

Schweiz CHF 12.80
Europa € 9,10

www.helico-revue.com

Nr. 114

HELICO
REVUE

RC & FULL SIZE HELICOPTER MAGAZINE

HELICO

REVUE

DRF Christoph München

NOVEMBER – DEZEMBER 2014



Haliavscale in Lodrino



Air14 in Payerne/VD



CH47F in Holland



4 199160 309101



**Martin Stucki, CEO,
marengo swisshelicopter AG**

100 % Drehzahl

In der Helikopterentwicklung ist Bodenresonanz eines der wohl meistgefürchteten Phänomene. Bodenresonanz entsteht wenn die Frequenz der Rotordrehzahl in Kombination mit der Schwenkfrequenz die Zelle, welche auf dem Landegestell steht, anregt. Man vermeidet Bodenresonanz indem man genügend Dämpfung in die Schwenkbewegung und in das Landegestell einbaut. Zusätzlich legt man das Landegestell so aus, dass die Eigenfrequenzen der Zelle am Boden nicht mit den kritischen Frequenzen des Rotorkopfes zusammenfallen. Leider haben die Frequenzen durch viele Faktoren die Tendenz in den falschen Bereich zu fallen. Und dann hilft wieder nur Dämpfung. Vor allem im Bereich des Rotorkopfes möchte man vermeiden mechanische Dämpfer einzusetzen, da diese stark belastet werden. Man verwendet darum elastische Dämpfer aus Elastomeren welche einfach aufgebaut sind aber nicht beliebig hohe Dämpfungswerte liefern.

Die verschiedenen Faktoren sind der Grund dafür, dass man zwar sehr viel tun kann um den Helikopter frei von Bodenresonanz zu entwickeln, dass man aber irgendwann den Helikopter testen muss um sicher zu sein, dass er frei von Bodenresonanz ist. Die ersten Antworten über die Dämpfung am Rotor haben uns die Tests am „Whirltower“ geliefert. Durch Bewegung mit dem „Stick“ wurden die Rotorblätter in Schwenkrichtung angeregt, aus den Ausschwingkurven konnte dann die tatsächliche

Schwenkfrequenz und Schwenkdämpfung gemessen werden.

Wir waren mit den erreichten Resultaten zufrieden. Währendem der „Whirltower“ eine stabile Plattform für die Messungen darstellt ist der Rotor auf dem eigentlichen Helikopter dann viel weicher „aufgehängt“. Jetzt bewegen sich nicht nur die Blätter am Kopf sondern es bewegt sich auch die Zelle zum Boden und zum Kopf. Bei einem neuen Helikopter bei dem man die Phasenverschiebung für das Aus-



Letzte Handgriffe am Helikopter vor einem Bodentest



Briefing vor dem Test mit allen Beteiligten



Volle Konzentration während dem Test

wuchten nicht kennt, heisst das auch, dass man für die ersten Runs nur durch ausprobieren die genaue Lage der Wuchtgewichte ermitteln kann. Da die Phasenverschiebung sich über die Drehzahl verändert, ist es notwendig einen akzeptablen Wuchtstand einzufrieren und mit diesem, sofern er sich nicht allzu stark verschlechtert, die Bodenresonanzversuche zu fahren. Für unseren Hubschrauber waren wir sicher, dass wir mindestens bis 80 % Drehzahl keine Tendenzen für Bodenresonanz haben. Darüber haben wir die Drehzahl in kleinen Schritten, in denen die Dämpfung gemessen wurde, erhöht. Kleine Schritte bedeutet zwischen einem und 2 Prozent Drehzahl. Je nachdem wie kritisch die Bereiche aus den Berechnungen bekannt waren.

Aus der Industrie kennt man auch für die Bodenversuche das Vorgehen mit dem „Stickwhirl“ um die Schwenkbewegung und die Zelle anzuregen und um messbare Daten zu erhalten. Es ist nicht ganz einfach mit diesem Vorgehen eine saubere Anregung zu produzieren. Nach einigen internen Diskussionen haben wir dann eine Methode gewählt in der wir die Zelle direkt mit einem Kabel am Schwanz des Helikopters angeregt haben. Uns war diese Methode durch Modellversuche bekannt. Erstaunlicherweise hat die etwas primitiv und exotisch anmutende Methode hervorragende Messresultate geliefert.

Nach mehreren Bodenläufen bis 80 % Drehzahl mit Tests, gewissen Modifikationen, Tests, Ins-



Testvorbereitung im „Kontrollraum“



SKYe SH09 Bodentest

pektionen, Bodenläufen, in denen wir das Tracking verbessert hatten und soweit wie möglich den Rotor ausgewuchtet haben, war es dann soweit.

Bei guten Windverhältnissen wird der Helikopter auf dem Groundrunplatz am Boden fixiert. Die ganze Crew wurde wie immer vor einem Groundrun gebrieft. Der Inhalt des Briefings beinhaltet die Konfiguration des Helikopters, das genaue Testprogramm, das Vorgehen im Falle eines Problems oder eines Notfalls und die Parametergrenzen für den Test. Auf mehreren Bildschirmen werden die kritischen Parameter dargestellt und von den Lead-Ingenieuren überwacht.

In einem ersten Testlauf wurde die Rotordrehzahl mittels direktem Einfluss auf das FADEC in zwei Prozentschritten von 80 % auf 90 % erhöht. In jedem Schritt wurde einerseits die Vibrationen am Rotor als auch die Ausschwingkurven der Schwenkbewegung und der Zellenbewegung gemessen. Die Ausschwingkurven wurden direkt für jeden Schritt am Bildschirm beurteilt, damit die nächste Erhöhung freigegeben werden konnte. Bei 90 % wurde die Turbine gestoppt um die Daten vertieft zu analysieren. Ein Debriefing wurde durchgeführt.

Die vertiefte Analyse der Daten ergab keinen Grund den nächsten Testlauf von 90 bis 100 % zu verschieben. Nach einem erneu-

ten Briefing wurde der Helikopter in 3 Schritten mit erneuten Messungen vom Leerlauf auf 80 %, 85 % und dann 90 % hochgefahren. In ein bis zwei Prozent Schritten wurde die Drehzahl wie bewährt von 90 % auf 100 % erhöht.

Ein erster Meilenstein 100 % Drehzahl! Konzentriert wurde der Test abgeschlossen, der Helikopter heruntergefahren und der Test mit Debriefing abgeschlos-

sen. Nach dem alles zusammengeklärt war wurde das Ergebnis des Tests begossen. Eine riesige Leistung des ganzen Teams.

Neben den erfolgreichen Bodentests ist das Entwicklungsteam intensiv daran die letzten notwendigen Dokumente an die Behörden zu liefern. Jede Änderung an der Konfiguration des Helikopters muss dokumentiert werden. Mit der Erreichung von 100 % Drehzahl in Kombination

mit allen bevor und danach durchgeführten Tests und Modifikationen und der erstellten Dokumentation haben wir die meisten Voraussetzungen für den Erstflug erfüllt. In den nächsten Tagen geht es jetzt darum, noch die letzten Hürden zu überwinden. Wenn keine gravierenden Probleme mehr auftauchen gehen wir davon aus, dass wir in relativ kurzer Zeit die Bodentests in den Erstflug überführen können. ■



1st airborne on October 2nd 2014 in Mollis

