

# URANS-Simulationen thermischer Strähnen mit Aeroelastik

## URANS-Simulationen von kalten Strähnen in einer mehrstufigen Axialturbine

**D. Schmolke, J. Seume**, Institut für Turbomaschinen und Fluid-Dynamik (TFD), Leibniz Universität Hannover

### Kurzgefasst

- URANS Simulationen
- Thermische Strähnen
- Turbomaschine
- Forced Response

Das Projekt ist im Rahmen des Teilprojektes C4 des Sonderforschungsbereichs 871 (SFB 871), welcher sich mit der Regeneration komplexer Investitionsgüter beschäftigt, entstanden. Der Sonderforschungsbereich 871 entwickelt am Beispiel einer Turbinenschaufel verbesserte Reparaturtechnologien und verknüpft sie mit einem virtuellen faktenbasierten Entscheidungsprozess, um für das Bauteil den optimalen Regenerationspfad auszuwählen.

Die ersten Hochdruckturbinenstufen sind aufgrund der vorgelagerten Brennkammer enormen thermischen Belastungen ausgesetzt. Aus diesem Grund werden Hochdruckturbinenleitschaufeln gekühlt. Die dazu benötigte Kühlluft wird aus dem Verdichter abgezapft und durch Kühlluftkanäle in den Leitschaufeln als Filmkühlluft auf die Schaufeloberfläche geleitet. Dennoch sind die thermischen Belastungen durch die Brennkammer so hoch, dass die Hochdruckturbinenschaufeln über die Betriebszeit verschleißt. Dieser Verschleiß äußert sich z.B. durch abgebrannte Filmkühlbohrungen und Vorder- sowie Hinterkanten. Dies führt dazu, dass lokal erheblich mehr Kühlluft in die Hochdruckturbine eingebracht wird. Diese sogenannten thermischen Strähnen, die im beschriebenen Beispiel kälter als die umgebene Kernströmung sind, können sich durch die Turbine ausbreiten und in der Niederdruckturbine, aufgrund ihrer höheren Dichte und damit einhergehenden höheren Totaldruck, Schaufelschwingungen anregen. Diese können die Lebensdauer der Niederdruckturbinenschaufeln erheblich beeinträchtigen.

Um das Schwingungsanregungspotential thermischer Strähnen im Experiment zu untersuchen, soll im Rahmen dieses Projektes eine Sensitivitätsstudie durchgeführt werden, die für die Planung des Experiments und als Basis für einen Vergleich zwischen Numerik und Experiment dienen soll. Die

Sensitivitätsstudie soll dabei unter anderem unterschiedliche Massenströme, Temperaturen, und Ursprungspositionen der thermischen Strähne berücksichtigen. Als Strömungslöser für die instationären RANS-Gleichungen soll ANSYS CFX eingesetzt werden. Die Lösung muss aufgrund der mehrstufigen Betrachtung mit thermischer Strähne im zeitbereich erfolgen.

Das Experiment wird an der Axialturbine des TFD durchgeführt, dessen fünfstufige Konfiguration speziell für aeroelastische Untersuchungen konstruiert wurde. Mit Hilfe der gewonnenen Daten aus Experiment und Numerik soll das Ausmischungsverhalten verstanden werden und das Schwingungsanregungspotential quantifiziert werden.

### WWW

<https://www.tfd.uni-hannover.de>

### Weitere Informationen

[5]

[1] Adamczuk, R.; Seume, J. R. (2012): *Time Resolved Full-Annulus Computations of a Turbine with Inhomogeneous Inlet Conditions*, 2012, Vol. 4, Number 2

[2] Aschenbruck, J.; Seume, J. R. (2015a): *Experimentally Verified Study of Regeneration-Induced Forced Response in Axial Turbines*, Journal of Turbomachinery, 2015, Vol. 137, Issue 4, 041001 (12 Seiten), 031006-031006-10. DOI:10.1115/1.4028350

[3] Hauptmann, T.; Aschenbruck, J.; Seume, J. R. (2015a): *Forced Response Excitation due to Variances in a Multi-Stage Axial Turbine*, Proceedings of the International Gas Turbine Congress, 2015, Tokyo, Japan

[4] Hauptmann, T.; Aschenbruck, J.; Christ, P.; Hennecke, C.; Dinkelacker, F.; Seume, J.R. (2015b): *Influence of Combustion Chamber Defects on the Forced Response Behavior of Turbine Blades*, Proceedings of the 14th International Symposium on Unsteady Aerodynamics, Aeroacoustics and Aeroelasticity of Turbomachines, 2015, Stockholm, Schweden

[5] Hauptmann, T.; Seume, J.R. (2016): *Aerodynamic Excitation for Variable Tip Gap*, Proceedings of the ASME Turbo Expo 2016: Turbomachinery and Technical Conference and Exposition, 2016, Seoul, Corea

### **Projektpartner**

Aeroakustik / Aeroelastik und Windenergie TFD

### **Förderung**

Der Bearbeiter ist über ein unabhängiges öffentlich finanziertes Projekt des Sonderforschungsbereichs 871 finanziert.