



Auf dem Weg zu umweltfreundlicheren, effizienteren und zuverlässigeren Gasturbinen

Towards environmentally and economically sustainable gas turbines

Eine neue Art der Ingenieurwissenschaft hat sich in den 90er Jahren entwickelt. Mit dem Ende des kalten Krieges und der Erhöhung des Lebensstandards ist unser Umweltbewusstsein und das Bewusstsein des globalen Einflusses der Konsumgesellschaft auf die Umwelt gestiegen. Ich zähle zu dieser „Windows95“-Diplomingenieursgeneration, die unter dem Motto der „nachhaltigen Entwicklung“ in die Arbeitswelt geschickt worden ist.

In diesem Sinne wurden und werden im Bereich Maschinenbau neue Verbrennungskonzepte für stationäre Gasturbinen und Flugzeugantriebe entwickelt. Um die Ziele des Kyoto-Protokolls und der ICAO-Direktiven (International Civil Aviation Organization) zu erreichen, sollen neue Brennkammergeometrien und verbesserte Systeme zur Brennstoffeinbringung einer Gasturbine den Anteil an Schadstoffemissionen, bei gleichzeitiger Erhöhung des Turbinenwirkungsgrades, drastisch verringern.

Ich bin Maschinenbauingenieur und Doktor der französischen Hochschule für Luft- und Raumfahrt (Supaero, Toulouse) und momentan Leiter der Arbeitsgruppe Verbrennung (AV) welche im Oktober 2004 am Institut für Thermische Turbomaschinen und Maschinendynamik (TTM) gegründet wurde.

Die Verbrennung von Erdgas oder Kerosin in modernen Gasturbinenbrennkammern ist meine Fachdisziplin. Neue Konzepte, die den mageren Verbrennungsbereich (hohe Luftzahl) einschließen, sind höchst erfolgversprechend – zumindest auf dem Papier. Das Hauptproblem das sehr intensiv untersucht wird beschäftigt sich mit der Stabilität der Verbrennung. Magere Verbrennung kann schwer systemschädigende Instabilitäten wie Lärm, Vibrationen und pulsierte Wärmefreisetzung hervorrufen. Durch die Vernachlässigung dieser Phänomene bei der Auslegung neuer Gasturbinen wurden manche Turbinenhersteller an den Rand des Konkurses gebracht.

Turbulente Verbrennung, wie sie zum Beispiel in einem Holzfeuer zu beobachten ist, wirkt im unorganisierten Zustand optimal in einer Brennkammer. Sobald die Flamme eine strukturierte und periodische Bewegung zeigt, wird Instabilität erzeugt. Der unangenehmste Fall ist die thermoakustische Kupplung (niedriger Frequenzbereich, 100 bis 1000 Hz), wobei störende Vibrationen und Lärm erzeugt werden, was eine hohe Materialermüdung der Brennkammer zur Folge hat. Die nebenstehende Bildfolge zeigt diese zyklische Bewegung der Flamme und die begleitende Dichtefluktuations des Gases, die regelmäßig durch die Flamme generiert und transportiert wird. Diese Bilder wurden mit einer neuen Verbrennungsdiagnosemethode erhalten, welche bei uns am TTM Institut entwickelt wurde. Die neue Arbeitsgruppe Verbrennung hat es sich zu Ziel gesetzt die Physik dieses und ähnlicher Phänomene zu analysieren und zu verstehen, um daraus eine technische Lösung

zur Stabilisierung der Flamme zu entwickeln.

Unsere „Hauptattraktion“ ist der im Aufbau befindliche Brennkammerprüfstand, welcher in realitätsnahen Gasturbinenbetriebsbedingungen mit hohem Druck, hoher Temperatur und hoher Wärmeleistung arbeiten wird. Das TTM Institut bietet dazu die notwendigen hervorragenden Versorgungseinrichtungen. Die AV Gruppe ist auch Teil eines wissenschaftlichen Netzwerkes aus Forschungsinstitutionen (ONERA, Frankreich und DLR, Deutschland) und Industriepartnern (Konsortium von EU-Projekten, MTU, Rolls-Royce, SNECMA, ...). Dies ermöglicht auch vielversprechende Kontakte für Studierende der TU Graz. Eine neue Vorlesung zum Thema „Verbrennung in Gasturbinen“ wird 2006 zum ersten Mal stattfinden.

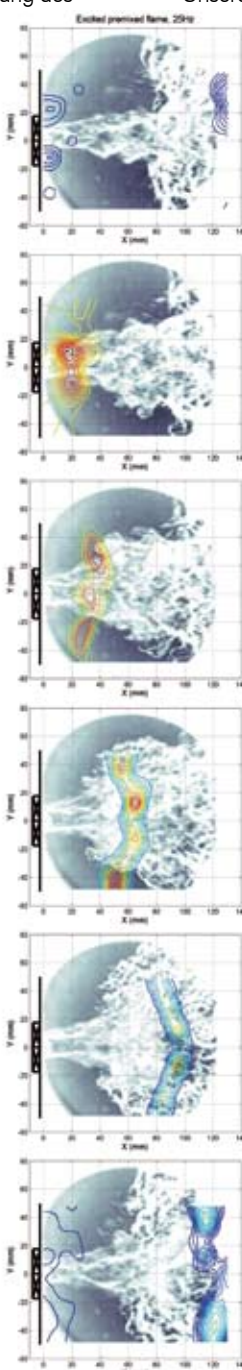
Die Arbeitsgruppen des TTM Institutes arbeiten mit vereinten Kräften zusammen, um die zukünftigen Diplom-IngenieurInnen der TU Graz bei der Entwicklung von umweltfreundlicheren, effizienteren und zuverlässigeren Gasturbinen auszubilden. Weitere Informationen zu unseren Aktivitäten, sowie für Praktika und Diplomarbeiten, finden sich auf unserer Homepage unter folgender Adresse: www.TTM.tugraz.at

Towards environmentally and economically sustainable gas turbines

I am a french mechanical engineer with a doctorate in energy and fluid dynamics. I joined TU Graz in October 2004 to create the Gas Turbine Combustion Group at the Institute for Thermal Turbomachinery and Machine Dynamics.

The challenge of the modern R&D engineer is to develop modern technologies by taking into account the aspects of environmental and economical sustainability. The latest trends for propulsion and power gas turbines are staged combustors technologies relying on lean combustion, with increased levels of internal pressure and temperature. Ready for serial production at the end of the 90's, many gas turbines showed unexpected problems during operation (noise and vibrations, periodic heat release) due to the presence of combustion instabilities.

No generic design guidelines for a steady-at-once combustor exist up to now. Our activity at the Combustion Group of the TTM-Institute is to study and to understand the physics of combustion instabilities, and to test ad-hoc technical solutions that could be integrated on a real system. A new diagnostic method for combustion stability was developed by us in 2005, and 2006 will bring, among others, the start of a new lecture on gas turbine combustion. See more on our activities at www.TTM.tugraz.at.



Überlappung der Bilder einer oszillierenden Flamme (Schlierentechnik) mit den Dichtefluktuations des Gases (Dual-Laservibrometrie)

Ich möchte mich bei Frau Mag. Daniela Giuliani und Herrn Dipl.-Ing. René Pecnik für ihre Hilfe beim Schreiben bedanken.