

Phasen-Doppler-Anemometrie (PDA (auch PDPA))

Messgrößen

- Geschwindigkeit, Durchmesser und Anzahldichte von Partikeln

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 $f_D = u/ds$. f_D ist der gesuchten momentanen Geschwindigkeit am Messort direkt proportional (s. LDA). Ferner kann aus der unterschiedlichen Phasenlage des Streulichtsignals an zwei Detektoren, die sich an unterschiedlichen Orten im Raum befinden, der Krümmungsradius der Partikeloberfläche ermittelt werden. Bei kugelförmigen Partikeln folgt hieraus der Partikeldurchmesser. Für eine hohe Messgenauigkeit ist es förderlich, den Messaufbau vor allem in Bezug auf den Streuwinkel so zu gestalten, dass ein einziger Streumechanismus (Reflektion oder Brechung erster Ordnung) dominiert.

Das Streulichtsignal wird von Photomultipliern in elektronische Signale umgewandelt und anhand von Kovarianzprozessoren oder mit Hilfe einer FFT Analyse hinsichtlich der Dopplerfrequenz f_D und des Phasenlagen-Unterschieds F 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 und mittlere und repräsentative Tropfendurchmesser (z.B. Sauterdurchmesser SMD bzw. D32; Mass

Median Diameter MMD bzw. $Dv0.5$; $Dv0.1$; $Dv0.9$) erhält man durch Mittelung mehrerer Zehntausend Einzelmessungen.

Anwendung

Ortsaufgelöste Messung von Geschwindigkeit und Tropfengrößen der diskreten Phase in Zweiphasenströmungen, z.B. in eines Brennstoffsprays innerhalb eines Vormischmoduls, eines Brennkammersektors oder am Austritt eines Flüssigbrennstoff-Brenners. Messfehler $<2\%$ bzgl. der mittleren Geschwindigkeit und $<5\%$ bzgl. des mittleren Tropfendurchmessers.

Anwendung auch in reagierender Strömung (d.h. in Flammen) möglich. Räumliche Auflösung bis etwa $100\mu\text{m}$.

Standard: Simultane Messung von zwei Geschwindigkeits-Komponenten. Simultane Messung aller drei Komponenten möglich. Histogramme zur genauen Analyse einer bi- (oder poly-) modalen Geschwindigkeits- oder Tropfengrößenverteilung verfügbar.

In nicht zu dichten Sprays kann bei bekanntem Tropfen-Geschwindigkeitsvektor aus der Kombination von Tropfengröße und Datenrate die Volumenstromdichte der flüssigen Phase ermittelt werden. Integration über eine Messebene ergibt den Volumenstrom der Flüssigkeit und somit aus dem Vergleich mit dem eingesetzten Brennstoffstrom den Verdampfungsgrad.

Literatur / Referenzen

- Bauckhage K. und Schulte G.: Phasen-Doppler-Anemometrie, in Ruck, B. (Herausgeber): Lasermessmethoden in der



- Strömungsmesstechnik. AT-Fachverlag, Stuttgart, 1990
- ➔ Behrendt T. und Hassa C.: Investigation of the spray dynamics of aeroengine fuel injectors under atmospheric and simulated pressure conditions. AGARD conference proceedings 598, 1998.
 - ➔ Brandt M.: Lasermesstechnische Untersuchung der Kerosinverdampfung und -mischung für die magere Vormischverbrennung unter erhöhtem Druck. DLR Forschungsbericht 1999-25.
 - ➔ Becker J. und Hassa C.: Liquid fuel placement and mixing of generic aeroengine premix module at different operating conditions, J. of Engineering for Gas Turbines and Power, vol. 125, pp. 901-908, 2003.

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-52-de>.