

Entwicklung und Fertigung eines dynamischen Windkanalmodells

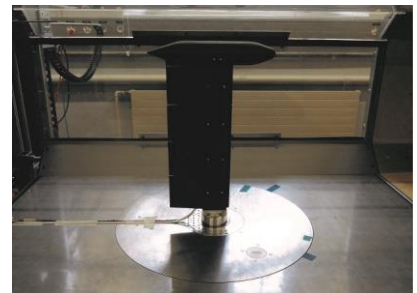
In der Disziplin der Leichtbautechnik im Bereich der Aviatik sind Windkanalmodelle sehr gefragt. Mit solchen Modellen werden zum Beispiel Strömungen analysiert oder Kräfte gemessen. Ausserdem wird versucht, die Realität mithilfe numerischer Berechnungen abzubilden. Die so berechneten Daten können dann mit den Modelldaten verglichen werden, um die Genauigkeit der numerischen Methode zu überprüfen. Ein Grossteil der Modelle zeichnet sich durch hohe Steifigkeit aus. Im Unterschied dazu haben dynamische Windkanalmodelle eine nachgiebige Struktur, die sich in niedrigen Eigenfrequenzen des Systems auswirkt. Unter Ausnutzung dieser Eigenschaft wird versucht, ein Modell zu bauen, das das Flattern ab einer gewissen Windgeschwindigkeit reproduziert. Bei diesem Flutterphänomen überlagern sich Biege- und Torsionsschwingung, wodurch sich ein selbsterregendes System bildet. Ein Kern bildet die Basis, der die Steifigkeit des Windkanalmodells vorgibt, wobei die Flügelsegmente lediglich die aerodynamischen Kräfte weiterleiten. Dabei ist eine sorgfältige Auslegung des Kerns notwendig. Für den Entwurf des Modells werden Ideenskizzen auf Basis eines Kreuzprofils erstellt, wobei vorab entschieden worden ist, dass am Flügel bewegliche Wölbklappen angebracht werden, die bei Bedarf blockiert werden können. Durch einen Motor lässt sich zusätzlich ein Gewicht im oberen Teil des Modells verschieben, sodass sich die Frequenzen fein einstellen lassen. Das Windkanalmodell zeichnet sich durch vier Flügelsegmente und einem Tank im oberen Bereich aus. Das entwickelte System wird anschliessend im ANSYS überprüft. Dabei liegen Biege- und Torsionsfrequenzen zwischen 2 und 3 Hz, wobei die Torsionsfrequenz etwas höher ist als die Biegefrequenz.

Das Resultat zeigt, dass die Torsionsfrequenz mit Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit ab- und die Biegefrequenz zunimmt. Bei einer Geschwindigkeit von etwa 10 m/s schneiden sich die Frequenzen und es entsteht ein Flattern. Werden die beweglichen Wölbklappen gelöst, neigt die Flutterfrequenz dazu, die Eigenfrequenz der Wölbklappen anzunehmen. Wird das Gewicht bei einer Strömungsgeschwindigkeit von 11 m/s mit blockierten Wölbklappen in Richtung Mitte verschoben, entkoppeln sich die zwei verschiedenen Schwingungsmodes ab einem Punkt. Aus den Messungen ist zudem zu erkennen, dass die Amplituden im Flatterzustand konstant sind. Dieses Phänomen wird Limit Cycle Oscillation (LCO) genannt und konnte mit geringen Kosten in kurzer Zeit erreicht werden.

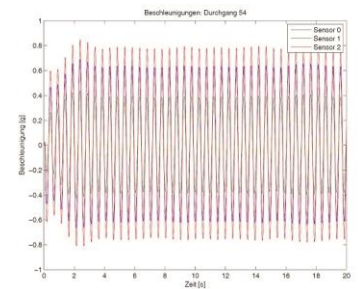


Diplomierende
Ramon Schweizer
Flavio Vonnüti

Dozent
Marcello Righi



Modell im Windkanal



Gemessene Limit Cycle Oscillation