



# GAIA

## AEROSPACE

### Studien- oder Masterarbeit

## **Auswirkungen von IMU-Unsicherheiten auf die Wiederverwendbarkeit von AirLaunch-Raketen**

Aktuell wird bei GAIA Aerospace im Rahmen des Valkyrie-Projektes eine AirLaunch-Rakete in der Größenordnung eines Nanolaunchers mit wiederverwendbarer Erststufe entwickelt. Zur Sicherstellung der Wiederverwendbarkeit wird insbesondere für den Wiedereintritt der Erststufe ein hochpräzises Inertialnavigationssystem (INS) benötigt. Eine zu geringe Präzision oder zu große Anfälligkeit für kumulative Fehler kann dazu führen, dass die Erststufe das angedachte Zielgebiet der Bergung verfehlt oder sogar im Rahmen des Wiedereintritts aufgrund falscher Ausrichtung verloren geht. Redundante INS-Architekturen können mittels Voter-Architekturen die Präzision und Systemzuverlässigkeit zusätzlich erhöhen, bringen dafür aber auch zusätzliche Systemkomplexität, Masse und Kosten mit sich.

Viele hochpräzise Inertial Measurement Units (IMUs) sind bereits von diversen Anbietern als zertifizierte COTS-Komponenten auf dem Markt erhältlich. Daher soll im Rahmen dieser Arbeit ein allgemeingültiges IMU-Modell für verschiedene INS-Konzepte erstellt werden und mittels Monte-Carlo-Simulationen der Erststufenmission ein passendes INS-Konzept für die Valkyrie-Erststufe ausgewählt werden.

Hierfür gliedert sich die Arbeit in die folgenden Arbeitsschritte:

1. Literaturrecherche zu AirLaunch-Raketen, Inertial Measurement Units, Modellierung von Inertialnavigationssystemen, Zuverlässigkeitsanalysen, Hardware-in-the-Loop-Simulationen, Monte-Carlo-Simulationen und Flugsimulationen
2. Recherche aktuell verfügbarer COTS-IMUs für den Einsatz in Trägerraketen und Definition von möglichen INS-Konzepten
3. Definition von Anforderungen an den Missionserfolg der Erststufe und das INS-Konzept hinsichtlich Präzision, Zuverlässigkeit, Kosten, Masse und Wiederverwendbarkeit
4. Definition eines allgemeingültigen mathematischen IMU- und Voter-Modells
5. Implementierung der Modelle in eine vordefinierte Flugsimulation in Matlab/Simulink
6. Parametrisierung der Modelle anhand definierter INS-Konzepte und Durchführung von Hardware-in-the-Loop-Untersuchungen mittels Monte-Carlo-Analyse
7. Kritische Analyse der INS-Konzepte anhand der zuvor definierten Anforderungen
8. Zusammenfassung der Ergebnisse und Darlegung des empfohlenen INS-Konzepts

**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**

