

Bremsen bei Vollgas

➤ **Entwicklung des Schubumkehrsystems ETRAS® für den Airbus A380**

➤ **Reglerentwicklung mit dSPACE-Prototyping-System gemäß dem Sicherheitsstandard DO-178B Level A**

➤ **Erstes voll-elektrisches Schubumkehrsystem in der Verkehrsfliegerei**

▼ *Das Schubumkehrsystem ist eines der Triebwerksgondelmodule (Außendurchmesser ca. 4 m). Die Regelalgorithmen der Schubumkehr wurden mit einem dSPACE-Prototyping-System entwickelt.*

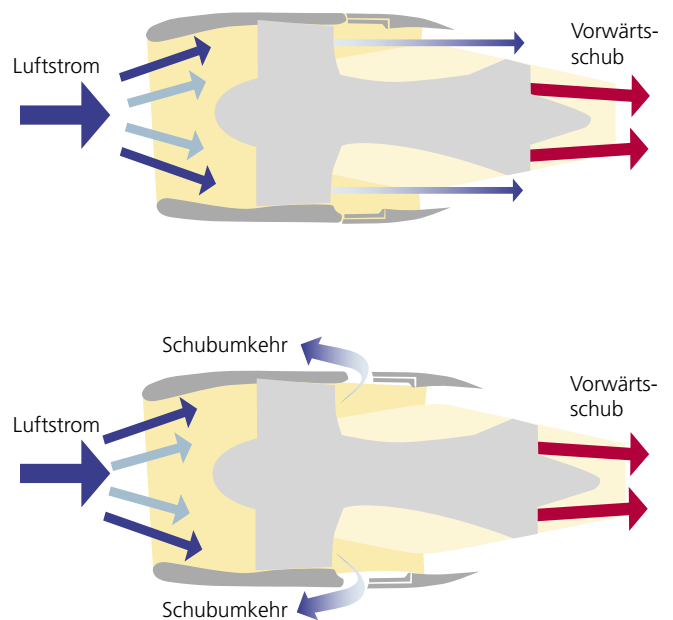
Beobachtet man als Passagier bei der Landung eines Verkehrsflugzeuges die Triebwerke genauer, so kann man den Effekt der Schubumkehr hautnah miterleben: Sofort nach dem Aufsetzen öffnet sich ein Spalt in der Triebwerksverkleidung, durch den ein Teil der vom Triebwerk eingesaugten Luft wieder nach vorne austritt und das Flugzeug abbremst. Für die Entwicklung des Schubumkehrsystems ETRAS® des Airbus A380 setzte Hispano-Suiza, ein Unternehmen der SAFRAN-Gruppe, ein dSPACE-Prototyping-System ein. ETRAS® ist ein vollelektrisches System, ohne hydraulische oder pneumatische Komponenten – eine Premiere in der Verkehrsfliegerei.

Wozu Bremsen per Schubumkehr?

Die Schubumkehr dient bei Flugzeugen als zusätzliches Bremsssystem, das die mechanischen Radbremsen entlastet und so für einen verkürzten Bremsweg sorgt. Auch bei Regen, Eis und Schnee ist die Schubumkehr hilfreich, denn die Radbremsen können dann einen Teil ihrer Wirkung verlieren. Zur Schubumkehr öffnet sich beim Airbus A380 sofort nach dem Aufsetzen ein Klappensystem seitlich am Triebwerk, durch das ein Teil der eingesaugten Luft wieder nach vorne austritt. Die Triebwerksschaufeln behalten dabei dieselbe Drehrichtung wie während des Flugs. Der zunächst naheliegende Gedanke, zur Schubumkehr einfach die Drehrichtung der Schaufeln umzukehren und quasi genauso zu bremsen wie ein Schiff auf dem Meer, macht bei einem Flugzeug keinen Sinn. Das Umkehren der Drehrichtung dauert zu lange, das Flugzeug hätte bereits vorher das Ende der Landebahn erreicht.

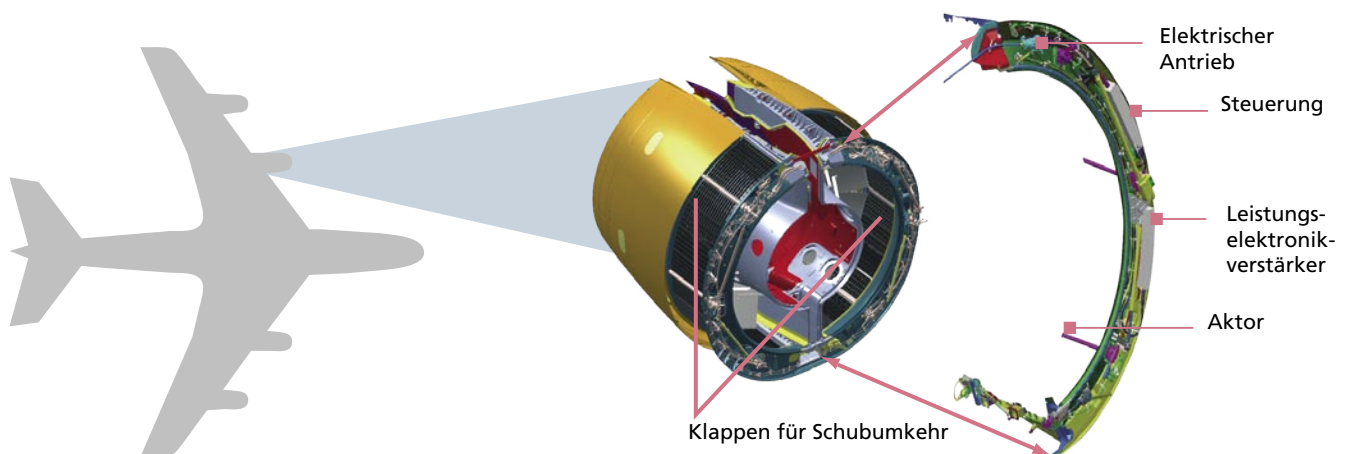
Das vollelektrische ETRAS®-System

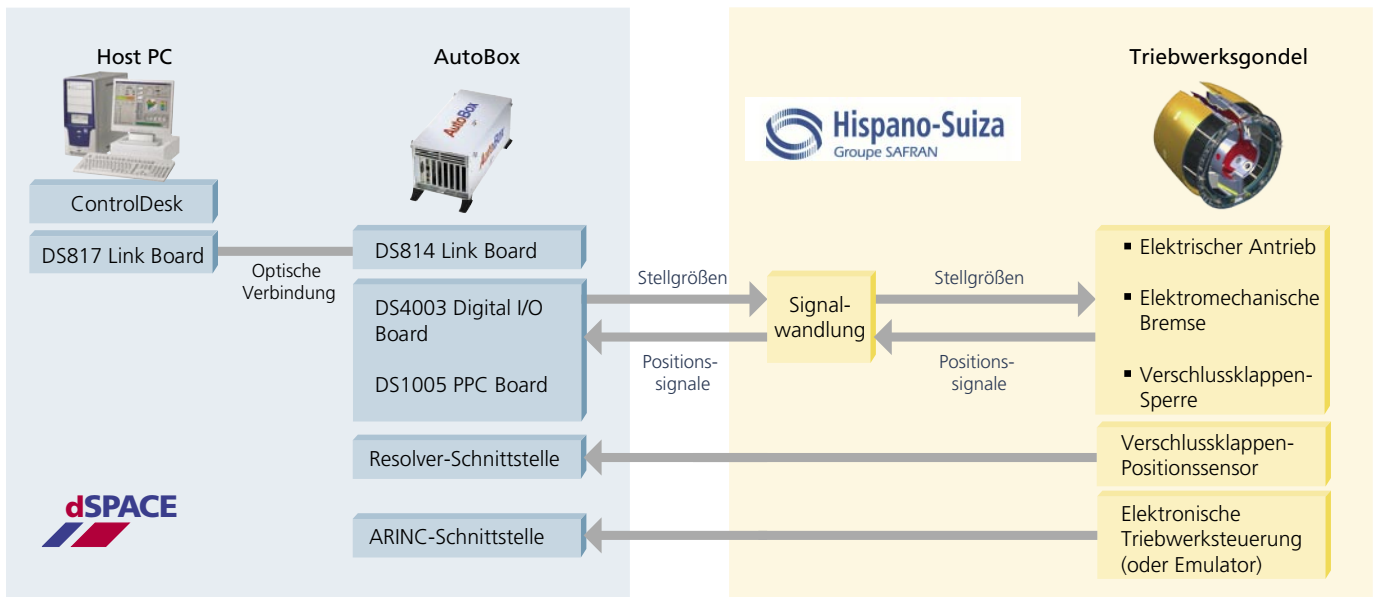
Mit Hilfe des dSPACE-Prototyping-Systems validierten und optimierten wir die Regelalgorithmen für Funktion und



▲ *Zum Bremsen per Schubumkehr (unteres Bild) lenkt ein Klappensystem einen Teil der vom Triebwerk eingesaugten Luft wieder nach vorne um.*

Sicherheit, was die Risiken deutlich reduzierte, die mit der gesamten Triebwerksgondel für ETRAS® (Electrical Thrust Reverser Actuation System) einhergingen. So konnten wir





viel Zeit einsparen und die finale Entwicklung der eingebetteten Software frühzeitig beginnen, die wir dann gemäß dem Luftfahrtstandard DO-178B Level A validierten. Das gemeinsam mit Honeywell entwickelte ETRAS®-System wird auf den Triebwerksgondeln angebracht, die von Aircelle, ebenfalls ein Unternehmen der SAFRAN-Gruppe, für beide Triebwerkstypen des A380 (Rolls Royce Trent 902 und Engine Alliance GP7200) entwickelt und hergestellt wurden. Als sicherheitskritisches System muss das Schubumkehrsystem einige wichtige Anforderungen erfüllen:

- Die Aktivierung der Schubumkehr darf nur am Boden möglich sein.
- Die Schubumkehr muss vom Piloten sofort bei Aufsetzen des Flugzeugs aktivierbar sein.
- Die Stärke und Richtung der Schubumkehr müssen dem Triebwerk und dem Flugzeugtyp angepasst sein.
- Die Schubumkehr muss symmetrisch auf das Flugzeug wirken, damit es nicht zu ungewollter Kurvenfahrt kommt.

Flexible Entwicklungsumgebung

Mit dem dSPACE-Prototyping-System, bestehend im Wesentlichen aus DS1005-, I/O- und Schnittstellen-Boards sowie der Experiment-Software ControlDesk, stand uns eine komfortable Umgebung für die Entwicklung der Algorithmen der Schubumkehrsteuerung des Airbus A380 zur Verfügung. Die Regelalgorithmen wurden mit MATLAB®/Simulink® entworfen und mit der Experimentieroberfläche ControlDesk von dSPACE auf der Prototyping-Hardware ausgeführt. Eine Aufgabe des dSPACE-Prototyping-Systems war es dabei, verschiedene Sensorsignale (inkl. Geschwindigkeit und Position diverser Positioniermotoren, Gewindespindeln und Luft-

stromsensoren) via I/O-Schnittstellen und der auf elektrische Antriebe zugeschnittenen Resolver (Winkelgeber)-Schnittstelle zu erfassen. Basierend auf diesen Größen wurden in Echtzeit die Stellgrößen für die Stärke der Schubumkehr berechnet, um damit die Aktoren anzusteuern.

Auf dem Weg zum „More Electric Aircraft“

Das ETRAS®-System ist das erste in der Verkehrsfliegerei überhaupt, das komplett auf hydraulische bzw. pneumatische Komponenten verzichtet. Mehr Elektrik statt Hydraulik bedeutet weniger Gewicht und damit auch weniger Kerosinverbrauch. Daher werden Flugzeugbauer weltweit diesen Trend hin zum „More Electric Aircraft“ in Zukunft auch bei

„Das dSPACE-Prototyping-System hat sich aufgrund seiner hohen Flexibilität und Reaktivität bei der Entwicklung des ersten vollelektrischen Schubumkehrsystems für Verkehrsflieger (ETRAS®) sehr gut bewährt.“

Nicolas Huttin

anderen Flugzeugsystemen weiter verfolgen. Mit unserer Tool-Landschaft auf Basis eines dSPACE-Prototyping-Systems sind wir für diese Herausforderung bestens gerüstet, denn dank seiner Modularität und flexiblen Konfigurierbarkeit können wir uns auch auf zukünftige Aufgaben mit wenig Aufwand einstellen.

*Nicolas Gazel, Nicolas Huttin, Régis Meuret, Antonio Prata
Hispano-Suiza
Frankreich*

▲ *Der schematische Aufbau der Entwicklungsumgebung mit dSPACE-Equipment.*