

# Komfortmodus für Hubschrauber

Reduktion von Lärm und Vibrationen bei Hubschraubern

Piezoelektrisch gesteuerte Zusatzklappen in den Rotorblättern

dSPACE-Prototyping-System zur Echtzeitregelung der Zusatzklappen

Um die Lärmentwicklung und die Vibrationen von Hubschraubern zu senken, hat Eurocopter Deutschland piezoelektrisch steuerbare Klappen an den Rotorblättern entwickelt. Die mit dSPACE-Equipment gesteuerten Ausschläge dieser Klappen reduzieren den Lärm um fast 50% und die Vibrationen um nahezu 90%. Im Gespräch mit den dSPACE NEWS berichtet Dieter Roth, Versuchsleiter bei Eurocopter, über seine bisherigen Erfahrungen mit dSPACE-Werkzeugen bei der Entwicklung dieser Technik.

## **Können Sie kurz erläutern, worum es beim Piezoklappenrotor geht?**

Hubschrauber entwickeln oft eine Art „Knattergeräusch“, das durch die Kollision eines Rotorblattes mit der Wirbelschleppes des vorhergehenden Rotorblattes entsteht. Dieser Lärm ist beim Landeanflug besonders stark, weil ein Rotorblatt dann komplett in die Wirbelschleppes eintauchen kann. Ein anderes Problem sind Vibrationen, die während des ganz normalen Reiseflugs auftreten. Ihre Ursache liegt darin, dass sich das nach vorne drehende Rotorblatt aufgrund der Addition von Drehgeschwindigkeit des Rotors und Fluggeschwindigkeit des Hubschraubers schneller durch die Luft bewegt und daher einen höheren Auftrieb erfährt als das nach hinten drehende Rotorblatt. Die Folge ist ein Auf- und Abschlagen der

Rotorblätter während des Umlaufs, das sich in Form von Vibrationen auf die Kabine überträgt.

Mit den piezoelektrischen Klappen in den Rotorblättern minimieren wir den Lärm und die Vibrationen. Beim Landeanflug lenken die Klappen die Luftwirbel am nachfolgenden Rotorblatt vorbei, beim Reiseflug erzeugen

*„Sollte ich Schulnoten vergeben müssen, würde ich für die dSPACE-Entwicklungsumgebung glatt eine 1+ ansetzen.“*

**Dieter Roth, Eurocopter Deutschland**

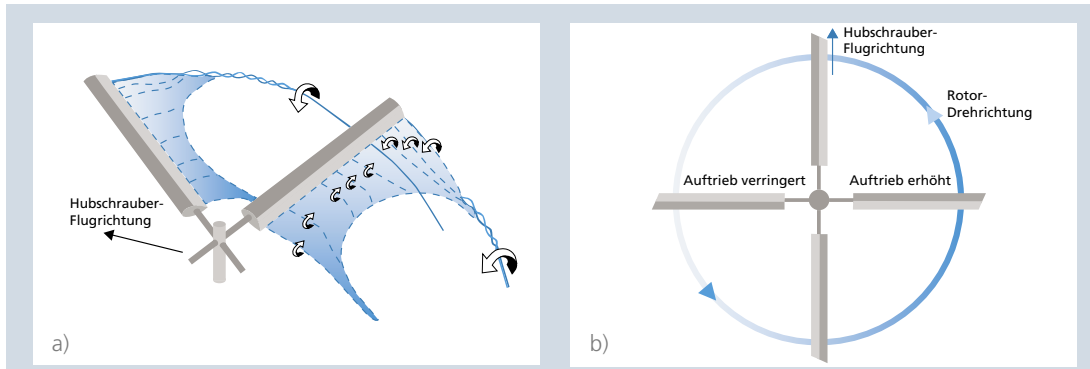
ihre Ausschläge Zusatzkräfte, die den Vibrationen entgegenwirken. Die ca. 35 Klappenausschläge pro Sekunde steuern wir mit einem dSPACE-Prototyping-System.

## **Im Rennen um adaptive Rotorsysteme haben Sie die starke Konkurrenz aus den USA und Japan hinter sich gelassen. Welche Rolle spielen dabei die dSPACE-Werkzeuge?**

Eine entscheidende Rolle. Denn da wir sehr viele unterschiedliche Regelungsaufgaben mit unserem Versuchshubschrauber durchführen wollen, müssen wir entsprechend flexibel in der Programmierung sein. Hier können die dSPACE-Werkzeuge ihre Stärken voll ausspielen: Reglerentwürfe unter MATLAB®/Simulink® lassen sich einfach umsetzen und anschließend sehr leicht über ControlDesk bedienen. Alle deklarierten Variablen sind verfügbar und vor allem online veränderbar. Der Zugriff auf die Hardware ist sehr einfach und auch die Überwachung der einzelnen Tasks – bei uns zum Teil drei Tasks mit verschiedenen Abstraten – ist hervorragend gelöst.



► Dieter Roth, Versuchsleiter bei Eurocopter Deutschland: „Die dSPACE-Werkzeuge spielen bei unseren Regelungsaufgaben eine entscheidende Rolle.“



▲ Die Ursache des Lärms beim Landeanflug liegt in den Rotorblatt-Luftwirbel-Kollisionen (a). Der Grund für die starken Vibrationen beim Reiseflug ist der unterschiedliche Auftrieb des nach vorne und des nach hinten drehenden Rotorblattes (b). Beide Probleme hat Eurocopter mit Zusatzklappen im Rotorblatt minimiert.

**Wie läuft die Zusammenarbeit von dSPACE-Werkzeugen mit anderen Produkten?**

Wir versuchen möglichst viele dSPACE-Komponenten zu verwenden, haben allerdings auch zum Teil andere Hardware-Komponenten, die wir nicht direkt mit unseren dSPACE-Werkzeugen „verheiraten“ können. Allerdings war die Unterstützung für die Lösung solcher Probleme durch den dSPACE-Support bisher immer hervorragend.

**Wie ist Ihr Gesamteindruck von der Entwicklungsumgebung mit dSPACE-Werkzeugen?**

Sollte ich Schulnoten vergeben müssen, würde ich da glatt eine 1+ ansetzen. Wir hatten schon öfter Probleme mit anderer Hardware, jedoch bis jetzt noch nicht mit dSPACE-Werkzeugen.

**Gibt es schon Pläne, die Piezoklappen auch zur Primärsteuerung von Hubschraubern einzusetzen?**

Dazu läuft derzeit das vom Bundesforschungsministerium geförderte Projekt INROS (INnovative Rotor-Steuerung). Geplant ist dabei ein zweigleisiges Vorgehen: Wir wollen Teile der Primärsteuerung – Steuerstangen und Taumelscheibe – durch eine Kombination von Aktoren ersetzen, unterstützend aber auch die Piezoklappen einsetzen. Ein Baumuster für den Rotorprüfstand soll bis Ende 2009 fertiggestellt sein.

**Wird der Elektronikanteil in Hubschraubern in Zukunft weiter ansteigen?**

Allerdings. Derzeit haben wir beispielsweise einen „Sonderhubschrauber“ für das DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) gebaut. Dieser Hubschrauber hat eine neuartige „Fly by Light“-Steuerung und wird von

Computern überwacht. Auch das Thema Flugregelung wird immer stärker in den Vordergrund rücken, wobei dort natürlich sicherheitskritische Aspekte beachtet werden müssen.



**Gibt es noch weitere Projekte, bei denen Eurocopter dSPACE-Werkzeuge einsetzt?**

Ja, derzeit laufen noch zwei weitere Projekte: Eine neue moderne Flugregelung (AFCS) für den militärischen Transporthubschrauber CH53 sowie die Anwendung eines aktiven Kraftgenerators anstelle von passiven Tilgern in der Hubschrauberzelle zur Vibrationsminimierung namens ACSR (Active Control of Structural Response).

▲ Die Rotorblattspitze mit den Zusatzklappen. Die ca. 35 Klappenausschläge pro Sekunde regelt Eurocopter mit Hilfe eines dSPACE-Prototyping-Systems.

**Was steht in Zukunft an, planen Sie schon weitere Projekte?**

Derzeit entwerfen wir Regelalgorithmen, um eine Rotorstabilisierung zur Dämpfungserhöhung zu realisieren. Damit könnte in Zukunft auf passive Dämpfungsmaßnahmen verzichtet werden, wodurch sich wiederum Kosten und Wartungsaufwand verringern. Außerdem untersuchen wir auch eine sogenannte Leistungssteigerung im schnellen Vorwärtsflug bzw. im Kurvenflug bei hohen Lastvielfachen. Dabei wird der in diesen Flugzuständen sehr hoch belastete Rotor durch eine geeignete Ansteuerung entlastet, was neben verminderten Vibrationen auch einen verminderten Leistungsbedarf bewirkt.

**Herr Roth, wir danken Ihnen für das Interview!**