

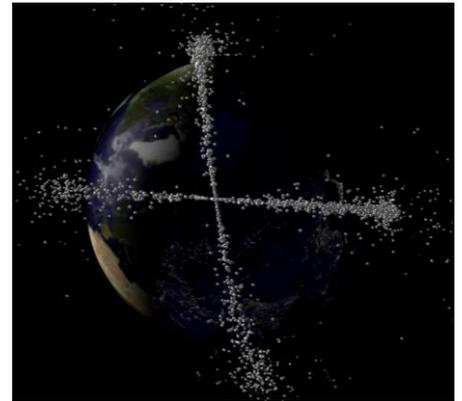
## Student thesis announcement (BA/SA/MA)

### Analysis of the hazard to operational space operations and aviation from fragmentation in very low earth orbits

#### Background

Very Low Earth Orbits (VLEO) at altitudes of around 150 to 400 km are used in space travel today for specialized satellites, parking orbits and re-entry maneuvers. The number of objects in VLEO and their dwell times are very low, as the resistance from the residual atmosphere at these altitudes causes re-entry within a few hours to months without countermeasures. This means that the probability of a spacecraft fragmenting (either exploding or colliding with other objects) in VLEO is also very low. As a result, the potential risk to satellites, manned spacecraft and aviation from fragments created in VLEO is also comparatively low and has not yet been investigated.

New satellite technologies will enable the formation of mega-constellations in VLEO in the future, and new suborbital spacecraft will also reach altitudes in VLEO, increasing the probability of fragmentation in VLEO. Resulting fragments can reach higher orbits and survive re-entry into the atmosphere, posing a risk to spacecraft and global aviation. These potential hazards are being investigated at the Institute of Space Systems as part of the SpaceATM project. In this work, the effect of fragmentation in VLEO on the hazard potential for other spacecraft and aviation is to be quantified using simulations. Existing simulation frameworks of the institute can be used for this purpose. The work can be divided into the following tasks:



*Simulated fragments from Cosmos-Iridium collision*

#### Tasks

- Literature research on past and potential fragmentations in VLEO as well as the statistical survival probability of fragments on re-entry and the hazard potential for aviation.
- Simulation of relevant, artificial fragmentations in VLEO and propagation of the debris until the earth's surface is reached.
- Analysis of the debris trajectories and the resulting hazard potential on space missions and comparisons with the general hazard potential in near-Earth space.
- Development and application of a simplified methodology to estimate the hazard potential for aviation from re-entering fragments based on the simulated events.
- Drawing conclusions from the analyses as well as summary and outlook for the work.

#### Requirements

- Capable of working in a reliable and self-motivated way
- Basic knowledge of orbital mechanics
- Basic knowledge in the field of space debris and coding (advantageous)

**Start of thesis:** Any time from March 2025 onwards

If you are interested or have any questions, please contact (transcript of records + CV in application advantageous):

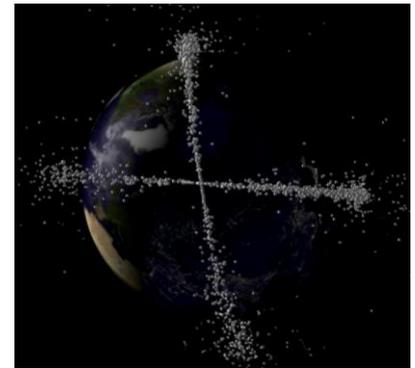
Antonio Depardon, M.Sc., E-Mail: [antonio.depardon@tu-braunschweig.de](mailto:antonio.depardon@tu-braunschweig.de), Tel.: +49 531 391 9980  
Institute of Space Systems, Hermann-Blenk-Straße 23, 38108 Braunschweig

## Ausschreibung – Studentische Arbeit (BA/SA/MA)

### Analyse der Gefährdung der operativen Luft- und Raumfahrt durch Fragmentierungen in sehr niedrigen Erdorbits

#### Hintergrund

Sehr niedrige Erdumlaufbahnen (VLEO - englisch Very Low Earth Orbit) in Höhen von circa 150 bis 400 km werden heutzutage in der Raumfahrt bereits für spezialisierte Satelliten, Parkorbits und Wiedereintrittsmanöver verwendet. Die Anzahl an Objekten im VLEO und ihre Verweildauern sind dabei sehr niedrig, da der Widerstand durch die Restatmosphäre in diesen Höhen ohne Gegenmaßnahmen einen Wiedereintritt innerhalb weniger Stunden bis Monate bewirkt. Somit sind auch die Wahrscheinlichkeiten, dass ein Raumfahrzeug im VLEO fragmentiert (entweder explodiert oder mit anderen Objekten kollidiert) sehr niedrig. Daher ist ebenfalls das Gefährdungspotenzial für Satelliten, bemannte Raumfahrzeuge und die Luftfahrt durch entstandene Fragmente im VLEO vergleichsweise gering und wurde bis zuletzt noch nicht untersucht.



*Simulierte Fragmente der Cosmos-Iridium Kollision*

Neue Satellitentechnologien ermöglichen zukünftig den Aufbau von Megakonstellationen im VLEO und zudem erreichen neue suborbitale Raumfahrzeuge ebenfalls Höhen im VLEO, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit von Fragmentierungen im VLEO erhöht. Entstandene Fragmente können dabei höhere Bahnen erreichen und den Wiedereintritt in die Atmosphäre überleben und somit eine Gefahr für Raumfahrzeuge, aber auch die weltweite Luftfahrt darstellen. Diese Gefährdungspotenziale werden am Institut für Raumfahrtsysteme im Rahmen des Projekts SpaceATM untersucht. In dieser Arbeit soll die Auswirkung von Fragmentierungen im VLEO auf das Gefährdungspotenzial für andere Raumfahrzeuge und die Luftfahrt mithilfe von Simulationen quantifiziert werden. Dabei kann auf vorhandene Simulationsframeworks des Instituts zugegriffen werden. Die Arbeit lässt sich in folgende Aufgaben unterteilen:

#### Aufgaben

- Literaturrecherche zu vergangenen und potenziellen Fragmentierungen im VLEO sowie der statistischen Überlebenswahrscheinlichkeit von Fragmenten beim Wiedereintritt und dem Gefährdungspotenzial für die Luftfahrt.
- Simulieren von relevanten, künstlichen Fragmentierungen im VLEO und Propagation der Trümmer bis zum Erreichen der Erdoberfläche.
- Analysieren der Trümmerflugbahnen und des entstandenen Gefährdungspotenzials auf Raumfahrtmissionen sowie vergleichen des Gefährdungspotenzials mit dem allgemeinen Gefährdungspotenzial im erdnahen Weltraum.
- Entwickeln und Anwenden einer vereinfachten Methodik zum Abschätzen des Gefährdungspotenzials für die Luftfahrt durch wiedereintretende Fragmente auf Basis der simulierten Ereignisse.
- Ziehen von Schlussfolgerungen aus den Analysen. Zusammenfassung und Ausblick der Arbeit.

#### Voraussetzungen:

- Strukturierte und eigenständige Arbeitsweise
- Grundkenntnisse in der Bahnmechanik
- Grundkenntnisse im Bereich Weltraumschrott und Programmierung (von Vorteil)

**Start der Arbeit:** Jederzeit ab März 2025

Bei Interesse oder Fragen kontaktiert bitte (Notenspiegel und Lebenslauf bei Bewerbung von Vorteil):

Antonio Depardon, M.Sc., E-Mail: [antonio.depardon@tu-braunschweig.de](mailto:antonio.depardon@tu-braunschweig.de), Tel.: +49 531 391 9980  
Institut für Raumfahrtsysteme, Hermann-Blenk-Straße 23, 38108 Braunschweig