

## Laser-2-Focus Geschwindigkeitsmessung (L2F)

### Messgrößen

➤ Strömungsgeschwindigkeit

### Prinzip

Das Laser-2-Fokus (L2F) Verfahren wird zur berührungslosen Messung von Strömungsgeschwindigkeiten in Gasen und Flüssigkeiten eingesetzt. Dabei wird die Geschwindigkeit sehr kleiner Partikel registriert, die üblicherweise in allen technischen Strömungen enthalten sind oder gegebenenfalls beigemischt werden können. Für die Messung wird das Streulicht genutzt, das diese Partikel aussenden, wenn sie von einer Lichtquelle angestrahlt werden. Diese liegen im Größenbereich der Lichtwellenlänge und folgen der Strömung selbst bei großen Beschleunigungen so gut, dass die Übereinstimmung von Partikel- und Strömungsgeschwindigkeit gewährleistet ist. Im Messvolumen des L2F-Gerätes werden zwei stark fokussierte parallele Lichtstrahlen abgebildet, die als Lichtschranke wirken. Ein von der Strömung mitgeführtes Teilchen, das beide Strahlen durchläuft, sendet zwei kurz aufeinander folgende Lichtimpulse aus. Die Zeitdifferenz zwischen den Signalen der beiden Fokuspunkte ergibt mit dem bekannten Abstand der Laserstrahlen die momentane Geschwindigkeit. Aus einer Vielzahl von Einzelmessungen wird durch eine statistische Auswertung die mittlere Strömungsgeschwindigkeit und -richtung senkrecht zur Achse der Laserstrahlen sowie die Varianz der Geschwindigkeit bestimmt. Das Laser-2-Fokus Verfahren bietet im Gegensatz zu anderen berührungslos arbeitenden Geschwindigkeitsmesstechniken (z.B. Laser-Doppler-Verfahren) die Möglichkeit zur Messung in einem sehr hohen Geschwindigkeitsbereich von 1 m/s bis zu 3000 m/s und kann auch in engen Strömungskämen (z.B. Turbolader)

eingesetzt werden. Durch Einsatz von Lichtleitern ist es gelungen, die Größe des Messkopfes drastisch zu verringern, so dass das Laser-2-Fokus Verfahren auch in schlecht zugänglichen Messgebieten eingesetzt werden kann. Zur Bestimmung von dreidimensionalen Geschwindigkeitsvektoren wird bei Lasermessverfahren üblicherweise eine Anordnung gewählt, bei der zweidimensionale Systeme dasselbe Messvolumen aus verschiedenen Richtungen beobachten. Der gesuchte Geschwindigkeitsvektor wird aus einer geometrischen Transformation der beiden Messergebnisse gewonnen. Um eine ausreichende Messgenauigkeit für alle Komponenten der Geschwindigkeit zu erreichen, muss die Winkeldifferenz der beiden Systeme mindestens  $30^\circ$  betragen. In Turbomaschinen kann der Messort normalerweise nur durch relativ kleine Fenster im Gehäuse erreicht werden kann. Dort können nur solche Verfahren zur 3-Komponenten-Geschwindigkeitsmessung zur Anwendung kommen, die mit dem durch die Messfenstergröße bestimmten sehr kleinen Raumwinkel auskommen. Beim Laser-2-Fokus Verfahren sind für diesen Zweck entsprechende Anordnungen entwickelt worden, die diese Messungen auch unter extrem ungünstigen Zugangsbedingungen erlauben. Die besondere Eignung des L2F Verfahrens für Geschwindigkeitsmessungen ist inzwischen in einer Vielzahl von Einsatzfällen demonstriert worden. Die teilweise äußerst detaillierten Daten aus L2F-Messungen haben wesentlich zum verbesserten Verständnis der Strömungen in Turbomaschinen beigetragen. Dies gilt insbesondere für die Strömungen innerhalb der rotierenden Komponenten (z.B. Laufräder), die im Allgemeinen mit



konventionellen Meßmethoden überhaupt nicht sondiert werden können.

#### Anwendung

- berührungsloses Punktmessverfahren
- Strömungsgeschwindigkeiten für bis zu 3-Komponenten
- Besonders geeignet für Anwendungen mit limitierten optischen Zugang, z.B. für Turbomaschinenanwendungen
- Messungen in rotierenden Komponenten, z.B. in Laufrädern
- Geschwindigkeitsbereich 1..3000m/s.
- Turbulenzgrad bis 30%.

#### Literatur / Referenzen

- Schodl, R (1998): Laser-Two-Focus velocimetry: Two and Three dimensional techniques, VKI Lecture Series on Advanced Measurement Techniques, D/1998/0238/455, VKI LS 1998-06, (Brussels).
- Schodl, R. (1986): Laser-two-focus velocimetry. In Advanced Instrumentation for Aero Engine Components AGARD-CP-399 (Philadelphia) p. 7.
- Schodl, R. and Förster W. (1988): A Multi-Color Fiberoptic Laser-Two-Focus Velocimeter for 3-Dimensional Flow Analysis. In 4th Intl. Symp. on Appl.of Laser Anemometry to Fluid Mechanics (Lisbon)
- Förster, W., Karpinsky, G., Krain, H., Röhle, I., Schodl, R. (2000): 3 Component, Doppler Laser-Two-Focus Velocimetry Applied to a Transonic Centrifugal Compressor. In 10th Intl. Symp. on Appl.of Laser Anemometry to Fluid Mechanics (Lisbon)

#### Kontakt

- Wolfgang Förster, DLR-Institut für Antriebstechnik, Tel: +49 2203 601 2287
- 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-42-de>.*