



# GAIA

## AEROSPACE

### Bachelor- oder Studienarbeit

## Trajektorienoptimierung für AirLaunch-Raketenstarts mit SES-2 Manövern

Aufgrund der hohen Populationsdichte und geographischen Lage innerhalb Europas sind direkte orbitale Raketenstarts von deutschem Boden nicht möglich. Es besteht jedoch die Möglichkeit eine Trägerrakete unter die Tragfläche oder den Rumpf eines Flugzeugs zu montieren und die Rakete von einem deutschen Flughafen aus auf die Nordsee zu transportieren, wo sie über sicherem Gebiet in den niedrigen Erdorbit gestartet werden kann. Diese Möglichkeit nennt sich AirLaunch.

GAIA Aerospace untersucht im Zuge der zunehmenden Kommerzialisierung der Raumfahrt aktuell die Wiederverwendbarkeit von AirLaunch-Raketen. Aufgrund der mit der Wiederverwendbarkeit einhergehenden Masse (Treibstoff für Re-Entry Burn, Fallschirm, etc.) sowie der aus dem Horizontalstart resultierenden Lasten, stellt die Bereitstellung einer möglichst effizienten und gleichzeitig lastenarmen Flugbahn eine Grundvoraussetzung für den erfolgreichen Nutzlasttransport in den Orbit dar. Die Identifizierung optimaler Flugbahnen für verschiedene Orbits erlaubt zudem eine genaue Charakterisierung des Leistungsspektrums einer AirLaunch-Rakete. Da sich die höheren Umlaufbahnen im LEO jedoch mit einer einmaligen Zündung der Zweitstufe nur äußerst ineffizient erreichen lassen, sollen im Rahmen dieser Arbeit ausschließlich optimale Flugbahnen unter Zuhilfenahme von SES-2 Manövern (Second Engine Start 2) identifiziert und untersucht werden.

Die Arbeit gliedert sich in die folgenden Arbeitsschritte:

1. Literaturrecherche zu AirLaunch-Raketen, Partikelfilter, Flugregelung von Raketen und Trajektorienoptimierung und Hohmann-Transfers.
2. Erfassung und Definition von Anforderungen an die Trajektorie und Manöver der Rakete.
3. Implementierung eines Höhenreglers zur Bahnführung in der Flugsimulation.
4. Entwicklung eines Algorithmus zur Definition von Solltrajektorien für Starts mit SES-2 Manöver und eines entsprechenden Partikelfilters in einer Matlab/Simulink-Umgebung.
5. Durchführung des Partikelfilters zur Identifikation von Idealtrajektorien für diverse Orbits.
6. Kritische Analyse 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

