Studien- oder Masterarbeit

Untersuchung der Tankfluiddynamik von AirLaunch-Raketen unter Mikrogravitationsbedingungen

Die Treibstofftanks von Trägerraketen enthalten während einer Mission immer sowohl flüssige als auch gasförmige Phasen, deren Bewegung die Zuverlässigkeit des Antriebssystems maßgeblich beeinflusst. Bei AirLaunch-Raketen stellt insbesondere die Phase unmittelbar nach dem Abwurf vom Trägerflugzeug eine besondere Herausforderung dar. Während des freien Falls herrscht nahezu Schwerelosigkeit, wodurch sich Gasblasen innerhalb des gesamten Tankvolumens verteilen können. Um eine sichere Versorgung der Triebwerke mit Flüssigtreibstoff zu gewährleisten, werden sogenannte Propellant Settling Thruster (PST) eingesetzt, welche die Treibstoffe vor dem Triebwerksstart in Richtung der Tankentnahme beschleunigen.

Neben der Propellant-Settling-Phase können während der gesamten Mission Sloshing-Effekte und Wirbelbildungen (Vortices) auftreten, welche die Stabilität des Fahrzeugs, die Treibstoffversorgung sowie die Auslegung der Tanks beeinflussen. Vor diesem Hintergrund sollen im Rahmen dieser Arbeit die Fluiddynamik in den Treibstofftanks einer wiederverwendbaren AirLaunch-Rakete mittels CFD untersucht und geeignete konstruktive Maßnahmen zur Beherrschung dieser Effekte entwickelt werden.

Die Arbeit gliedert sich in die folgenden Arbeitsschritte:

1. Literaturrecherche zu AirLaunch-Raketen, Mehrphasenströmungen, Sloshing, Vortexbildung, Propellant Settling sowie CFD-Methoden.
2. Definition eines Referenztanks und relevanter Missionsszenarien einschließlich Freifall-, Aufstiegs- und Wiedereintrittsphasen.
3. Erstellung von CFD-Modellen zur Simulation der Flüssig-Gas-Dynamik im Tank.
4. Untersuchung der Wirksamkeit von Propellant Settling Thrusters hinsichtlich der Verdrängung von Gasblasen aus dem Bereich der Tankentnahme.
5. Analyse von Sloshing-Effekten und deren Einfluss auf Flugkörperdynamik und Treibstoffversorgung.
6. Untersuchung der Entstehung von Vortices im Bereich der Tankentnahme sowie deren Auswirkungen auf die Pumpensysteme.
7. Entwicklung und Optimierung konstruktiver Maßnahmen wie Baffles, Anti-Vortex-Einrichtungen oder optimierter Tankgeometrien.
8. Kritische Analyse der Ergebnisse und Darlegung weiteren Optimierungspotentials hinsichtlich Propellant Settling, Sloshing und Vortices.

Kontakt: **Ole Scholz, M.Sc.**
Tel. +49 (0)157 / 559-62846, E-Mail: ole.scholz@gaia-network.de
Durchführung nach Rücksprache mit betreuendem Hochschulinstitut