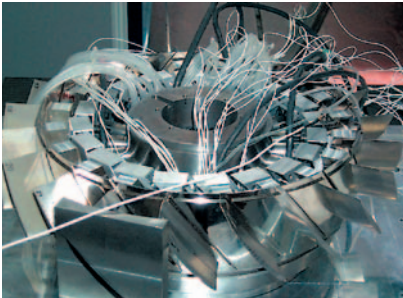
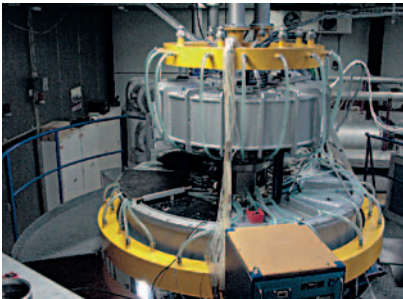


# Experimentelle Flutteruntersuchungen an Triebwerksverdichtern



Verdichter-Ringgitter.



Ringgitter-Windkanal der EPFL Lausanne.

Die Entwicklung moderner Triebwerksverdichter führte bei gleichzeitiger Gewichtsreduzierung zu immer höheren Druckverhältnissen und damit zu aerodynamisch hoch belasteten Stufen mit transsonischer Schaufelumströmung. Triebwerkschaufeln sind schwingungsfähige Strukturen. Die relativ hohe Flexibilität der Fan- und Niederdruckkompressorschauflern erlaubt freie Schwingungen bei Frequenzen, die aeroelastisch kritisch sein können. Durch die Schaufelschwingungen werden instationäre aerodynamische Kräfte hervorgerufen, die die Bewegung dämpfen oder anfachen können. Im letzteren Fall treten selbsterregte Schwingungen auf, die zu einer mechanischen Instabilität führen (Schaufelflattern).

Um schwerwiegende Schäden am Triebwerk durch Schaufelflattern zu vermeiden, muss die Flatterneigung der Beschauflung bereits während der Konstruktion berücksichtigt werden. Für das Verständnis des aeroelastischen Verhaltens von Verdichterschauflungen sind numerische und experimentelle Untersuchungen notwendig. Zur Durchführung von Experimenten in der Nähe der Flattergrenze wurde ein spezielles Verdichtergitter mit 20 zweidimensionalen Verdichterschauflern entworfen, die derart elastisch aufgehängt sind, dass sie eine Torsionsschwingung um die Mittelachse ausführen können.

Die Untersuchungen wurden im Ringgitterwindkanal der EPFL (École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Schweiz) durchgeführt. Der Vorteil dieses Windkanals ist, dass das Ringgitter nicht rotiert. Durch einen Vordrall in der Zuströmung werden die Zuströmbedingungen so eingestellt, dass sie denen eines rotierenden Gitters entsprechen.

Die aerodynamische Stabilität des Gitters wird anhand der aerodynamischen Dämpfung beurteilt. Hierfür werden die Schaufeln harmonisch zwangsbewegt und die hervorgerufene instationäre Druckverteilung gemessen. Die erste Harmonische des Druckes, ermittelt aus einer Fourier-Transformation der Signale an den verschiedenen Aufnehmerpositionen, wird mit der Schaufelbewegung in Beziehung gesetzt. Eine Analyse dieser Daten – im besonderen deren Phasenlagen zueinander – gibt Einblick in das lokale und globale Dämpfungsverhalten der Beschauflung.

In zusätzlichen ‚Flutterexperimenten‘ werden Flatterzustände unter entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen direkt angefahren. Übersteigt die aerodynamische Anfachung die strukturelle Dämpfung, so beginnt das Gitter mit selbsterregten Schwingungen. Hier wird dann der Amplituden- und Phasenverlauf der einzelnen Schaufelschwingungen gemessen.

Institut für Aeroelastik

Dr.-Ing. Joachim Belz  
Telefon: +49 551 709-2897  
Telefax: +49 551 709-2862  
joachim.belz@dlr.de