F.; Hampel, U. (2016): Instrumented flow-following sensor particles with magnetic position detection and buoyancy control. J. Sens. Syst. 5, pp. 213–220, <https://doi.org/10.5194/jsss-5-213-2016>

Förderhinweis

Gefördert durch: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft auf Grund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages (FKZ 22032618).

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

