



Start-Programm „Y57-TEC“

Berührungsfreie optische Diagnose turbulenter Strömungen in Turbomaschinen

Non-Intrusive Optical Diagnostics of Turbulence in Turbomachinery

Das Start Programm Y57-TEC beschäftigt sich mit der Entwicklung und Anwendung optischer und laseroptischer Verfahren zur berührungslosen Untersuchung turbulenter, instationärer Überschallströmungen in modernen Turbinen. Diese im Bereich des Maschinenbaus angesiedelte Forschung steht auch in Wechselwirkung mit anderen nationalen und europäischen Forschungsprogrammen.

Das Ziel dieses Programmes, mit dem im Mai 1997 begonnen wurde, ist die Verbesserung der Modellierung turbulenter Strömungen in Turbinen durch experimentelle Untersuchungen dieser Strömungen mit Hilfe berührungsfreier, laseroptischer Messverfahren. Diese Strömungen sind ungeheuer komplex, ein detailliertes Verständnis ist aber unbedingt erforderlich, da die Turbine die für die Energieerzeugung wesentliche Maschine ist. Bei einer 330 MW Anlage bedeutet eine Wirkungsgradsteigerung der Turbine von 40% auf 41% bei durchschnittlich 2500 Betriebsstunden im Jahr zusätzlich gewonnene elektrische Energie von ca. 21 Mio. kWh/Jahr - bei gleichem Brennstoffverbrauch und gleichem Schadstoffausstoß. Intensive Grundlagenforschung im Bereich der stark turbulenten und kompressiblen Strömung durch diese rotierenden Maschinen bei Strömungsgeschwindigkeiten bis in den Überschallbereich, mit zahlreichen instationären Strömungsphänomenen, Umschlägen der Strömung von laminar auf turbulent, Druckgradienten, sekundären Wirbelströmungen und hohen Temperaturen erweitert nicht nur unser Wissen über diese Strömungen und deren Modellierbarkeit mit modernen Computerprogrammen, sondern hat eine unmittelbare technische Anwendung. Zudem besitzt die Technische Universität Graz eine für diese Zwecke österreichweit einzigartige Versuchsanlage, die experimentelle Untersuchungen in den Überschallströmungen moderner Turbomaschinen im kontinuierlichen Betrieb erlaubt. Das START-Programm Y57-TEC versucht nun in Zusammenspiel mit dieser Versuchsanlage berührungsfrei - also ohne Sonden, die die Strömung verändern können - Messdaten aus diesen Turbinen zu erhalten. Möglichst detaillierte Ergebnisse aus Maschinen realer Größe stehen dabei an erster Stelle und

stellen einen wesentlichen Input in die Entwicklung numerischer Codes dar.

Als Ergebnis ist es nun erstmals möglich, aus den mittels Laserlicht erhaltenen Messdaten eine direkte Aussage über das Verhalten der Turbulenz in jedem Punkt der Strömung auch in Bezug auf die Frequenzen der auftretenden Störungen zu erhalten. Folgende

Fragen werden dadurch leicht beantwortbar und sind Gegenstand laufender Arbeiten: Wo und wie wird die Strömung turbulent? Wie beeinflussen Störungen einer bestimmten Frequenz die gesamte Strömung? Und schlussendlich - wie wechselwirken instationäre Effekte, z.B. Leitrad- Lauf- radwechselwirkung mit der Grenzschicht nahe der Schaufeloberfläche?

Die Abbildung zeigt die Vorbereitungen an der Versuchsanlage, weiters eine dreidimensionale laseroptische Geschwindigkeitsmessung mittels Particle-Image-Velocimetry während des Betriebs der Anlage, sowie die Besprechung einer holografischen Aufzeichnung der turbulenten Strömung durch ein Turbinenschaufelgitter.

The research objective of this program is the improvement of turbulent flow modelling in gas and steam turbomachinery by non-intrusive optical flow diagnostics. Since the flow physics in turbomachinery includes laminar-turbulent transitional flows, rotational forces, fully three-dimensional flows, pronounced pressure

gradients in all directions, vortices, secondary flows, subsonic and transonic conditions, unsteady phenomena like wake passing and often two-phase flows (steam and water, gas and particles), the turbine gas flow is an ultimate test for turbulent flow calculation. Differences in predicted and measured efficiencies in turbomachinery are believed to be caused by the empirical input to numerical models still needed to represent the turbulent nature of flow. The proposed program attacks this problem by the application and development of non-intrusive optical diagnostic techniques for turbulent flows in turbomachinery. Within this program these techniques are tested and applied to the transonic test turbine rig at Graz University of Technology.

