

# Akustische Modenanalyse in Strömungskanälen

**Da Turbomaschinen wie Turbinen, Flugtriebwerke und Ventilatoren in unserem Alltag nach wie vor eine große Lärmbelästigung darstellen, sind Messverfahren erforderlich, mit deren Hilfe die Lärmquellen der Turbomaschinen identifiziert und Lärm-minderungsansätze erstellt werden können.**

Mit akustischer Modenanalyse wird das Schallfeld in Strömungskanälen von Turbomaschinen und Brennkammern hinsichtlich der dominanten Schwingungsformen analysiert. Auf diese Weise wird die abgestrahlte Schallenergie bestimmt, werden passive und aktive Lärm-minderungsmaßnahmen bewertet und werden mit der gewonnenen hochgenauen Datenbasis numerische Berechnungsverfahren (CFD/CAA) validiert.

In der Abteilung Triebwerksakustik des Instituts für Antriebstechnik wird das von Turbomaschinen erzeugte komplexe Schallfeld mit einer speziellen Anordnung von Drucksensoren (beispielsweise Mikrofonen) vermessen. Der Schall breitet sich oberhalb einer charakteristischen Grenzfrequenz in Form von höheren Moden im Strömungskanal aus. Allgemein wird durch eine akustische Mode die Ausbreitung einer Schallwelle in einem Kanal mit einer bestimmten räumlichen Struktur beschrieben.

Für die Analyse werden die gemessenen Schalldrucksignale an ein Modell für die modale Schallausbreitung im Kanal angepasst. Dadurch können die Schallmoden voneinander getrennt und ihre Amplituden und Phasenbeziehungen zur abstrahlenden Schallquelle ermittelt werden. Mit diesen Ergebnissen kann die tonale Schallleistung der Turbomaschine, die in und

gegen die Strömungsrichtung abgestrahlt wird, berechnet werden. Schalleistung bezeichnet dabei die pro Zeiteinheit von einer Schallquelle abgegebene oder die von einem Schallempfänger aufgenommene Schallenergie, die in Watt gemessen wird.

Die Erfassung akustischer Messgrößen in Brennkammern stellt besondere Anforderungen an die eingesetzte Messtechnik. So müssen die akustischen Sensoren vor hohen Temperaturen und Drücken geschützt werden. Dies wird durch eine eigens entwickelte Konstruktion erreicht, bei der marktübliche Mikrofone in einem druckfesten Gehäuse untergebracht und mit der Brennkammer über ein Röhrchen verbunden werden. Eine Druckausgleichsöffnung ermöglicht gleiche Druckverhältnisse auf beiden Seiten der Mikrofonmembran entsprechend dem statischen Druck in der Brennkammer. Die Sensoren sind bündig in die Kanalwand eingesetzt oder radial über den Kanalquerschnitt angeordnet.

Für die Bestimmung weniger Moden ist eine feststehende Messanordnung mit wenigen Sensoren ausreichend. Für die Messung einer großen Anzahl von Moden wird eine drehbare Sensoranordnung eingesetzt.

Institut für Antriebstechnik,  
Triebwerksakustik

Dr. Lars Enghardt  
Telefon: +49 30 310006-18  
Telefax: +49 30 310006-39  
lars.enghardt@dlr.de

