

# Ein „Wireless Sensor Network“ zur Prozesscharakterisierung in Biogasfermentern

Lukas Buntkiel<sup>1</sup>, Christoph Budelmann<sup>2</sup>, Andreas Heller<sup>3</sup>, Sven Annas<sup>3</sup>, Sebastian Reinecke<sup>1</sup>, Uwe Hampel<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Helmholtz-Zentrum Dresden Rossendorf e.V., <sup>2</sup>Budelmann Elektronik GmbH, <sup>3</sup>FH Münster, <sup>4</sup>Technische Universität Dresden

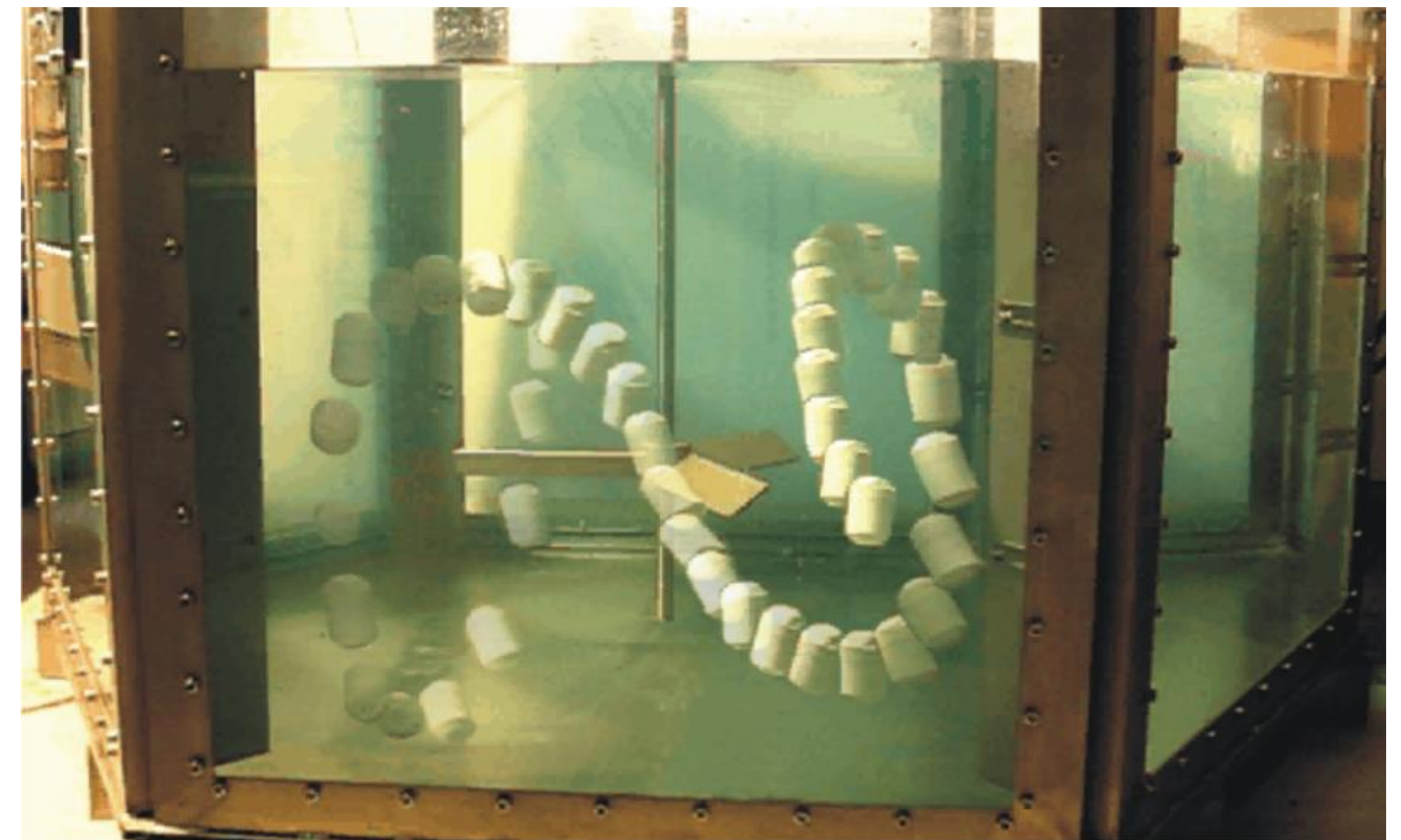
## Zielsetzung und methodischer Ansatz

### Herausforderungen

- Identifikation von Entmischungs- und Totzonen
- Überwachung und Optimierung des Rührvorgangs
- Reduktion des derzeit hohen Totzonenanteils von über 40 %

### Ansatz zur Prozesscharakterisierung

- Einsatz autonomer Messtechnik für hochaufgelöste Online-Datenerfassung ohne Störung des Anlagenbetriebs
- Zustandsprognose durch zuverlässige Strömungssimulation mit validierten Teilmodellen für Turbulenz, Rheologie und Oberflächenströmung

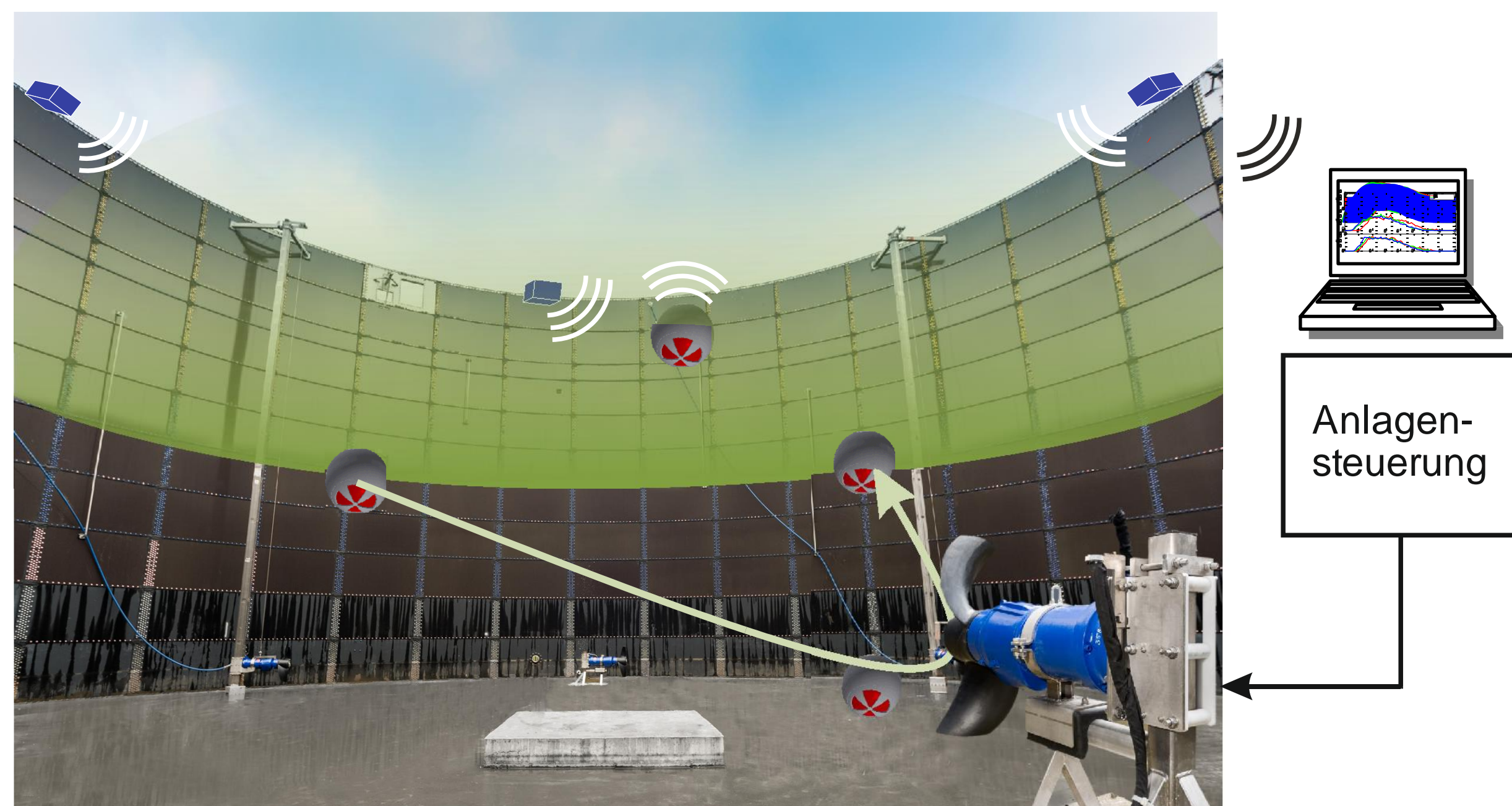


Einsatz von Sensorpartikeln an einem Rührbehälter

## Sensornetzwerk

### Autonomes Messsystem

- **Tauchfahrt:** frei bewegliche Sensorpartikel im Fermenter und Erfassung der Messsignale mit angepasster Abtastrate
- **Zustandserkennung:** Auftriebsmanöver bei Totzone, kritischem Daten- oder Energiespeicher
- **Auftauchen:** Funklokalisierung und Datenübertragung zur Basisstation über externe Ankerknoten und abtauchen



Schema der Anwendung in einem gerührten Biogasfermenter



Sensorpartikel mit Auftriebseinheit

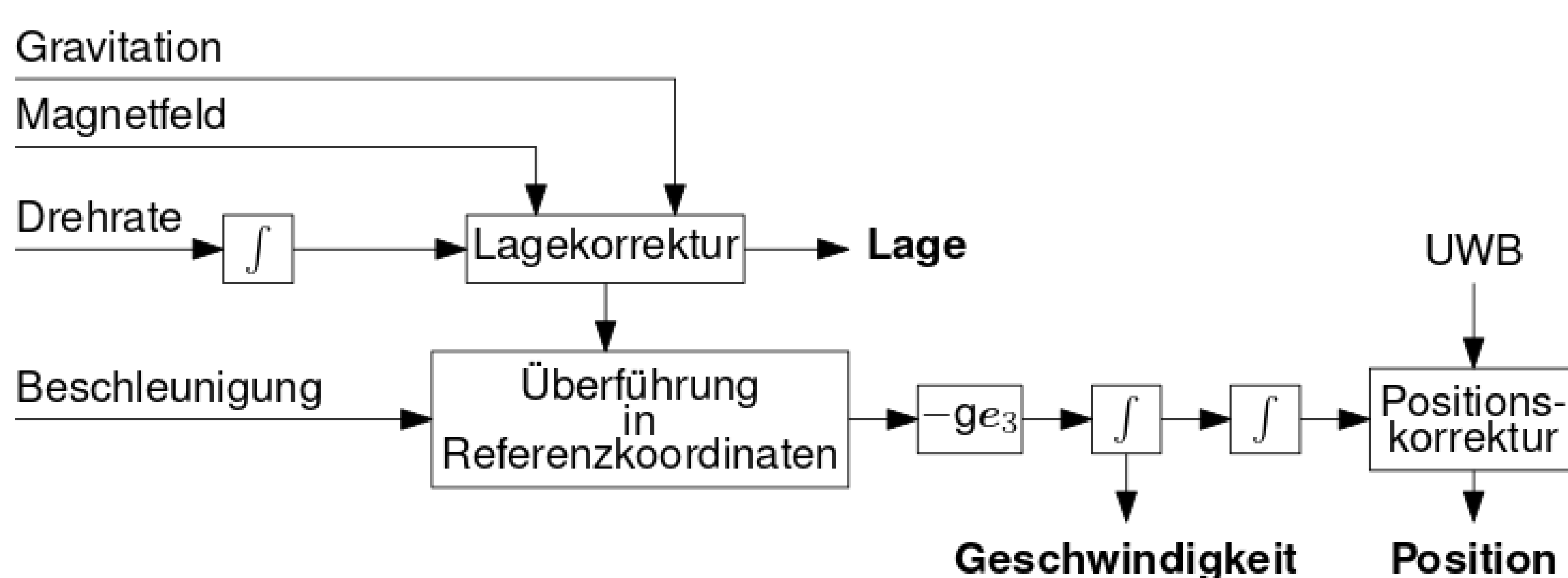
### Instrumentierte Sensorpartikel

- Gehäusekapsel für schlupffreie Strömungsverfolgung
- Manövrierung mittels Auftriebsregelung
- Integrierte Leitfähigkeitsmessung
- Bewegungserfassung mittels Inertialsensorik
- Oberflächenposition mittels Funk-Laufzeitmessung
- Datenübertragung mittels Ultrabreitband-Funktechnologie

## Sensorfusion zur Prozesscharakterisierung

### Rekonstruktion der Strömungsbewegung

- Charakterisierung von Sensorunsicherheiten
- Fusionierung der Inertial- und Laufzeitmessung
- Ermittlung der Trajektorie



Prinzip des Fusionsalgorithmus zur Rekonstruktion der Bewegung des Sensorpartikels



Validierung der Sensorfusion am Drehtisch im Labor

### Strömungscharakterisierung

- statistische Strömungsanalyse
- Ermittlung von Totzonen
- Abschätzung von Mischzeiten

### Ausblick

- Validierung im Labormaßstab
- Test im Industriefermenter
- Plausibilitätsprüfung mit CFD-Simulation