

Analysemethoden zur Charakterisierung von Rühr- und Mischprozessen in Biogasanlagen

S. ANNAS, L. WEBER, M. ELFERING, G. MESSING, E. SCHMUNK, H.-A. JANTZEN

Motivation

Für eine hohe Ausbeute an Methangas und einen energieeffizienten Betrieb von Biogasanlagen ist eine homogene und bedarfsorientierte Durchmischung notwendig. Eine Charakterisierung des Mischprozesses wird allerdings durch die schlechte Zugänglichkeit erschwert. Eine zielführende Regelung ist somit bisher nur eingeschränkt möglich.

Zielsetzung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens innoFlex (FKZ: 22042018) wurden zwei Messverfahren zur Charakterisierung der Strömungsgeschwindigkeit in Biogasanlagen entwickelt. Hierdurch ist es möglich, den Rührprozess bedarfsorientiert zu regeln und einen energieeffizienten Betrieb zu ermöglichen.

Messverfahren

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

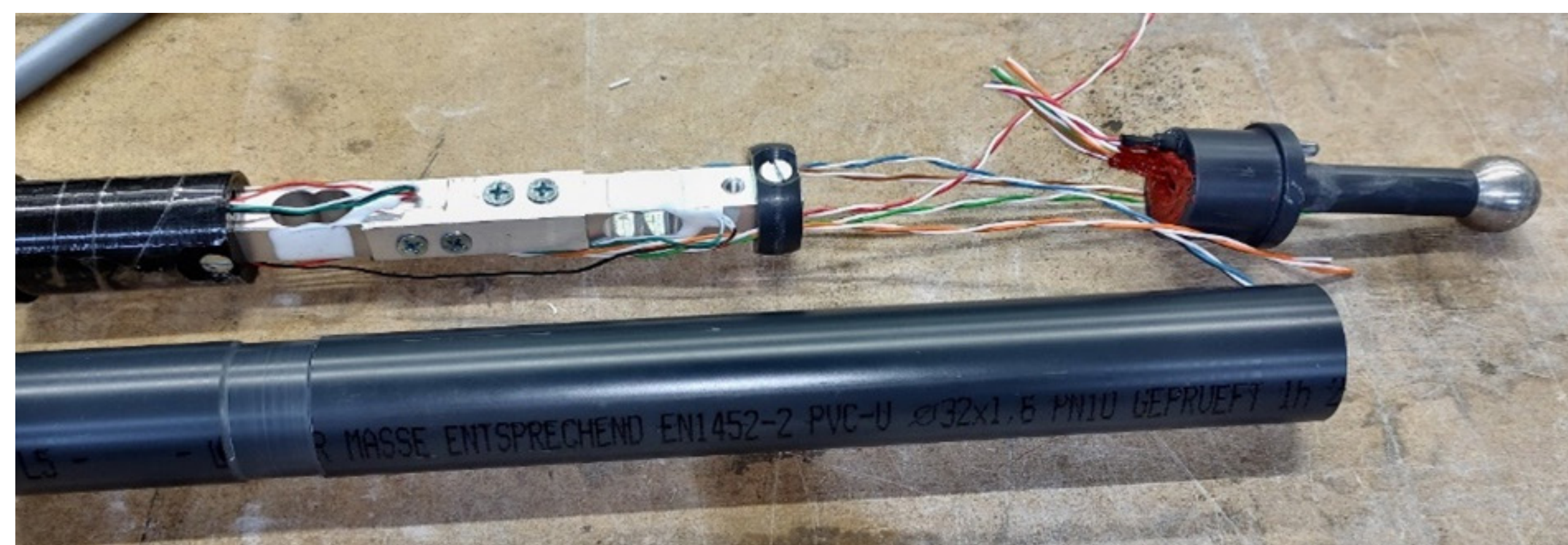


Abb. 1: Wärmeübergangssensor inkl. Wägezellen zur Bestimmung der Strömungsrichtung

Das Messprinzip der Wärmeübergangssensoren (WÜS) basiert auf der thermischen Anemometrie. Ein Sensor (Abb. 1) wird durch eine elektrische Schaltung auf einer konstanten Übertemperatur 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. Des Weiteren wurde mit Hilfe von Wägezellen eine Detektion der Strömungsrichtung implementiert.

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. Die in Abb. 3 und 4 dargestellten Auswertungen verdeutlichen dies.

Mit Hilfe der PIV (Abb. 3) können flächige Geschwindigkeitsinformationen ermittelt werden, welche als Mittelwert und Standardabweichung ausgewertet, Informationen über lokale Strömungsgradienten liefern.



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

Die Auswertung des WÜS-Sensors (Abb. 4) zeigt die entsprechenden Schwankungen auf Basis der Einschaltzeiten von Rührwerken. Damit einhergehend ergibt sich ebenfalls eine geänderte Strömungsausrichtung im Fermenter. Mit Hilfe integrierter digitaler Schnittstellen können die entsprechenden Geschwindigkeitsinformationen direkt in der entsprechenden SPS verarbeitet und zur Regelung der Anlagen genutzt werden. Hierbei haben sich beide Systeme als robuste Messwerkzeuge erwiesen.

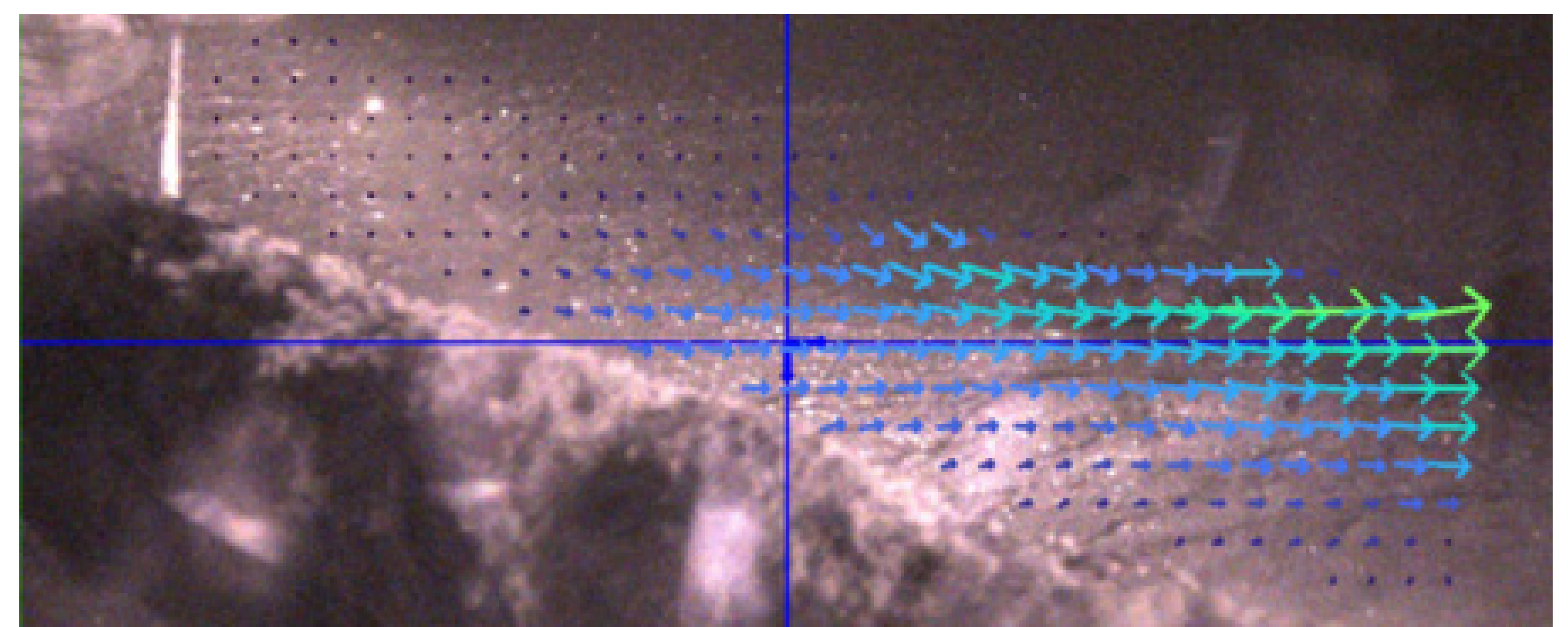


Abb. 3: Mittels PIV können die Oberflächen-Geschwindigkeiten in einer Biogasanlagen bestimmt werden.

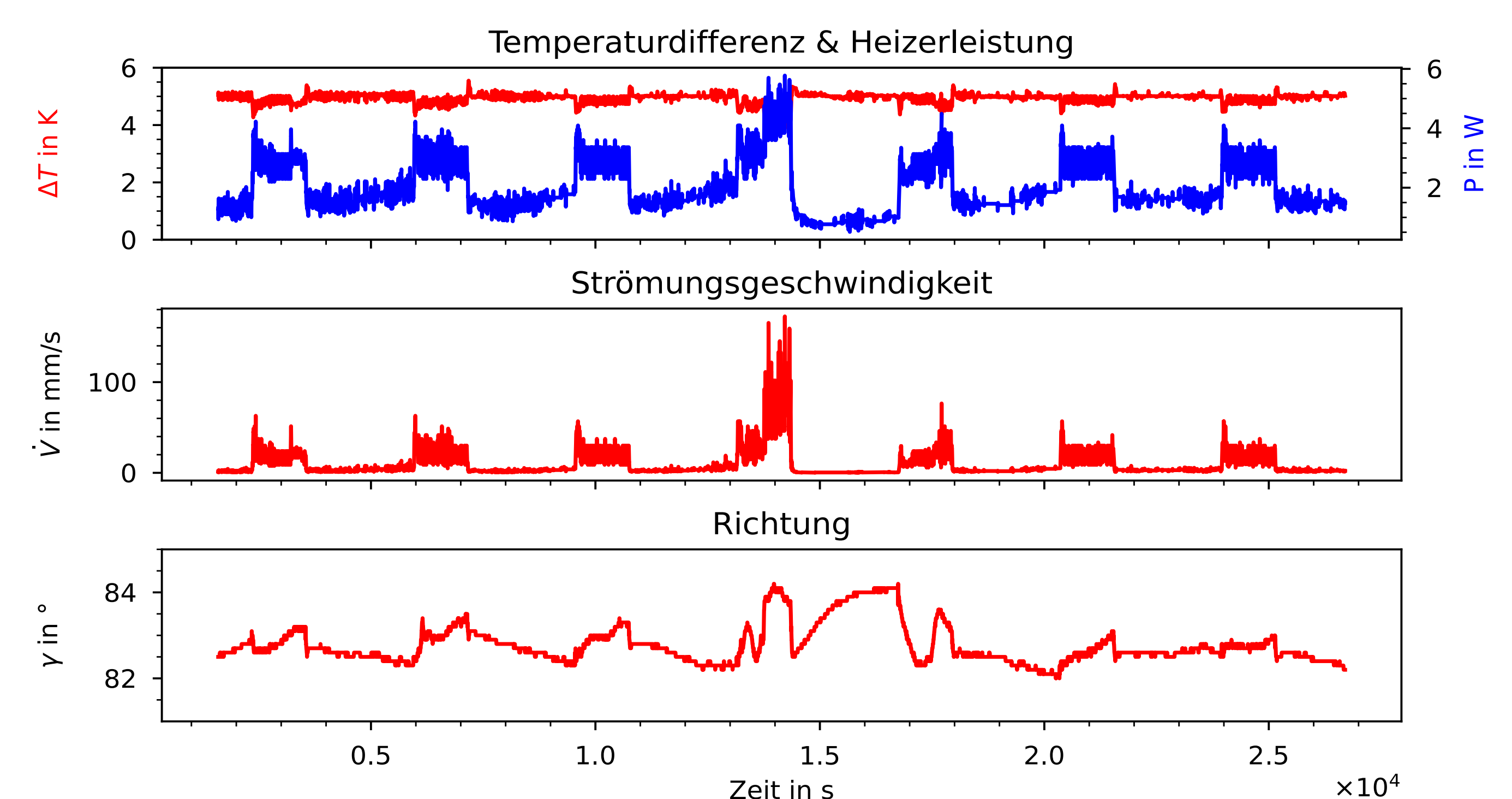


Abb. 4 Ermittelte Messdaten des WÜS-Sensors: Zusätzlich zur Bestimmung der Geschwindigkeit kann auch die Strömungsrichtung mit Hilfe von Wägezellen ermittelt werden.