

Berichte aus der Strömungstechnik

Oliver Pust

**Quantitative Visualisierung komplexer
verfahrenstechnischer Strömungsvorgänge mit der
digitalen Particle Image Velocimetry**

Shaker Verlag
Aachen 2001

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Pust, Oliver:

Quantitative Visualisierung komplexer verfahrenstechnischer
Strömungsvorgänge mit der digitalen Particle Image Velocimetry / Oliver Pust.
Aachen : Shaker, 2001

(Berichte aus der Strömungstechnik)

Zugl.: Hamburg, Univ. der Bundeswehr, Diss., 2001

ISBN 3-8265-8863-0

Copyright Shaker Verlag 2001

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen
oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungs-
anlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8265-8863-0

ISSN 0945-2230

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Kurze Inhaltsangabe der Dissertation
Quantitative Visualisierung
komplexer verfahrenstechnischer Strömungsvorgänge
mit der digitalen Particle Image Velocimetry
von
Dipl.-Ing. Oliver Pust

Ziel dieser Arbeit ist es, ein neues laseroptisches Geschwindigkeitsmeßverfahren, das im Gegensatz zu anderen, lokal arbeitenden Meßtechniken Feldinformationen auch bei instationären Strömungen liefern kann, auf seine Eignung für die Anwendung auf komplexe verfahrenstechnische Strömungsvorgänge hin zu überprüfen.

Zu diesem Zweck werden in Kapitel 2 das Prinzip und der Aufbau eines Particle Image Velocimetry-Systems erläutert. Dabei wird auf die Funktionsweise der beteiligten Komponenten eingegangen, die Auswertemethoden werden beschrieben und die Eigenschaften der Particle Image Velocimetry werden zusammengefaßt. In Kapitel 3 wird die Laser Doppler Velocimetry vorgestellt, die als experimentelles Referenzsystem Verwendung findet. Die Funktionsweise wird in der Tiefe dargestellt, die zum prinzipiellen Verständnis dieser Methode erforderlich ist. Eine Bewertung und ein Vergleich der Particle Image Velocimetry und der Laser Doppler Velocimetry findet in Kapitel 4 statt. Darin werden die Eigenschaften sowie die Vor- und Nachteile beider Systeme gegenübergestellt. Die Evaluierung der Particle Image Velocimetry wird in Kapitel 5 beschrieben. Dort werden die Meßergebnisse der Particle Image Velocimetry mit den Meßergebnissen der lokalen Lasertechnik Laser Doppler Velocimetry, die sich in den vergangenen Jahrzehnten in der Praxis bewährt hat, und den Ergebnissen einer numerischen Simulation am Beispiel der *Kármánschen Wirbelstraße* verglichen. Die sich daraus ergebenden Potentiale zur Qualitätssteigerung durch die direkte Kreuzkorrelation werden in Kapitel 6 vorgestellt. Eine optimierte Implementierung der direkten Kreuzkorrelation wird mit mehreren gängigen Auswertemethoden zur Bestimmung der Partikelverschiebung verglichen. Die Ergebnisse werden gegenübergestellt und abschließend Folgerungen für die Anwendung der Particle Image Velocimetry gezogen. Anschließend wird die Particle Image Velocimetry angewandt, um in Kapitel 7 das Geschwindigkeitsfeld in einem SMX-Mischer quantitativ zu visualisieren. Dabei kommen ein newtonsches und ein viskoelastisches Fluid zum Einsatz, um zu überprüfen, ob mit der Particle Image Velocimetry Unterschiede im Strömungsverhalten nachgewiesen werden können. Abschließend werden in Kapitel 8 die Ergebnisse dieser Arbeit zusammengefaßt und es wird ein Ausblick auf weitere mögliche Untersuchungen sowie die Erweiterung der Particle Image Velocimetry gegeben. Im Anhang sind die Quellcodes der optimierten Implementierung der direkten Kreuzkorrelation abgedruckt sowie theoretische Überlegungen zur schließenden Umströmung einer Ecke wiedergegeben.