

Laser-2-Fokus Geschwindigkeitsmessung



3-Komponenten Laser-2-Fokus Messung am Verdichterprüfstand.

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 3.000 m/s und kann auch in engen Strömungskanälen (z. B. Turboler) 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 Laser-messverfahren 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 Grad 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.

Institut für Antriebstechnik

Dipl.-Ing. Wolfgang Förster
Telefon: +49 2203 601-2287
Telefax: +49 2203 643-95
wolfgang.foerster@dlr.de