

Aufgabenstellung

- Entwicklung des Force-Feedbackkonzeptes für die Ruderdrucksimulation
- Recherche über geeignete Aktoren
- Ausarbeitung von verschiedenen konstruktiven Varianten

Flugzeugsteuerung

Die Steuerung eines Flugzeuges erfolgt über drei Rudereinheiten: Höhen-, Seiten- und Querruder.

Das Höhenruder wird vom Piloten über einen Hebel betätigt und ist verantwortlich für die Nickbewegung des Flugzeuges.

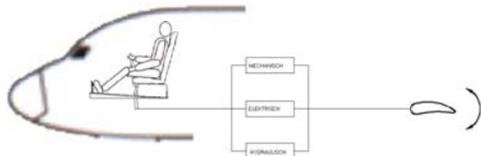
Die Querrudersteuerung erfolgt über ein Control-Wheel und bewirkt eine Rollbewegung.

Das Seitenruder wird über Pedale bedient und löst eine Gierbewegung aus.



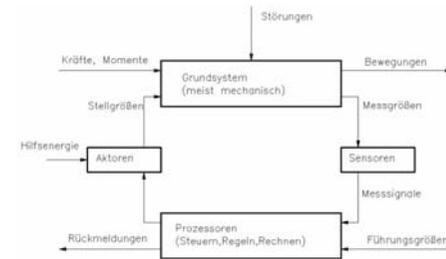
Reales System

Der Pilot im Cockpit bedient die Rudereinheiten. Die Übertragung der Steuersignale und Betätigung des entsprechenden Ruders kann mechanisch, elektrisch oder hydraulisch erfolgen.

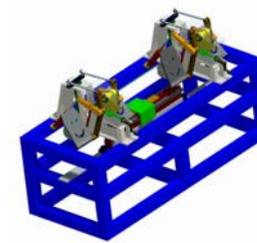
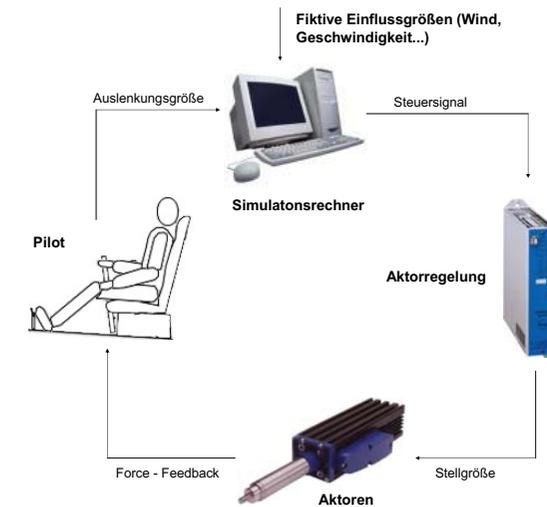


Simulation

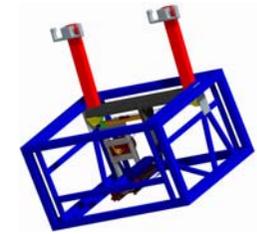
Ein mechatronisches System besteht im Allgemeinen aus einem mechanischen Grundsystem, welches man versucht mit Hilfe von Aktoren in gewünschter Weise zu beeinflussen. Die Reaktion des Systems wird mit Hilfe von Sensoren gemessen und der Prozesseinheit weitergegeben. Die Messsignale werden mit der Führungsgröße verglichen und entsprechende Stellsignale für die Aktoren ermittelt.



Im konkreten Fall werden die Auslenkungen der Steuereinheiten über Sensoren erfasst und an den Simulationsrechner übermittelt. Zusammen mit den von der Software errechneten Umwelteinflüssen wird ein kraftproportionales Steuersignal ermittelt und an die Aktorregelung weitergegeben.



Seitenrudereinheit



Höhen- und Querrudereinheit



Variante rotatorischer Aktor

Das Seitenruderfeedback erfolgt mittels eines rotatorischen Aktors über einen Omega-Antrieb.

Es muss beidseitig eine Spannvorrichtung vorgesehen werden um eine synchrone Stellung beider Pedaleinheiten zu ermöglichen.

Die Bremsdrucksimulation erfolgt über Pneumatikzylinder.



Variante Linearmotor

Das Force-Feedback wird mittels eines Linearmotors realisiert. Die Kraftübertragung erfolgt über einen kombinierten Seil/Zahnriemenzug.



Höhenverstellung der Pedaleinheit

Über einen selbststhemmenden Schneckentrieb wird die individuelle Höhenanpassung gewährleistet.

Konstruktion

Es sollte ein möglichst modularer Aufbau gewährleistet werden weshalb unsere Konstruktion in zwei Teile untergliedert wird:

Höhen- und Querruder sowie Seitenrudereinheit.

Variante Linearmotor

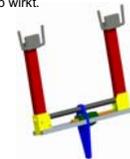
Das Force-Feedback für Höhen- und Querruder wird durch Linearmotoren erzielt.

Der Querruderaktor wird in die Höhenrudereinheit integriert, wodurch eine einfache Konstruktion ermöglicht wird. Die Torsionssteifigkeit der Verbindungsbrücke wird durch Formrohre erzielt.



Variante Linearmotor/rotatorischer Aktor

Das Höhenruderfeedback wird wiederum durch einen Linearmotor erreicht. Der Verbindungsseilzug der Control-Wheels wird durch die Aufhängungsdrehachse geführt, wodurch eine Entkopplung von Höhen- und Querruder erreicht wird. Das Gegenmoment kann über einen extern angebrachten Seilzug aufgebracht werden, auf den ein rotatorischer Antrieb wirkt.



Variante Linearmotor/Servotube

Das Querruderfeedback wird durch einen - in die Konstruktion integrierten - Aktor erzielt, der ähnlich wie ein Hubmagnet wirkt.