

Adaptives Helikopter-Rotorblatt im Windkanal

Conception, design, construction, and qualification of an adaptive helicopter rotor blade for wind tunnel tests

Die Reduktion von Vibrationen und Lärm ist ein wichtiges Ziel in der Hubschrauberforschung. Aktiv verwindbare Rotorblätter können hierzu einen Beitrag leisten, jedoch stellt die Integration der auf Zug beanspruchten Aktuatorik eine Herausforderung dar. Mit Hilfe eines neuen Rotorblattdesigns ist es gelungen, auftretende Lasten in aktiv verwindbaren Rotorblättern zu reduzieren und vor allem für eine gleichmäßige Dehnungsverteilung innerhalb der Aktuatorik zu sorgen, um somit Schäden vorzubeugen. Die Langlebigkeit aktiver Rotorblätter kann so gesteigert werden und bildet damit die Grundlage für eine gezielte und effiziente Nutzung der aktiven Verwindungstechnologie.

Summary

Actuators embedded in the skin of a helicopter rotor blade can produce a twist, which influences the propagation of the air turbulence. In this way, vibration and noise can be significantly reduced. However, the actuators are subjected to considerable loads due to the centrifugal force. Based on the DLR project STAR, the design of an active twist rotor blade has been adapted so that the loads in the actuator system can be significantly reduced and furthermore evenly distributed. In addition to a new actuator design, the use of carbon fibre composite for the spar and additional straps near the trailing edge increase the durability of a new generation of active twist rotor blades, which is the basis for a specific and efficient use of the active twist technology. A first prototype of the newly designed rotor blade has already been built. After completion of the qualification phase, a four-blade set represents the next step on the way to the planned wind tunnel test.

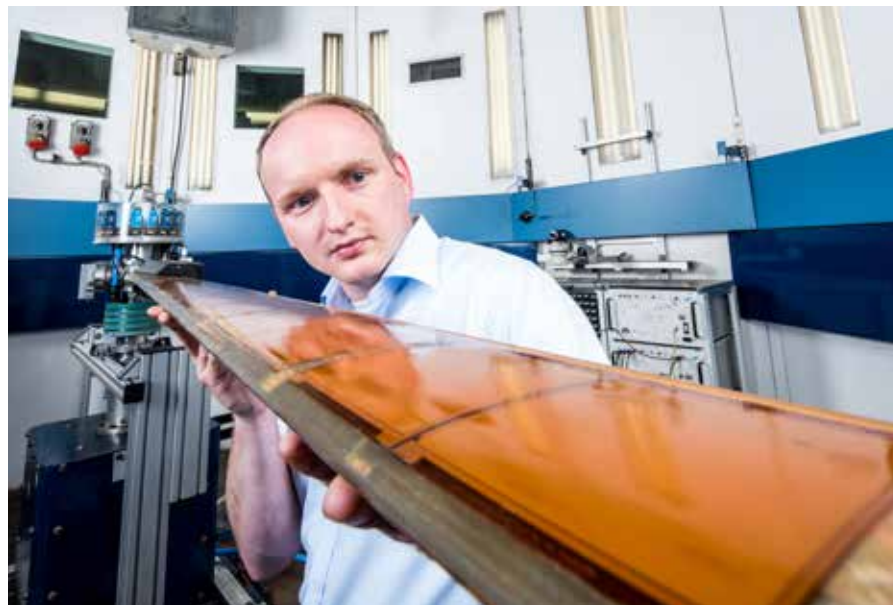
Untersuchungen der Wirksamkeit des neuen Blattdesigns im Schleuderversuchsstand

Investigations of the efficiency of the new blade design in a centrifugal test rig

Fliehkraft vs. Aktuator

Hubschrauberrotorblätter sind enormen Belastungen ausgesetzt, die zu einem Großteil aus den Fliehkraften resultieren. Diese müssen bei aktiv verwindbaren Rotorblättern nicht nur von der lasttragenden Struktur aufgenommen werden, sondern wirken ebenso auf die zugempfindliche Aktuatorik. Eingebettet in die Haut des Rotorblattes, sind diese piezokeramischen Fasern in der Lage, das gesamte Rotorblatt zu verformen und somit Einfluss auf die Ausbreitung von Luftwirbeln zu nehmen. Das Ziel ist es, Vibrationen, Geräuschemissionen und den Bedarf an benötigter Leistung deutlich zu reduzieren.

Basierend auf den Erkenntnissen des DLR-Projekts STAR (vgl. Schulz, Riemenschneider, Mendrock, Opitz, Keimer, Kalow, *Active Twist Rotors – From the Idea to the Wind Tunnel Model*, Innovationsbericht 2012, S. 35) ist es gelungen, ein Rotorblattdesign zu finden, das die Belastung für die Piezokeramiken reduziert und den hohen Anforderungen an die Festigkeit bei gleichzeitig hoher Performance gerecht wird.



Design und Qualifizierung

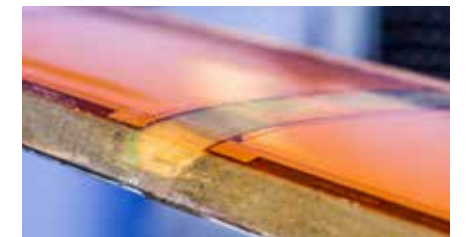
Das neue Design umfasst verschiedene Anpassungen, sowohl auf materieller als auch struktureller Ebene. Unter anderem kommt ein neuartiges Aktuator-Layout zur Anwendung. Weiterhin ermöglicht die Kombination eines angepassten Holms aus Kohlefaser (CFK) und der Verwendung von CFK-Bändern an der Hinterkante die effiziente Nutzung des verfügbaren Bauraums. Hierbei stellt auch die Integration einer Vielzahl an Druck- und Dehnungssensoren und deren Kabeln eine große Herausforderung dar.

Die Fertigung eines Rotorblattprototyps basierend auf dem neuen Design wurde im Frühjahr 2017 abgeschlossen. Tests im Schleuderturm bestätigen die Wirksamkeit des neuen Blattdesigns. In dem Versuch werden Dehnungsverteilungen an verschiedenen radialen Positionen gemessen. Die Analyse der Daten zeigt, dass die auf das System wirkenden Lasten reduziert und gleichmäßig im Querschnitt verteilt werden. Für die weitere Qualifizierung des neuen Rotorblattes wurden neben Laboruntersuchungen auch Röntgen- und CT-Aufnahmen gemacht. Diese helfen dabei, den Fertigungsprozess in Richtung einer Standardisierung zu verbessern.

Nach Abschluss der Qualifizierungsphase stellt der Bau eines kompletten vierblättrigen Blattsatzes den nächsten Schritt auf dem Weg zum geplanten Windkanalversuch im deutsch-niederländischen Windkanal (DNW) dar.

In das Rotorblatt integrierte Aktuatorik und Drucksensorik

Actuators and pressure sensors integrated in the rotor blade



Autor:
Dipl.-Ing. Steffen Kalow

Prototypdesign mit komplexer Instrumentierung

Design of the new prototype with complex instrumentation

