

wie erwartet wesentlich geringer und zum anderen können hier die starken Gradienten direkt nach der Düse nicht aufgelöst werden. Beide Phänomene lassen sich mit der zuvor diskutierten Tiefpasswirkung der Auswertefenster erklären und sind konsistent mit denen von simulierten Daten aus dem vorherigen Abschnitt (Spannungen) und in Kähler 2011 (für Geschwindigkeitsbestimmung). Die Ergebnisse der Ensemble-Korrelation liefern nicht nur eine bessere räumliche Auflösung, sondern auch zuverlässigere Werte für Reynolds-Spannungen und mittlere Geschwindigkeit.

Schlussfolgerungen

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass mit Hilfe der Ensemble-Korrelation aus DPIV-Daten neben der mittleren Geschwindigkeit auch Reynolds-Normal- und Schubspannungen mit Single-Pixel Auflösung berechnet werden können, sofern genügend DPIV-Bilder vorliegen. Gegenüber herkömmlicher Fenster-Korrelation bedeutet dies eine erhebliche Steigerung der räumlichen Auflösung sowie deren Dynamik um mehr als eine Größenordnung.

Darüber hinaus führt die vorgestellte Methode nicht zu einer Tiefpassfilterung, sodass das gesamte turbulente Spektrum erfasst wird und Reynolds-Spannungen quantitativ zuverlässiger bestimmt werden können. Da die Auflösung bei Ensemble-Korrelation im Falle statistisch stabiler Strömung nicht durch die Partikelbilddichte beschränkt wird können mit dieser Methode auch Strömungsproblem untersucht werden, bei denen Verschmutzung oder Mehrphaseneffekte eine Rolle spielen. Eine geringe Dichte kann durch Erhöhung der Bildanzahl kompensiert werden.

Diese Verbesserung ist von fundamentaler Bedeutung für die Analyse von Scherschichten und Grenzschichten bei hohen Geschwindigkeiten und Reynolds-Zahlen.

Danksagung

Das dargestellte Forschungsprojekt wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Sonderforschungsbereiches SFB – TR40 (Technologische Grundlagen für den Entwurf thermisch und mechanisch hochbelasteter Komponenten zukünftiger Raumtransportsysteme) unterstützt.

Literatur

Kähler, C. J., Scharnowski, S., 2011: "On the resolution of Digital Particle Image Velocimetry", Ninth International Symposium on Particle Image Velocimetry, Kobe, Japan

Kähler, C. J., Scholz, U., Ortmanns, J., 2006: "Wall-shear stress and near wall turbulence measurements up to single pixel resolution by means of long-distance micro-PIV", Experiments in Fluids, Vol. 41, pp. 327-341

Raffel, M., Willert, C. E., Wereley, S.T., Kompenhans, J., 2007: "Particle Image Velocimetry", Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Scharnowski, S., Hain, R., Kähler, C. J., 2011: "Reynolds stress estimation up to single-pixel resolution using PIV-measurements", Experiments in Fluids, (eingeladen zur Veröffentlichung)

Westerweel, J., Geelhoed, P.F., Lindken, R., 2004: "Single-pixel resolution ensemble correlation for micro-PIV applications", Experiments in Fluids, Vol. 37, pp. 375-384

Wynanski, I., Fiedler, H., 1969: "Some measurements in the self-preserving jet", Journal of Fluid Mechanics, 38:577-612