

# Luftlastsimulation am Airbus A380

- Tests der Vorflügel- und Landeklappen-ansteuerung des Airbus A380
- Simulation realer Luftlasten
- Multiprozessor-system aus DS1005 PPC Boards

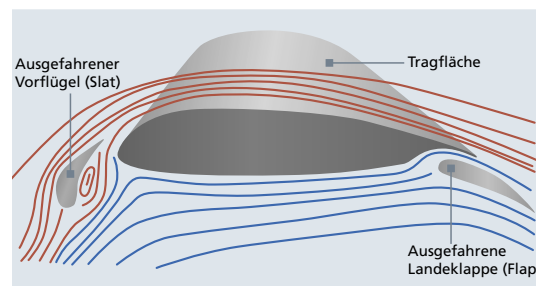
Mit Hilfe ausfahrbarer Klappensysteme sind Verkehrsflugzeuge in der Lage, den Auftrieb an den Tragflächen bei Bedarf zu erhöhen. Auf diese Weise wird ein extremer Langsamflug möglich, der besonders die Start- und Landephase erleichtert. Als größtes Passagierflugzeug der Welt verfügt der Airbus A380 über ein besonders komplexes System solcher Vorflügel und Landeklappen. Innerhalb des Prüfstands für dieses so genannte „High-Lift“ (Hochauftriebs)-System setzt Airbus auch ein Multiprozessorsystem aus DS1005 PPC Boards ein.

## Hoher Auftrieb bei kleiner Geschwindigkeit

Ein High-Lift-System besteht aus ausfahrbaren Klappen an der Vorder- und Rückseite eines Flugzeugflügels. Diese Vorflügel (Slats) bzw. Landeklappen (Flaps) erhöhen die Wölbung der Tragfläche und damit auch den Auftrieb. Mit ausgefahrenen Klappen kann ein Flugzeug daher bei gleichem Auftrieb deutlich langsamer fliegen, wodurch sich zum Beispiel bei Start und Landung der Rollweg erheblich verkürzt.

## Der High-Lift-Prüfstand

Die Anlage zum Testen der A380-High-Lift-Komponenten ist die größte Versuchsanlage von Airbus am Standort Bremen. Dort ist das komplette Vorflügel- und Landeklappensystem mit allen Antrieben in Originalgröße aufgebaut. Die Ingenieurgemeinschaft IgH (Essen), spezialisiert auf die Entwicklung von Sonderprüfsystemen, realisierte die Steuerung der Anlage.



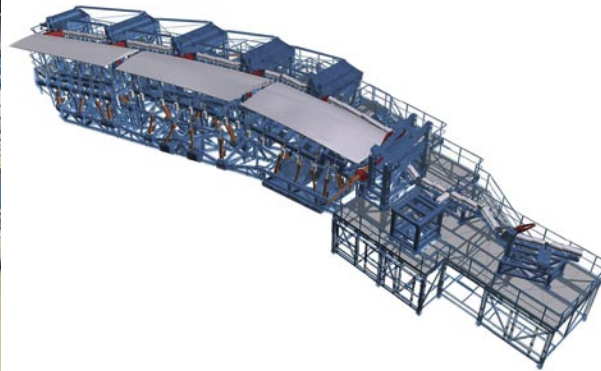
▲ Schematische Darstellung des Strömungsprofils bei ausgefahrenen Vorflügeln und Landeklappen. Durch die größere Wölbung vergrößert sich der entstehende Auftrieb.

Die Aufgabe besteht im Kern in der kontrollierten Ansteuerung hydraulischer und pneumatischer Zylinder,



▲ Der Airbus A380 während der Landephase. Ausfahrbare Klappen an den Tragflächen erhöhen den Auftrieb und ermöglichen einen extremen Langsamflug.

welche die variierenden aerodynamischen Luftlasten nachbilden. Bei der Vorflügel-Versuchsanlage sorgt ein zentraler Hydraulikmotor (5000 PSI) über Gelenkwellen und Antriebe für das Ein- und Ausfahren der Vorflügel. Um hierbei die Luftlasten eines realen Fluges zu simulieren, wird die jeweils gewünschte Druck- oder Zugkraft mit Hilfe von Hydraulikzylindern an den Antrieben erzeugt. Die Anlage kann insgesamt Kräfte von bis zu 600 kN (eine Flügelhälfte) in das Vorflügel-System einleiten. Der notwendige Stahlbau der Vorflügel-Versuchsanlage weist entsprechende Dimensionen auf: Länge 60 m, Höhe 3,9 m, Tiefe 4,5 m, Gewicht etwa 50 Tonnen. Auch die Landeklappen-Versuchsanlage arbeitet mit Originalbauteilen. Dort wirken, über die Flächen verteilt, insgesamt 46 Pneumatikzylinder. Die Anlage kann bis zu 800 kN (eine Flügelhälfte) in das Landeklappen-System einleiten. Auch hier sind die Abmessungen beeindruckend: Länge 34,8 m, Höhe 7,2 m, Tiefe 8 m, Gewicht etwa 155 Tonnen.



▲ Der High-Lift-Prüfstand zum Testen des Vorflügel- und Landeklappensystems. Die Luftlasten eines realen Fluges werden durch Hydraulikzylinder simuliert.

## Simulation der Luftlasten

Im Versuchsbetrieb wird die Klappenstellung mit Hilfe eines Original-Bedienelements aus dem Cockpit des A380 vorgegeben. Aus der über Positionsgeber ermittelten Klappenstellung ergibt sich die Flugphase und damit die aktuelle hochdynamische Lastsituation, die von der Steuerung kontrolliert werden muss.

*„Wir sind froh, dSPACE in Kombination mit MATLAB/Simulink eingesetzt zu haben. Dies ermöglicht uns die notwendige Flexibilität beim Testen zu erreichen und uns neuen Testszenerarien schnellstmöglich anzupassen.“*  
*Christian Tillmann, Airbus Mitarbeiter in der Abteilung High Lift Test (Bremen)*

Bei Langzeitversuchen simuliert die Steuerung das Signal des Bedienelements. Zu diesem Zweck enthält sie einen programmierbaren Sequenzgenerator, der unterschiedliche Versuchszyklen in beliebiger Wiederholung ermöglicht. Die Eingabe der Luftlasten erfolgt über Lastwerttabellen. Diese werden als kommaseparierte Listen geliefert und dem laufenden System über ein Python-Script übermittelt, das mit der dSPACE Real-Time Library (RTLib) kommuniziert.

## Herausforderung Komplexität

Die größte Herausforderung bei der Realisierung der Steuerung liegt in der Komplexität der Struktur des zu kontrollierenden Systems. Insgesamt müssen über 750 digitale und analoge Ein- und Ausgangssignale mit Taktfrequenzen von 500 beziehungsweise 1000 Hz verarbeitet werden. Teils liegen diese Signale direkt leitungsgebunden vor, teils werden sie über PROFIBUS trans-

portiert. Der PROFIBUS wird zudem genutzt, um einem externen Loggingsystem laufend alle relevanten Daten zu liefern und eine kontinuierliche Zeitsynchronisation zu gewährleisten. Die Steuerung hat neben der Simulation der Luftlasten noch weitere Aufgaben: Sie kontrolliert die Versorgung der Versuchsanlage mit Mineralöl und die Versorgung der flugzeugseitigen Antriebe mit Hydrauliköl (Skydrol). Alle Funktionen der Steuerung werden über eine grafische Oberfläche kontrolliert, die in ControlDesk gestaltet ist. Die Gestaltung der Oberfläche ist daran orientiert, einen möglichst flexiblen Versuchsbetrieb zu ermöglichen und dem Anwender jederzeit alle erforderlichen Informationen übersichtlich zu präsentieren.

Die komplette Steuerung basiert auf zwei DS1005 PPC Boards, sechs DS2003 Multi-Channel A/D Boards sowie zwei DS2001 High-Speed A/D Boards, die Dauerbetriebs-eigenschaften aufweisen müssen.

## Unter Last bewährt

Die modulare dSPACE-Hardware hat sich sehr gut bewährt, da sie sich seit zwei Jahren im Dauereinsatz befindet und bis zum heutigen Zeitpunkt keine Schwäche gezeigt hat. Die Entwicklung der Steuerungsfunktionen mittels MATLAB®/Simulink® hat sich als vorteilhaft erwiesen. Schließlich ist der kompetente Support hervorzuheben, der insbesondere bei anspruchsvollen Teilaufgaben wertvolle Unterstützung liefert.

*Richard Hacker und Dr.-Ing. Torsten Fink*  
*Ingenieurgesellschaft IgH, Essen*  
*Deutschland*