



Kommando Cyber- und Informationsraum



## **Analyse von Bahn- und Ausweichmanövern generischer Systeme im LEO/GEO bei Bedrohung mit Hilfe Szenario-basierter Simulationen sowie Identifikation und Definition operationeller Konzepte für deren Durchführung**

**-Diese Masterarbeit kann ggf. zu zweit bearbeitet werden-**

### *Masterarbeit*

Moderne Streitkräfte sind zunehmend abhängiger von Einsatzunterstützung aus dem Weltraum. Aufklärung aus dem Weltraum, die Nutzung von GNSS zur Positions- und Zeitbestimmung für eine stetig wachsende Zahl an (Waffen-)Systemen sind für die Einsatzfähigkeit essentiell. Ebenso stellen eine verlässliche Daten- und Sprechverbindung und zuverlässige GeoInfo Produkte eine Notwendigkeit für eine effektive militärische Führung im Einsatz dar.



Im Jahr 2007 testete die Volksrepublik China erfolgreich ihre erste kinetische Anti-Satelliten-Waffen (ASAT) und zerstörte einen ihrer eigenen Wettersatelliten. Seitdem führten neben der Volksrepublik China (jährlich) auch die USA (2008), Indien (2019) oder Russland (2020) erfolgreich Tests eigener ASAT-Fähigkeiten durch.

Die verheerende Wirkung Direct-Ascent ASAT zeigt sich besonders in zwei Bereichen: Zum einen stellen die durch die Waffenwirkung erzeugten Bruchstücke (Debris) eine Gefahr für andere Satelliten und die bemannte Raumfahrt dar. Zum anderen besteht nun vor allem die Möglichkeit, dass (gleichwertige) Gegner in einem bewaffneten Konflikt die eigenen Raumsegmente zerstören können. Somit wären die eigenen Möglichkeiten und Fähigkeiten der Einsatzunterstützung aus dem Weltraum stark eingeschränkt bis nicht möglich.

Um den Schutz der eigenen Raumsegmente zu gewährleisten, besteht eine mögliche Maßnahme darin, diese durch Bahn- und Ausweichmanöver aus dem Wirkungsbereich der Waffen zu bringen.

Ziel dieser Arbeit ist es, die Machbarkeit von Bahn- und Ausweichmanövern im LEO/GEO bei Bedrohungen zu evaluieren. Hierfür müssen zunächst die potentiellen Arten der Manöver bestimmt und eine ASAT Wirkgröße modelliert werden. Darauf aufbauend soll im Sinne einer Min-Max Analyse untersucht werden, welche Bahn- und Ausweichmanöver, unter Berücksichtigung der dafür benötigten Zeiten, des benötigten/verfügbaren Treibstoffs und der weiteren Nutzbarkeit der Payload, minimal, maximal oder auch unmöglich sind. Parallel ist zu untersuchen, wie das Ausweichen bei Bedrohung operationell umgesetzt werden kann. Hier gilt es zunächst die Abhängigkeiten und Interaktionen mit anderen Systemen - z.B.



Kommando Cyber- und Informationsraum



Überwachungssysteme zur Detektion von Flugkörpern, Bodenkontrolle etc. – zu untersuchen und daraus abzuleiten, wie eine praktische operationelle Umsetzung aussehen kann

Die Arbeit wird durch das Kommando Cyber- und Informationsraum der Bundeswehr mitbetreut.

#### Vorgaben:

- LEO-Konstellation: orientiert sich am Beispielsystem SAR-Lupe.
- GEO-Satelliten:
  - orientieren sich am Beispielsystem COMSAT 1 und COMSAT 2,
  - Einhaltung die zugewiesene „Orbitbox“.
- Getrennte Betrachtung und Analyse der LEO und GEO Konstellationen.
- Einstufung der Arbeit möglichst OFFEN, maximal jedoch VS-NFD.

#### Ziele:

- Einarbeitung in die mathematische Beschreibung und Modellierung von Flugbahnen und Bahnmanövern im Weltraum
- Recherche über die Wirkweise von Anti-Satelliten-Waffen, die Detektion und Bahnbestimmung von Anti-Satelliten-Waffen sowie über Betriebsverfahren von Satelliten
- Analyse von Abhängigkeiten und Wechselwirkungen mit anderen Systemen
- Erstellung einer Simulation mit einem professionellen Tool.
- Definition, Implementierung und Simulation verschiedener Ausweich-Szenarien
- Definition, Implementierung und Simulation verschiedener operativer-Szenarien
- Gekoppelte Untersuchung der implementierten Simulationen:
  - Analyse der verschiedenen Szenarien bzgl. ihrer Wirksamkeit und Umsetzbarkeit
  - Ableitung optimierter Manöver, um dem Wirkungsbereich von Anti-Satelliten-Waffen auszuweichen
  - Ableitung operationeller Durchführungsmöglichkeiten der Ausweichmanöver
  - Erstellen eines operationellen Konzeptes, ggf. getrennt für LEO und GEO
- Diskussion der Ergebnisse und Ableitung von Empfehlungen

#### Vorkenntnisse/Anforderungen:

- Eigeninitiative und gewissenhafte Arbeitsweise, sowohl individuell, als auch im Team.
- Lernbereitschaft zur Einarbeitung in neue und komplexe Themengebiete.
- Programmierkenntnisse.