

# Optisches Verfahren zur Messung der Wandschubspannung in Kurzzeit-Windkanälen

**Der viskose Widerstand ist für den Großteil des Gesamtwiderstands eines modernen Flugzeuges verantwortlich. Er hat einen deutlichen Einfluss auf den spezifischen Treibstoffverbrauch, die Umweltbelastung und die Lärmemission. Für schnelle und genaue Messungen der Wandschubspannung in Windkanaltests wird am Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik des DLR ein berührungsloses bildgebendes Verfahren, die Global Interferometry Skin Friction (GISF) Technik, angewendet.**

Die Schwierigkeiten der Messungen der Wandschubspannung in Strömungen mit dünnen Grenzschichten mit herkömmlichen Methoden sind gut bekannt. Sie ergeben sich hauptsächlich durch die störende Beeinflussung der Strömung seitens der angewandten Messgeräte. Das GISF-Verfahren unterliegt derartigen Einschränkungen nicht, da es ein berührungsloses Verfahren ist. Das Messprinzip basiert auf der Ausdehnung eines dünnen Ölfilms auf der Testoberfläche durch Wirkung der Wandschubspannung, die durch die Strömung erzeugt wird. Die zeitliche Ausdehnung des transparenten Ölfilms wird mittels optischer Interferometrie bestimmt, die dadurch zustande kommt, dass ein Teil des Lichts von der Testoberfläche und ein weiterer von der Ölfilmoberfläche reflektiert werden.

Für die optischen Messungen der Wandschubspannung wurde eine spezielle Softwareanwendung für die Bilderfassung, Bildverarbeitung und Wandschubspannungsberechnung entwickelt. Die Fähigkeit der GISF-Technik zur Messung unter spezifischen Bedingungen eines Kurzzeit-Windkanals wurde analytisch am Beispiel verschiedener 2-D und 3-D Strömungen mit bekannten Verläufen der Wandschubspannungen untersucht. Die Auswertung der Daten mit den implementierten GISF-Verfahren demonstriert die Zuverlässigkeit dieser Technik.

Im Verlauf der letzten Jahre konnten einige erfolgreiche Untersuchungen im Rohrwindkanal Göttingen (RWG) des DLR mit dem entwickelten GISF-Verfahren durchgeführt werden. Die Vorteile dieser Technik und deren Anwendung im RWG wurden bei Wandschubspannungsmessungen in verschiedenen Strömungen mit Verdichtungsstoß/Grenzschicht-Wechselwirkungen demonstriert:

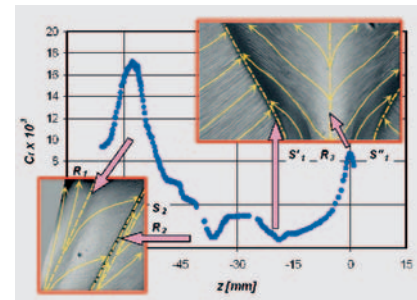
- > Längswirbelbildung in einer 2-D Rampenströmung
- > Nachlaufströmung hinter einem senkrechten Leitwerk an ebener Platte
- > Strömung mit 3-D Seitenstrahl/Grenzschicht-Wechselwirkung
- > Strömung mit Stoß/Stoß/Grenzschicht-Wechselwirkung an einer Doppelkeil-Konfiguration

Die Ergebnisse zeigen, dass die indirekten Messverfahren, in denen die Wandschubspannung durch Ähnlichkeitsgesetze wie die Reynolds-Analogie oder das Logarithmische Wandgesetz bestimmt wird, nicht für Messungen in Strömungen mit Stoß/Grenzschicht-Wechselwirkungen geeignet sind, weil diese Ähnlichkeitsgesetze hierbei ihre Gültigkeit verlieren. Das GISF-Verfahren ist dagegen frei von diesen Einschränkungen. Das ist ein weiterer wichtiger Vorteil dieser Technik.

Ein Beispiel der mit GISF gemessenen Reibungsbeiwertverteilung am Doppelkeilmodell ist im Bild rechts zu sehen. Besonders im Bereich der sekundären Strömungsablösung demonstrieren die Ergebnisse eine sehr gute örtliche Auflösung und eine hohe Empfindlichkeit dieser Technik.

Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik

Dr. Erich Schüle  
 Telefon: +49 551 709-2803  
 Telefax: +49 551 709-2811  
 erich.schuelein@dlr.de



Verteilung des Reibungsbeiwerts im Bereich der Stoß/Stoß/Grenzschicht-Wechselwirkung an einer Doppelkeil-Konfiguration.