

## EisenerZ

Einfluß von Zuström-Inhomogenitäten auf die Schwingungsanregung einer NDT moderner Zweikreistriebwerke

|                                 |   |                        |               |
|---------------------------------|---|------------------------|---------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | TAKE OFF, TAKE OFF, TAKEOFF 12.<br>Ausschreibung 2015       | <b>Status</b>          | abgeschlossen |
| <b>Projektstart</b>             | 01.11.2016  | <b>Projektende</b>     | 31.03.2020    |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2016 - 2020   | <b>Projektlaufzeit</b> | 41 Monate     |
| <b>Keywords</b>                 | Aeroelastik, Niederdruckturbine, Fluid-Struktur-Interaktion |                        |               |

### Projektbeschreibung

Bislang werden bei Messungen an Prüfständen perfekte periodische Eintrittsrandbedingungen realisiert. Dies war bzw. ist notwendig um allgemeine Schlüsse ziehen zu können, Meßzeit zu sparen und auch einen Vergleich mit Simulationsergebnissen, die meist aus zeitlichen Gründen nur einen periodischen Sektor betrachten, zu ermöglichen. Allerdings wird man in einem realen Triebwerk unter realen Betriebsbedingungen diese perfekten periodischen Randbedingungen nicht vorfinden, d.h. es wird zu Variationen der Randbedingungen am Eintritt kommen. Meist sind dies Totaldruck- und/oder Totaltemperaturvariationen die von stromaufwärtsliegenden Komponenten hervorgerufen bzw. aufgeprägt werden. Z.B. kann die Temperatur über den Umfang nach der Brennkammer eines Triebwerks über den Umfang um 100°C bis 200°C variieren. Die nachfolgende Stufe wird durch diesen Temperaturunterschied und den daraus resultierenden Dichteunterschied zu Schwingungen angeregt. Ähnliches gilt auch für den Totaldruck. Hier können z.B. Stützrippen im Turbinenzwischengehäuse unterschiedliche Nachläufe aufweisen, unterschiedliche Druckverteilungen aufgrund von Ablösungen usw. Die nachfolgende Niederdruckturbinenstufe wird dadurch zu Schwingungen angeregt. Dies gilt um so mehr je kürzer man versucht die Triebwerkskomponenten zu bauen, um Gewicht und damit Treibstoff einzusparen, womit man eine signifikante Reduktion des Schadstoffausstoßes erreichen kann. Somit geht kurz gesagt eine Verbesserung für die Umwelt oft mit einer Verschlechterung der Schwingungssituation der Turbinenteile bzw. Triebwerkskomponenten einher, die man aber durch die Ergebnisse qualitativ hochwertiger Forschungsprojekte wie denen der TAKE Off Ausschreibungen in den Griff bekommen kann.

In diesem Projekt soll der Einfluß dieser Zuström-Inhomogenitäten auf die Schwingungsanregung eines Turbinenrotors systematisch experimentell und numerisch (Zwei-Wege-Fluid-Struktur-Interaktion) untersucht werden. Die Untersuchung dieses realen Effektes hebt dieses Vorhaben deutlich vom Stand der Technik ab. Die Herausforderung besteht für die Numerik darin, daß nicht nur ein periodisches Segment gerechnet werden kann sondern der gesamte Umfang von 360° modelliert und simuliert werden muß. Da diese Berechnungen erfahrungsgemäß sehr viel Zeit und Ressourcen beanspruchen wird parallel zu den Messungen und numerischen Simulationen ein eigenes einfach zu bedienendes Berechnungstool programmiert, um die Stabilität des Systems in kurzer Zeit zu berechnen. Das soll es ermöglichen dieses Tool schon früh in der Auslegungsphase der Niederdruckturbine einzusetzen.

## **Abstract**

Up to now all test rigs are designed for optimum periodic inlet boundary conditions. That is necessary in order to be able to draw some general conclusions, saving measurement time as well as to compare measurement data with results from simulations. That simulations are usually performed for one periodic sector due to time reasons. However, in an engine under representative operating conditions these ideal periodic boundary conditions are not present, there will always be a variation at the inlet. Normally total pressure and/or total temperature are altered by upstream components. For example the temperature can vary by about 100°C to 200°C along the circumference downstream of the combustion chamber. The following turbine stage especially the rotor blades are then excited and start to vibrate. Also struts in turbine centre frames can produce different wakes, different pressure distributions due to separations. Again, the following low pressure turbine stage is then excited. The excitation will increase the shorter engine components are to save weight and therefore fuel. With that a significant reduction of emissions can be achieved. An environmental improvement is here coupled to a worsening of the vibration situation of the turbine parts or engine components, respectively. However, we can handle that situation with high quality measurement data gained in high-grade research projects e.g. projects in the framework TAKE OFF. Within that project the influence of these inlet distortions onto the vibration of a turbine rotor will be investigated experimentally and numerically (2 way fluid-structure-interaction). The investigation of that effect clearly separated that project from state-of-the-art projects. The numerical challenge is that the complete circumference has to be modelled and simulated. It is well known that these simulations are very time consuming and computational expensive and therefore a fast and simple calculation tool will be developed in order to estimate the stability margin of the system in a very short time. That tool should then be used in an early design phase of a low pressure turbine.

## **Projektkoordinator**

- Technische Universität Graz

## **Projektpartner**

- ABES Pircher & Partner GmbH
- bionic surface technologies GmbH