

Particle Image Velocimetry (PIV) – Eine optische Methode zur Messung von Geschwindigkeitsfeldern

Die aktuelle Forschung in der Strömungsmechanik und Aerodynamik widmet sich zunehmend Problemen von instationären und abgelösten Strömungen. Für Untersuchungen von Strömungsfeldern mit schnellen zeitlichen und/oder räumlichen Änderungen (Transition von laminarer zu turbulenter Strömung, kohärente Strukturen, oszillierende Profile in transonischer Strömung mit Stößen, Windkanäle mit kurzen Messzeiten etc.) werden neue experimentelle Messmethoden wie die Particle Image Velocimetry (PIV) benötigt, die es erlauben, die Geschwindigkeit der Strömung an vielen Punkten einer großen Ebene gleichzeitig zu erfassen.

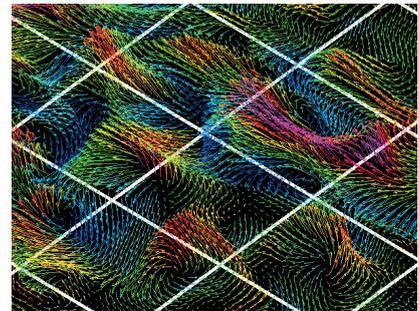
Mit PIV können erstmalig geeignete experimentelle Strömungsfeld Daten für den direkten Vergleich mit numerischen Berechnungen und die Validierung der angewendeten Algorithmen bereitgestellt werden. Während der letzten Jahre hat eine wachsende Anzahl von WissenschaftlerInnen begonnen, PIV für die Untersuchung instationärer Strömungen in verschiedenen Bereichen der Strömungsmechanik zu nutzen.

Das Prinzip der PIV Messtechnik beruht dabei auf der physikalischen Definition der Geschwindigkeit als Quotient von Differenzen: Der Versatz von vielen Streupartikeln, die der Strömung schlupffrei folgen, kann mit einer geeigneten CCD- oder CMOS-Kamera aufgenommen werden, indem eine Ebene in der Strömung mit zwei sehr kurzen Lichtpulsen (~Nanosek) in einem Abstand von wenigen Mikrosekunden beleuchtet wird.

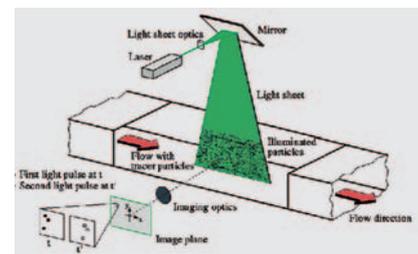
Die Partikelensembles werden zu den Zeitpunkten t und t' auf zwei getrennten Bildern des Kamerasensors aufgenommen. Dies erlaubt es, die Kreuzkorrelation der zwei Partikelbildverteilungen in kleinen Abfragefenstern und damit Versatzvektoren an vielen Stellen des Beobachtungsgebietes zu berechnen. Mit dem Bildvergrößerungsfaktor und der Zeitdifferenz zwischen den beiden Lichtpulsen können typischerweise mehr als 10.000 momentane Geschwindigkeitsvektoren aus einem Doppelbild der Streupartikel bestimmt werden. Erweitert man das PIV-System zu einer Stereo-Kamera-Anordnung, ist es möglich, alle drei Komponenten der Geschwindigkeit in der Ebene zu bestimmen, wie es in dem Beispielbild rechts oben zu sehen ist. Aktuell wird PIV in Mikroströmungen und Ebenen über 3 m² und mit Geschwindigkeiten von wenigen mm/sec bis zu einem km/sec verwendet. Das DLR verwendet die PIV-Technik seit über 10 Jahren erfolgreich in industriellen Windkanälen und verschiedenen Anwendungen der Strömungsmechanik.

Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik

Dr. Andreas Schröder
Telefon: +49 551 709-2190
Telefax: +49 551 709-2830
andreas.schroeder@dlr.de



PIV ermöglicht die Bestimmung von Geschwindigkeitsvektorfeldern in instationären Strömungen.



Schematischer Aufbau der PIV-Messmethode.