



Doctoral Thesis

Bestimmung des dreidimensionalen Geschwindigkeitsfeldes in Räumen durch quantitative Strömungsvisualisierung

Author(s):

Scholzen, Frank

Publication Date:

1997

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001735228> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH ex B

Diss. ETH Nr. 11963

**Bestimmung des dreidimensionalen Geschwindigkeitsfeldes
in Räumen durch quantitative Strömungsvisualisierung**

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels
DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

FRANK SCHOLZEN
Dipl. Ing.
ETH Zürich
geboren am 17. Juni 1968
von Luxemburg



Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. P. Suter, Referent
Prof. K. Daniels, Korreferent
Prof. Dr. U. Renz, RWTH Aachen, Korreferent

Zürich 1997

Kurz Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit einer Meßmethode zur Bestimmung des instantanen dreidimensionalen Geschwindigkeitsfeldes bei Raumluftrömungen.

Das verwendete Particle-Streak-Velocimetry Verfahren beruht auf quantitativer Strömungsvisualisierung der Luftbewegungen in einige Quadratmeter großen Lichtschnitten. Stereoskopische Mehrkameraphotographien mit nachfolgender digitaler Auswertung der Bilder erlauben die automatische Bestimmung der aufgenommenen Partikelbewegungen und die Ermittlung der zugehörigen dreidimensionalen Geschwindigkeitsvektoren. Die Verwendung einer dritten Kamera macht die Messung richtungseindeutig.

Die Arbeit behandelt das experimentelle Vorgehen und die Verfahrensschritte bei der Auswertung. Detaillierte Untersuchungen über die Parameter-Sensitivität und die Genauigkeit der Methode zeigen sowohl ihre Anwendbarkeit als auch ihre Grenzen auf.

Die digitale Bilderkennung kombiniert mit stereophotogrammetrischer Analyse erlaubt eine hohe Genauigkeit bei der Bestimmung aller drei Geschwindigkeitskomponenten und bildet die Basis für die Automatisierbarkeit des Verfahrens. Auf experimenteller Seite muß der Tracergenerierung und der Ausleuchtung Aufmerksamkeit geschenkt werden; Aufnahmen unter taghellem Licht sind ohne spezielle Vorkehrungen nicht auswertbar.

Unter Voraussetzung guter Strömungsvisualisierung ist bei Verwendung digitaler Aufnahme- und Verarbeitungstechnik die Vor-Ort-Ermittlung instantaner dreidimensionaler Geschwindigkeitsfelder möglich.

Schlagwörter:

Strömungsvisualisierung, Meßtechnik, Particle-Streak-Velocimetry, Luftströmung, Bildverarbeitung, Stereophotogrammetrie, Geschwindigkeitsfeld

Abstract

A new technique to measure the instantaneous three-dimensional velocity field of simultaneous air velocities in a room is presented.

The developed Particle-Streak-Velocimetry is based on quantitative flow visualization of the air movements in a light sheet covering several square meters. Stereoscopic multi-camera-photographing with subsequent digital image analysis allows the automatic extraction of the recorded particle trajectories and the determination of the corresponding three-dimensional velocity components. The use of a third camera resolves the directional ambiguity.

This work shows the experimental set-up and the different steps during the analysis. Detailed investigations about the parameter sensitivity and the accuracy of the method reveal its applicability and its limits.

The digital image processing in conjunction with a stereophotogrammetric analysis allows high accuracy for all three velocity components and forms the basis for an automatic processing. From the practical point of view, care must be taken of the tracer generation and the lighting; recordings in daylight conditions can not be analysed without any additional precautions.

Using digital recording and analysing techniques, the instantaneous velocity field can be determined on-site, good flow visualization being presupposed.

Keywords:

flow visualization, measurement technique, Particle-Streak-Velocimetry, air flow, ventilation, image processing, stereophotogrammetry, velocity field