



# GAIA

## AEROSPACE

### Masterarbeit

## **Auswirkung von Grid Fin Ausfällen auf den Wiedereintritt von wiederverwendbaren Raketen**

Aktuell wird bei GAIA Aerospace der Wiedereintritt eines wiederverwendbaren AirLaunch-Systems näher untersucht. Beim Wiedereintritt der Erststufe kann es zu Ausfällen der Grid Fin Aktuatoren oder einem fehlgeschlagenen Ausklappen einzelner Grid Fins kommen. Je nach Zeitpunkt des Ausfalls und Positionierung des jeweiligen Grid Fins an der Erststufe muss eine Anpassung der Flugregelung vorgenommen werden. Die veränderten Auftriebs- und Widerstandsbedingungen eines fehlerhaft ausgerichteten Grid Fins machen zudem eine sofortige Anpassung der Solltrajektorie erforderlich.

Die Erststufe soll in der Lage sein einen Bergungspunkt zielgenau anzufliegen, um so eine möglichst kurzfristige Bergung mittels Hubschrauber oder Bergungsschiff zu gewährleisten. Durch die reduzierten Steuereigenschaften im Falle eines Grid Fin Ausfalls reduziert sich jedoch neben den Stabilisierungseigenschaften ebenfalls der Operationsradius der Erststufe beim Wiedereintritt. Somit können sowohl ein Kontrollverlust als auch ein zu kleiner Operationsradius die Wiederverwendbarkeit des Systems gefährden. Aus diesem Grund soll im Rahmen dieser Arbeit ein Regelungskonzept für eine optimale Flugbahn und stabile Flugeigenschaften unter Berücksichtigung verschiedener Ausfallszenarien der Grid Fin Aktuatoren entwickelt werden.

Hierfür gliedert sich die Arbeit in die folgenden Arbeitsschritte:

1. Literaturrecherche zu wiederverwendbaren Raketen, Grid Fins, elektromechanischen Aktuatoren, künstlichen neuronalen Netzen, Partikelfiltern und Flugregelung von Raketen
2. Definition von Ausfallszenarien, einem Ansatz zur automatisierten Erzeugung von Solltrajektorien während des Flugverlaufs sowie eines adaptiven Flugreglerkonzepts für die Grid Fins des degradierten Systems
3. Implementierung der Ausfallszenarien, des Solltrajektoriengenerators und der Flugregelung in eine vordefinierte Flugsimulation in einer Matlab/Simulink-Umgebung
4. Durchführung eines Partikelfilters zur Identifikation der Idealfugbahn und anschließendes Training eines künstlichen neuronalen Netzes zur Ausfallkorrektur
5. Kritische Analyse der Korrekturmaßnahme sowie der Ausfalleinflüsse auf die Trajektorie und die Flugstabilität
6. Zusammenfassung der Ergebnisse und Darlegung weiteren Optimierungspotentials

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

