

Background Oriented Schlieren Method (BOS)

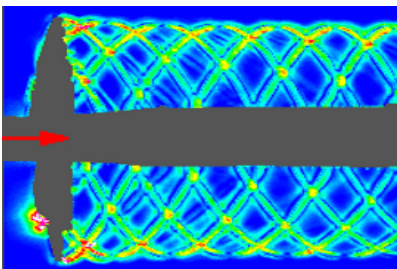
Messgrößen

- Brechungsindexgradient
- Dichtegradient

Prinzip

Im Gegensatz zu den in der Regel vergleichsweise komplexen Aufbauten konventioneller Schlierenverfahren wird für das BOS-Verfahren lediglich eine (Digital-)Kamera sowie ein strukturierter Hintergrund benötigt. Die Kamera ist dabei auf den Hintergrund fokussiert, während sich das zu untersuchende Objekt (der Brechungsindexgradient) zwischen diesem Hintergrund und der Kamera befindet. Es wird daher selber nicht scharf abgebildet, bricht aber die vom Hintergrund ausgehenden Lichtstrahlen. Dadurch erscheint die Struktur des Hintergrunds auf dem Kamerabild an einer anderen Position als auf einem Referenzbild ohne den Gradienten. Diese lokale Verschiebung des Hintergrundbildes kann durch einen der bewährten PIV-Auswertelgorithmen mit Hilfe von Kreuzkorrelationen ermittelt werden. Die für PIV entwickelten Optimierungen bezüglich der Verbesserung von Genauigkeit, Peak-Locking und Auflösung können direkt genutzt werden. Die Kreuzkorrelation des Messbildes mit dem Referenzbild liefert so die Richtung und den Betrag der lokalen Verschiebung. Dieser Wert kann entweder direkt zur Visualisierung genutzt oder quantitativ ausgewertet werden.

BOS-Visualisierung eines Propeller-Nachlaufs



Der einfache Aufbau prädestiniert diese Messtechnik für die Messung und Sichtbarmachung von Brechungsindexgradientenfeldern auch bei komplexen Versuchen. Als Hintergrund dienen speziell optimierte Muster (z.B. Zufallsverteilung von Punkten). Möglich ist jedoch auch die Nutzung bereits vorhandener optisch unregelmäßiger Flächen mit zu dem

System passender Raumfrequenz (z.B. Asphalt- oder Grasflächen). Bei einigen Anordnungen kann ganz auf das Referenzbild verzichtet werden [Raffel et al. 2000], dabei bildet das Bild der ersten Kamera das Referenzbild der zweiten und umgekehrt. M. Rein [Richard et al. 2000] hat bereits gezeigt, dass sich aus den lokalen Bildverschiebungen Dichteinformationen mit Hilfe der Poisson-Gleichung bestimmen lassen. Lourenco wendete diese Gleichung erfolgreich für die Auswertung von Laser-Speckle-Aufnahmen an und kalibrierte die so gewonnenen Ergebnisse mit zusätzlichen Messungen [Lourenco et al. 2002].

Anwendung

Allgemein:

Visualisierung von Brechungsindexgradienten transparenter Medien sowie daraus ableitbare Größen wie Dichte- oder Konzentrationsverteilungen. Mit Einschränkungen bezüglich der Messgeometrie auch quantitative Bestimmung der genannten Größen.

Speziell:

Visualisierung von Dichtegradienten im Gitterwindkanal, in Hubschrauberblattspitzenwirbeln, über Kerzenflammen und in Überschallfreistrahldüsen: Machbarkeitsstudie Visualisierung von Schallwellen (Schreckschusspistole, Lautsprecher): Machbarkeitsstudie Quantitative Bestimmung von Heliumkonzentrationen in einer Schlitzdüse: Validierungsexperiment Quantitative Vermessung und Bestimmung eines Tragflächenrandwirbels im transsonischen Windkanal in Göttingen (TWG): Wirbelposition und –stärke:



validiertes Anwendungsexperiment

Literatur / Referenzen

- Kirmse T.: Weiterentwicklung des Messsystems BOS (Background Oriented Schlieren) zur quantitativen Bestimmung axialsymmetrischer Dichtefelder, DLR-IB 224-2003 A 01, (2003)
- Klinge F.: Investigation of Background Oriented Schlieren (BOS) towards a quantitative density measurement system, (2001) Project Report 2001-19, Von Karman Institute, Belgium
- Klinge F., Riethmuller M.L.: Local density information obtained by means of the Background Oriented Schlieren (BOS) method, 11th Int. Symp. on Appl. of Laser Techniques to Fluid Mechanics, Lisbon. (2002) Paper number 15.3
- Klinge F.: Patentanmeldung VRIEDER: Verfahren zur Bestimmung des Verlaufs einer beliebig geformten Linie im Raum, Deutsches Patentamt, Aktenzeichen: 103 08 042.2 (2003)
- Klinge F., Kirmse T., Kompenhans J.: Application of Quantitative Background Oriented Schlieren (BOS): Investigation of a Wing Tip Vortex in a Transonic Wind Tunnel, Proceedings of the 4th PSFVIP June 3-5, (2003) Chamonix, France, Paper Number: 4097
- Lourenco L., Alkislal M., Krothapalli A.: Velocity and density field measurements in a supersonic jet, 11th Int. Symp. on Appl. of Laser Techniques to Fluid Mechanics, Lisbon. (2002) Paper number 36.5
- Meier G.E.A.: Patentanmeldung Hintergrund-Schlierenmessverfahren, Deutsches Patentamt, (1999) Aktenzeichen 199 42 856.5
- Raffel M., Richard H., Meier G.E.A.: On the applicability of Background Oriented Optical Tomography, Experiments in Fluid, (2000) pp 447-481.
- Raffel M., Richard H., Meier G.E.A. (2000): Patentanmeldung, Verfahren zur Detektion räumlicher Dichtegradienten, Deutsches Patentamt, DE 100 10 045 A1
- Raffel M.: Optische Untersuchungen in technischen Strömungen unter besonderer Berücksichtigung eines Verfahrens zur Detektion von Dichtegradienten (Habilitationsschrift) (2002), Papierflieger, Clausthal-Zellerfeld, 1. Auflage, ISBN 3-89720-582-3
- Richard H., Raffel M., Rein M., Kompenhans J., Meier G.E.A.: Demonstration of the applicability of background oriented schlieren (BOS), 10. Int. Symp. On Appl. Of Laser techniques to fluid mechanics, Lisbon (2000)
- Richard H., Raffel M.: Principle and applications of the background oriented schlieren (BOS) method, Measurement Science and Technology 12 (2001) Seiten 1576-1585

Kontakt

- Dr.rer.nat. Reinhard Geisler, DLR-Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, Tel: +49 551 709 2199, Fax: +49 551 709 2830
- Jochen Krampe, Technologiemarketing, Tel: +49 2203 601 3665, Fax: +49 2203 695689
- Dr. Frank Holtmann, Technologiemarketing, Tel: +49 531 295 3420, Fax: +49 531 295 3422

Dieses Handout sowie Querverweise zu verwandten Messtechniken und Anlagen finden Sie unter: <http://messtec.dlr.de/link-5-de>.