

Fliegen mit dem Eisernen Vogel

- **Prüfstand für neue Aktuator-konzepte bei DLR**
- **Multiprozessor-umgebung mit DS1005 PPC Boards**
- **Realistische Simulation von Flugmanövern**

Statistisch gesehen ist ein Hauptgewinn im Lotto erheblich wahrscheinlicher als ein Flugzeugabsturz aufgrund eines Systemausfalls. Diese Sicherheit entsteht unter anderem durch umfangreiche Tests, die Flugzeugsysteme bereits am Boden absolvieren müssen – lange bevor der Flugzeugprototyp zum ersten Mal abhebt. Das DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) entwickelt momentan mit Hilfe von dSPACE-Equipment einen Prüfstand, dessen besonderes Merkmal die Flexibilität im Hinblick auf die Entwicklung zukünftiger Flugzeugsysteme ist.

Höherer Hydraulikdruck – Neue Aktuatoren

In Verkehrsflugzeugen sind alle sicherheitsrelevanten Systeme – beispielsweise die Hydrauliksysteme zur Energieversorgung von Höhen-, Seiten- und Querruder – standardmäßig mehrfach vorhanden.

hydrostatische Aktuatoren (EHAs), das heißt Aktuatoren mit einer eigenen, integrierten Hydraulikversorgung, zu ersetzen (so zum Beispiel auch im neuen Airbus A380). Denn mit diesen Aktuatoren der neuesten Generation in Verbindung mit einer Reduktion der zentralen Hydrauliksysteme lässt sich Gewicht und damit Kerosin einsparen.

Dieser Trend verfolgt das Konzept des „More Electrical Aircraft“, welches das Ziel hat, die verschiedenen Energiesysteme (Hydraulik, Pneumatik, Elektrik) auf möglichst eins – das Elektriksystem – zu reduzieren. Das Ergebnis wäre eine Reduktion von Systemkomplexität und Gewicht. Um für diese neuen Aktuator-konzepte gerüstet zu sein, konzipieren wir mit Hilfe von dSPACE-Equipment einen



▲ Mit dem Prüfstand am DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) lässt sich eine Vielzahl von Flugsituationen simulieren. Rechts im Bild die verschiedenen Ruderflächen, links das Cockpit vor der Projektionswand.

Dieses Prinzip der redundanten Systemarchitektur sorgt für maximale Sicherheit, denn ein Totalausfall aller Systeme, am Beispiel der Hydraulikversorgung sind dies meist drei unabhängige Systeme, ist extrem unwahrscheinlich. Weil Gewichtersparnis oberstes Gebot der Flugzeugbauer ist, geht die Entwicklung momentan dahin, den Druck in diesen Hydrauliksystemen von den üblichen 3000 psi auf 5000 psi oder mehr zu erhöhen – denn ein höherer Hydraulikdruck erlaubt kleinere und leichtere Aktuatoren.

Das „More Electrical Aircraft“

Ein weiterer Trend geht dahin, die hydraulischen Aktuatoren mehr und mehr durch elektrische oder elektro-

Prüfstand, der allen absehbaren Entwicklungen Rechnung trägt und den Test unterschiedlichster Aktuatoren in verschiedensten Konfigurationen erlaubt.

Wichtigstes Hilfsmittel: Der „Eiserne Vogel“

Typischerweise bewegen sich Verkehrsflugzeuge mit Geschwindigkeiten von 800-900 km/h in einer Höhe zwischen 8 und 12 Kilometern. Um trotz dieser Randbedingungen bereits am Boden authentische Systemtests zu realisieren, sind spezielle Prüfstände nötig, so genannte „Ironbirds“. Dieser „eiserne Vogel“ besteht aus einem Stahlrohrgerüst, das in seinen Umrissen einem Flugzeug ähnelt. An diesem Gerüst finden sich

praktisch alle systemrelevanten Komponenten wieder. Mit einem Ironbird lassen sich viele der während eines Fluges denkbaren Situationen realistisch nachbilden. Aerodynamische Lasten werden bei einem Ironbird beispielsweise durch Lastzylinder an den Ruderflächen simuliert.

Realistische Flugsimulationen am Boden

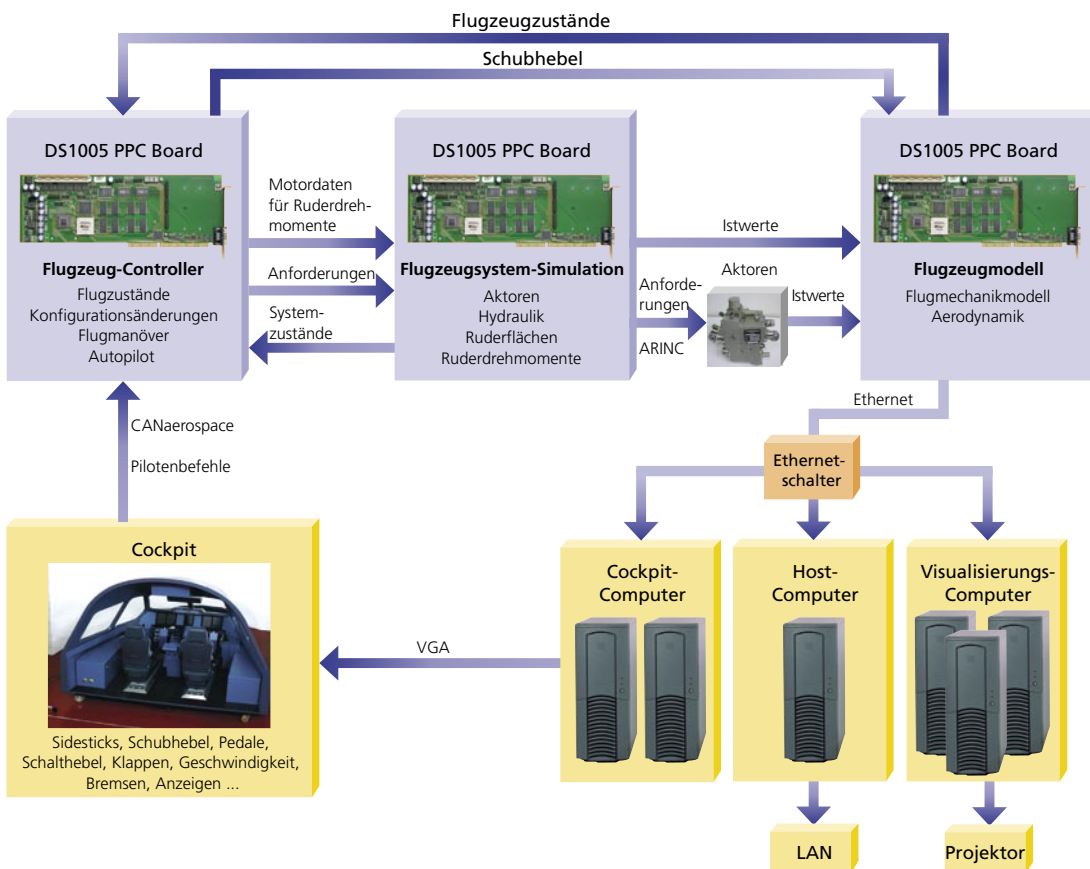
Mit Hilfe des Prüfstands sollen neue Flugsteuerungskonzepte und Systeme entwickelt und getestet werden. Der Prüfstand ist so konzipiert, dass ein Großteil aller denkbaren Flugsituationen durchgespielt und eine Vielzahl von Fehlern in den Bereichen Hydraulik, Elektrik, Flugregelung und Aktuatorik simuliert werden können. Beispiele für Fehlerfälle sind Druckänderungen in der Hydraulik sowie der Ausfall diverser Komponenten. Der Prüfstand bietet folgende Möglichkeiten für Tests von Flugsteuerungssystemen:

- Nachbildung von Flugzeughydrauliksystemen mit Drücken bis zu 5000 psi
- Test von Aktuatorssystemen der neuesten Generation sowie verschiedener Konfigurationen
- Realistische Simulation der realen Flugbedingungen durch Integration von Lastzylindern
- Entwicklung und Test neuartiger Stellsysteme
- Anbindung einer Cockpitsimulation zur Realisierung von „Closed-Loop“-Untersuchungen

Simulationsumgebung mit dSPACE-Hardware

Für die Simulationsumgebung setzen wir unter anderem drei DS1005 PPC Boards sowie diverse I/O-Karten von dSPACE ein. Jedes der DS1005-Boards erfüllt eine spezielle Aufgabe, wie zum Beispiel Berechnungen für die Echtzeitsimulation von Flugmanövern, Hydrauliksystem oder Leitwerken, oder auch Autopilotfunktionen wie automatische Landungen. Die Boards lassen sich komfortabel per MATLAB®/Simulink® für ihre unterschiedlichen Aufgaben konfigurieren und Änderungen der Regelung sind durch Änderungen am Simulink-Modell ebenfalls schnell realisierbar. Der modulare Aufbau der Simulationsumgebung macht es ohne großen Aufwand möglich, weitere DS1005-Boards und I/O-Karten hinzuzufügen oder auszutauschen und so eine maßgeschneiderte Multiprozessorumgebung für ein weites Spektrum an Aufgaben zu realisieren. Die dSPACE-Komponenten bieten auf diese Weise genau die Flexibilität, die wir brauchen, um den Prüfstand mit wenig Aufwand an neue Aktuatorik-Konzepte und Flugzeugtypen anpassen zu können.

*Holger Spangenberg
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
Deutschland*



◀ Die Multiprozessorumgebung aus drei DS1005 PPC Boards leistet Berechnungen unter anderem für die Echtzeitsimulation von Flugmanövern, Hydrauliksystem oder Leitwerken, oder auch Autopilotfunktionen wie automatische Landungen.