



GAIA

AEROSPACE

Studien- oder Masterarbeit

Wiedereintrittssteuerung mittels Schubvektoraktuatorik

Schubvektorsteuerungen stellen einen essentiellen Bestandteil jedes aktiv steuerbaren Trägerraketensystems dar. Im Falle von Flüssigraketenantrieben bestehen diese in der Regel aus zwei linear verstellbaren Aktuatoren und einem Gimbal an dem das Triebwerk um zwei Achsen drehbar gelagert ist. Im Falle von Triebwerksclustern wie sie bei der Erststufe von Falcon 9, Electron und Super Heavy zum Einsatz kommen, besteht die Herausforderung in der Auslegung der Schubvektorsteuerung nicht nur in der schnellen und präzisen Auslenkung der Triebwerke, sondern ebenfalls in der Interaktion der Triebwerke.

Während des Wiedereintritts von wiederverwendbaren Erststufen zeigen die Triebwerke in der Regel in Flugrichtung. Durch die direkte Anströmung der konkaven Glockendüsen werden hohe aerodynamische Widerstände erzielt, die zur Abbremsung der Rakete beitragen. Mit Hilfe der Schubvektorsteuerung lassen sich die Glockendüsen jedoch zusätzlich noch anstellen, womit ein zusätzlicher Auftrieb an den Triebwerken erzielt wird, welcher einen direkten Einfluss auf die Fluglage der Erststufe ausüben kann. Durch das Clustern der Triebwerke lassen sich damit Bewegungen um alle drei rotatorischen Freiheitsgrade der Erststufe erzielen. Aus diesem Grund soll im Rahmen dieser Arbeit die Auswirkung von Schubvektorsteuerungen auf den Wiedereintritt von Erststufen mit entsprechenden Triebwerksclustern näher untersucht werden.

Die Arbeit gliedert sich in die folgenden Arbeitsschritte:

1. Literaturrecherche zu wiederverwendbaren Raketen, Schubvektorsteuerungen, Triebwerksclustern, Flugsimulationen und CFD.
2. Definition eines Wiedereintrittsszenarios mit den entsprechenden Anströmungsbedingungen sowie einer Referenzträgerrakete mit entsprechenden Triebwerksstellungen
3. CAD-Modellierung des Referenzträgersystems und der Triebwerksstellungen
4. Erfassung der aerodynamischen Steuereigenschaften mittels CFD
5. Implementierung und Erprobung der aerodynamischen Steuereigenschaften in einer vordefinierten Flugsimulationsumgebung in Matlab/Simulink
6. Kritische Analyse der Steuereigenschaften und Darlegung weiteren Optimierungspotentials

Kontakt: Kai Höfner, M.Sc.
Tel. +49 (0)162 / 656-8462, E-Mail: kai.hoefner@gaia-aerospace.com
Durchführung nach Rücksprache mit betreuendem Hochschulinstitut

