

Laser-Doppler-Anemometry (LDA)

Messgrößen

→ Geschwindigkeit

Prinzip

Im Schnittvolumen zweier kohärenter Laserstrahlen bildet sich ein Interferenzebenen-Muster. Mit der Strömung mitbewegte Partikel streuen Licht beim Durchqueren des Schnittvolumens mit der so genannten Dopplerfrequenz kann aus der Geometrie des Messaufbaus und der Laserlicht-Wellenlänge berechnet werden, so dass f_D der gesuchten momentanen Geschwindigkeit am Messort direkt proportional ist. Voraussetzung sind Partikeln, die der Strömung verzögerungsfrei folgen. Dies wird durch den kontrollierten Zusatz von sehr kleinen Partikeln (meist $D_p < 1 \mu\text{m}$) zur Luft erreicht. (Bei Flüssigkeiten ist i.A. kein gesondertes Dotieren oder "Seeding" nötig.) Das Streulichtsignal wird von Photomultipliern in elektronische Signale umgewandelt und anhand von Kovarianzprozessoren oder mit Hilfe einer FFT Analyse hinsichtlich der Dopplerfrequenz f_D ausgewertet. Die Verwendung einer Bragg-Zelle erlaubt die kontrollierte Manipulation der Wellenlänge eines der beiden Laserstrahlen und damit die Erzeugung eines "laufenden" Interferenzebenen-Musters, so dass zwischen positiven und negativen Geschwindigkeiten unterschieden werden kann. Statistisch verlässliche mittlere Geschwindigkeiten erhält man durch Mittelung mehrerer Tausend Einzelmessungen.

Anwendung

Ortsaufgelöste, sehr exakte Messung der Geschwindigkeit, vor allem strömender Fluide, z.B. Strömungsfeld innerhalb eines Brennkammersektors (insbesondere in Mischzonen einer Flugtriebwerksbrennkammer) oder am

Austritt eines Brenners. Messfehler $< 2\%$ bzgl. der mittleren Geschwindigkeit.

Anwendung auch in reagierender Strömung (d.h. in Flammen) möglich. Im Gegensatz zu anderen Geschwindigkeitsmesstechniken (PIV, DGV) sehr niedrige Anforderungen an die Dotierung der Strömung und an die Güte des optischen Zugangs (d.h. Seeding-Partikeldichte und Verschmutzung der Fenster relativ unkritisch).

Räumliche Auflösung bis etwa $100 \mu\text{m}$.

Standard: Simultane Messung von zwei Komponenten. Simultane Messung aller drei Komponenten möglich.

Vollständige Turbulenzinformation ermittelbar: rms-Werte u' , turbulente kinetische Energie k , turbulentes Zeitmass τ bzw. turbulente Dissipationsrate ϵ (aus der Spektralanalyse einer Messung mit hinreichend hoher Datenrate).

Histogramme zur genauen Analyse einer bi- (oder poly-) modalen Geschwindigkeitsverteilung verfügbar.

Literatur / Referenzen

- Durst F., Melling A., Whitelaw J.H.: Theorie und Praxis der Laser-Doppler-Anemometrie, Verlag G. Braun, Karlsruhe, 1987.
- Ruck B.: Laser-Doppler-Anemometrie, AT-Fachverlag, Stuttgart, 1987.
- Hassa, C., Blümcke, E., Eickhoff, H.: Measurements of Eulerian Macro Timescales in Highly Swirling Flows and Comparison with Computational Model, Proceedings, 5th Int'l Symp. on Application of Laser Techniques to Fluid Mechanics, Lisbon, Portugal, paper 10.1, 1990.



- ➔ Becker, J. and Hassa, C.: Messung des turbulenten Längenmaßes in einem generischen Vormischmodul für Flugtriebwerke, Proceedings, 9. GALA Fachtagung, Winterthur, Switzerland, paper 25, 2001.

Kontakt

- ➔ Dr.-Ing. Thomas Behrendt, DLR-Institut für Antriebstechnik, Tel: +49 2203 601 2008
- ➔ Jochen Krampe, Technologiemarketing, Tel: +49 2203 601 3665, Fax: +49 2203 695689
- ➔ Dr.-Ing. Alexander Born, Technologiemarketing, Tel: +49 30 67055 155, Fax: +49 30 67055 170
- ➔ 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-51-de>.