DLR

Experimental Determinationof the Aerodynamic Diameters of Particles Across a Shock Wave

Übersicht:

Im Kontext einer Messkampagne am kryogenen Rohrwindkanal in Göttingen wurden Algorithmen und Softwarewerkzeuge entwickelt, um PTV-Messungen auszuwerten sowie diese mit gegebenen PIV-Strömungsfeldern zu vergleichen. Ziel der Messungen war es, besser zu verstehen, wie sich die Strömung über ein Laminarprofil unter dem Einfluss von Eispartikeln in der Anströmung verändert. Hierbei sollte eine Vergleichbarkeit mit einem kommerziellen Linienflug durch Zirruswolken gegeben sein. Um im Experiment die Durchmesser der Eispartikel zu bestimmen, wurden Partikeltrajektorien an der Stelle ermittelt, an der diese den Verdichtungsstoß auf der Oberseite des Profils überquerten. Schlupfgeschwindigkeiten wurden ermittelt, indem von den PTV-Geschwindigkeiten ein PIV-Strömungsfeld abgezogen wurde. Letzteres wurde mittels eines Windkanaltests mit feinerem Seeding bestimmt. Die PTV-Messung wurde mit acht Pulsen pro Bild und einer einzelnen Kamera aufgenommen, unter Verwendung von Eispartikeln verschiedener Größe als Seeding-Material. Ziel war es, eine höhere Genauigkeit zu erreichen, als mit bestehenden Verfahren möglich ist. Zu den besonderen Herausforderungen hierbei gehörte unter anderem, Abstände zwischen Partikelbildern präzise zu bestimmen, welche sowohl größer als wünschenswert als auch asymmetrisch sind. Auch die korrekte Korrelation der Spuren aus acht Laserpulsen über lange Distanzen und in unterschiedlich dichtem Seeding erforderte einen spezifisch entwickelten Ansatz. Die hier entwickelte Methode zur Bestimmung von Partikelbildabständen basiert auf einer Optimierung der aufsummierten quadrierten Intensitätsdifferenz zwischen zwei Partikelbildern, welche durch B-Splines fünften Grades interpoliert werden. Hierbei wird die relative Position der Bilder, welche die Kostenfunktion minimiert, mit Subpixelgenauigkeit gefunden. Die Ergebnisse der Validierung zeigen eine deutlich bessere Genauigkeit der Methode im Vergleich zur Intensitätsschwerpunktsmethode und zum Fitting einer Gaußfunktion. Um PTV-Spuren zu finden wird eine Wahrscheinlichkeitsverteilung des Geschwindigkeitsvektors an der Position jedes Partikelbildes generiert, welche auf den Partikelbildpositionen und -intensitäten in der direkten Umgebung basiert. Das Ergebnis wird verwendet, um über große Entfernungen und auf Basis grober Partikelpositionen die Wahrscheinlichkeit zu ermitteln, mit der ein anderes Partikelbild zur selben Spur gehört. Mithilfe eines Algorithmus zum Fitting der Schlupfgeschwindigkeiten an ein Modell der Partikelbewegung wurden für mehrere Beispielbilder Partikeldurchmesser bestimmt. Eine Beurteilung der Fehlerquellen ermöglicht es, die Parameter für die Messung und die Analyse in Zukunft weiter zu verbessern.

DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V.

Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik

Institutsleiter::

(Prof. Dr. Andreas Dillmann)

Abteilungsleiter:

(Dr. Lars Koop)

Verfasser:

(Julian T. Herzog)

Betreuer:
Dr. Robert Konrath

Datum:	18.06.2018	**Abteilung:**	**Bericht:**
Bearbeitet:	Ilka Micknaus	AS-EXV	IB-AS-GO-2018-100