

Mikroskopische Particle Image Velocimetry (μ PIV)

Projekt im Studiengang Simulation und Test M. Eng.,
Fakultät Angewandte Naturwissenschaften

forschungsbasierte Lehre

Projektskizze

Ein zentraler Aspekt der Lehre im Masterstudiengang Simulation und Test besteht in der Vermittlung des Zusammenspiels von numerischer Simulation und experimentellen Tests bei der modernen Produktentwicklung. Das Experiment ist dabei erforderlich, um Simulationsmodelle zu validieren und für die Simulation erforderliche Parameter zu bestimmen. Die numerische Simulation von Strömungen (CFD) ist eine der technisch relevantesten Anwendungen und wird daher im Studium ausführlich behandelt.

Im Projekt Mikroskopische Particle Image Velocimetry sollte ein Experiment aufgebaut werden, mit dem die ortsabhängige Fließgeschwindigkeit in einem mikrofluidischen System gemessen und visualisiert werden kann. Dazu wurden dem Fluid lichtstreuende Teilchen beigemischt, das System wurde mit einem Laser beleuchtet und durch ein Mikroskopobjektiv mit einer Kamera beobachtet. Durch Aufnahme und Vergleich zweier kurz aufeinander folgender Bilder kann die Bewegung der Teilchen verfolgt und daraus deren Geschwindigkeit berechnet werden. Dadurch können theoretische Simulationsergebnisse experimentell überprüft und veranschaulicht werden.

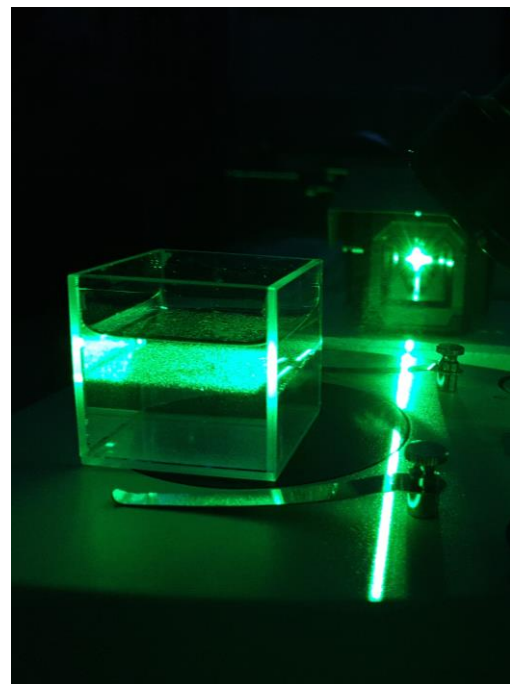


Bild 1: Experimenteller Aufbau des μ PIV-Systems mit Mikroskop, Kamera und Laser

Ziele

Ziel des Projektes war es, im Rahmen einer studentischen Projektarbeit ein entsprechendes Messsystem zu entwickeln, dessen Aufbau und Funktionsweise für Studierende einsehbar und nachvollziehbar ist. Dazu sollte ein μ PIV-Experiment bestehend aus Laser, Mikroskopobjektiv und Kamera aufgebaut werden, mit dem Bilder der Strömung aufgenommen werden können. Ferner sollte eine Software entwickelt werden, die aus zwei aufeinanderfolgenden Bildern die Strömungsgeschwindigkeit des Fluids berechnet und grafisch darstellt. Das System soll zukünftig in Lehrveranstaltungen eingesetzt werden, um Strömungen zu visualisieren und Strömungssimulationen mit experimentellen Ergebnissen zu vergleichen.

Herangehensweise

In einem ersten Schritt wurden von den Studierenden geeignete Komponenten für Mikroskop, Kamera und Laser ausgewählt und bestellt. Diese wurden im nächsten Schritt zusammengebaut, in Betrieb genommen und getestet. Um die Hardware vom Computer aus anzusprechen, Bilder aufzunehmen, diese auszuwerten und die Ergebnisse am Bildschirm zu visualisieren, wurde eine entsprechende Software entwickelt. Durch den Einsatz von Open-Source ist die Funktionsweise der Software für zukünftige Nutzer einsehbar und erweiterbar. Im letzten Schritt wurde das System getestet. Dazu wurde Wasser in einer Küvette mit speziell dafür hergestellten Seed-Partikeln versetzt, mit dem Laser beleuchtet und zum Strömen angeregt. Unter dem Mikroskop erscheinen die beleuchteten Partikel dabei als helle, sich bewegende Punkte. Durch Aufnahme zweier kurz aufeinander folgender Bilder kann die Software die Punkte verfolgen und daraus das Strömungsprofil berechnen.

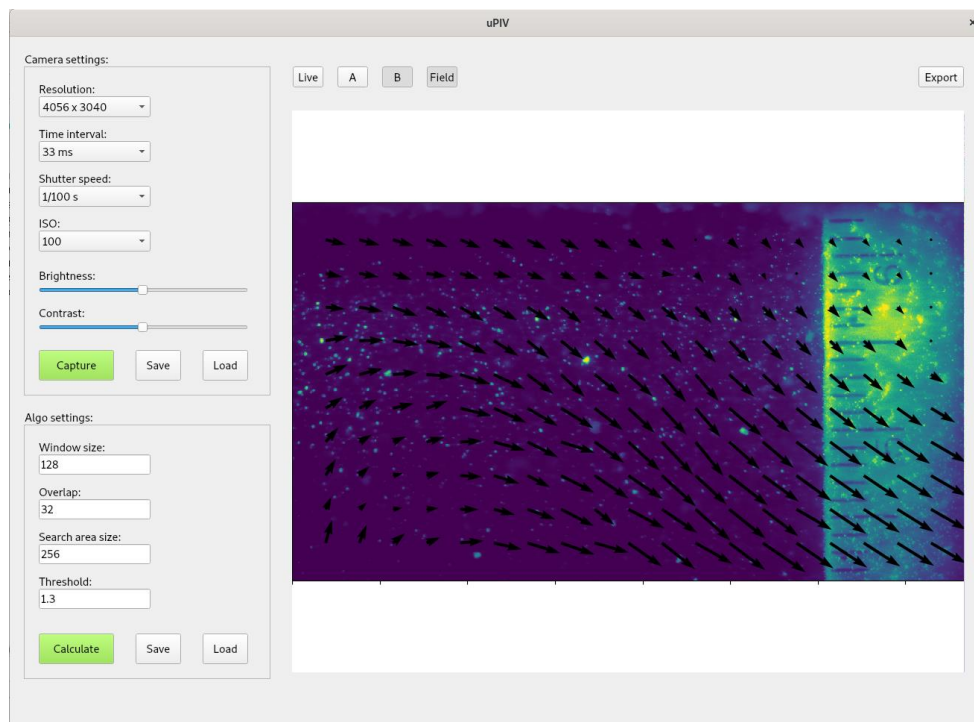


Bild 2: Benutzeroberfläche der Software mit Darstellung der ortsabhängigen Strömungsgeschwindigkeit

Ergebnis

In diesem Projekt wurde ein Experiment aufgebaut, mit dem die ortsabhängige Strömungsgeschwindigkeit in einem mikrofluidischen System gemessen und visualisiert werden kann. Die an der Projektarbeit beteiligten Studierenden haben dabei einen tiefen Einblick in die zugrundeliegende Methodik erlangt.

Zukünftig kann der Aufbau in anderen Lehrveranstaltungen des Bachelors Technische Physik (z. B. in den Modulen "Physik 3 - Thermodynamik und Fluidmechanik" oder "Mikrofluidik für Sensorik und Analytik") und des Masters Simulation und Test (z. B. im Modul "Computational Physics") verwendet werden, um Strömungen zu visualisieren und entsprechende numerische Simulationen mit experimentellen Ergebnissen zu vergleichen. So könnte ein mikrofluidisches System zukünftig in einer Übung am Computer simuliert und in der darauffolgenden Stunde das Ergebnis mit einem entsprechenden Experiment von den Studierenden überprüft werden. Ferner kann das System in studentischen Projekten und Abschlussarbeiten genutzt und weiterentwickelt werden.

Die Herangehensweise des Projekts steht unter dem Motto „lernen und forschen“ und soll den Studierenden nützliche Kenntnisse und Fähigkeiten, nicht nur für ihr Studium, sondern auch für ihr späteres Berufsleben vermitteln.

Kontakt

Prof. Dr. Conrad Wolf

Telefon: +49 (0)9561 317-405

Email: conrad.wolf@hs-coburg.de