

AROSA

The usage of laser ranging for space safety applications

Programm / Ausschreibung	FinVn 22/23, Weltraum, ASAP Ausschreibung 2023	Status	laufend
Projektstart	01.07.2024	Projektende	30.06.2026
Zeitraum	2024 - 2026	Projektlaufzeit	24 Monate
Keywords	Space Safety; Space debris; Space Weather; Satellite Laser Ranging; Thermosphere		

Projektbeschreibung

Aufgrund des rasanten technologischen Fortschritts der letzten Jahrzehnte ist die satellitengestützte Infrastruktur für unser tägliches Leben unverzichtbar. Dazu gehören zum Beispiel satellitengestützte Navigations-, Meteorologie- und Kommunikationssysteme. Eine Verschlechterung der gewohnten Dienste ist daher für jeden sofort bemerkbar. Seit dem Beginn des Weltraumzeitalters in den frühen 1960er Jahren nimmt die Anzahl von Objekten im Weltraum stetig zu. Die Europäische Weltraumorganisation (ESA) zählt derzeit mehr als 20000 Objekte, die größer als 10 cm sind und sich in niedrigen Umlaufbahnen um die Erde befinden. Dies bedeutet, dass eine hochpräzise Positionsbestimmung der verschiedenen Weltraumobjekte unabdingbar ist, um die Anzahl der Manöver zu verringern, die von aktiven Satelliten durchgeführt werden müssen, um Kollisionen mit Weltraummüll zu vermeiden.

Das Ziel des Projekts AROSA ist es, einen nachhaltigen und innovativen Beitrag zu den Forschungsbereichen Weltraumwetter und Weltraumschrott zu leisten, indem beide Schwerpunkte nicht nur einzeln, sondern auch in Kombination behandelt werden.

Speziell während Phasen von hoher Sonnenaktivität kommt es zu starken Schwankungen in der oberen Erdatmosphäre, die die Umlaufbahn von Satelliten beeinflussen. In den FFG-Projekten SWEETS und CASPER konnte gezeigt werden, dass starke Sonneneruptionen wie koronale Massenauswürfe in der Lage sind, bei niedrig fliegenden Satelliten Höhenverluste von 50 bis 100 m auszulösen. Die dabei aufgebaute Wissensgrundlage hinsichtlich der Einflüsse von Weltraumwetter auf Satelliten basiert jedoch ausschließlich auf Messungen zu aktiven Satelliten. Diese Einschränkung soll nun, mit Hilfe von Laserdistanzmessungen zu passiven Satelliten und Weltraummüll, aufgehoben werden. Die höhere Anzahl an beobachtbaren Objekten in der Erdatmosphäre (in unterschiedlichen Höhen) soll zu einem besseren Verständnis von Ereignissen wie dem Starlink-Event führen, bei dem es im Februar 2022 zum Absturz von 38 Satelliten aufgrund eines Sonnensturms kam. Eng damit verbunden ist ein weiteres Ziel des Projektes - die Verbesserung der Positionsbestimmung von Weltraumschrott. Beide Themenschwerpunkte sind insofern miteinander verknüpft, als das eine genauere Bahnbestimmung auch eine Verbesserung in der Dichtebestimmung bedeutet. Und im Gegenzug hat die erweiterte Kenntnis über den Zustand der Erdatmosphäre wiederum einen positiven Einfluss auf die Kräftermodellierung bei der Bahnbestimmung. Für die Verbesserung der Positionsbestimmung ist eine Kombination von Laserentfernungs- und Richtungsmessungen angedacht. Die Basis dafür bildet Plate Solving – eine Technik, welche die Position von Sternen auf Bildern benutzt, um Richtungsinformationen abzuleiten. Die Ergebnisse sollen anderen Laserstationen zeigen, dass eine Verbesserung der

Beobachtungen kostengünstig umgesetzt werden kann. Dies wäre hilfreich, um durch die Kombination der Beobachtungen eine höhere Genauigkeit bei der Positionsbestimmung von Weltraumschrott zu erreichen.

In diesem Sinne soll mit dem Projekt AROSA ein wesentlicher Beitrag zu Fragen der Weltraumsicherheit geleistet werden und zudem die Zusammenarbeit zwischen der Technischen Universität Graz und dem Institut für Weltraumforschung verstärkt werden. Dies würde sowohl den Wissenschaftsstandort Graz als auch die österreichischen Aktivitäten in Bezug auf nachhaltiges Verhalten und Verantwortung für das Thema Weltraummüll und Weltraumwetter stärken.

Abstract

Due to the rapidly increasing technological progress in the last decades, satellite-based infrastructure is essential for our everyday lives. This includes for instance satellite-based navigation, meteorology, and communication systems. Hence, a deterioration of the familiar services becomes immediately apparent to anybody. Since the beginning of space age in the earlier 1960s the evolution of objects in space is steadily increasing. The European Space Agency (ESA) currently counts more than 20000 objects larger than 10 cm at low Earth altitudes. This implies that, a highly accurate position of the different space objects is mandatory to reduce the number of maneuvers that must be performed by active satellites to prevent collisions with space debris.

The aim of the proposed project AROSA is to make a sustainable and innovative contribution to the space weather and space debris research areas by attempting to deal on both focal points not only individually but also in combination. Particularly during high solar activity phases, there are strong variations in the Earth's upper atmosphere that influence the orbit of satellites. In the FFG projects SWEETS and CASPER it was shown that solar eruptions like coronal mass ejections have the capability to trigger altitude losses of low Earth orbiting satellites in the order of 50 to 100 m. In this context, an extensive knowledge base regarding space weather effects on satellites has been created. However, this database is based exclusively on measurements to active satellites. This restriction shall now be removed by means of laser ranging observations to passive satellites and space debris. As a result, the higher number of observable space objects (at different altitudes) will enable an improved resolution of atmospheric variations during geomagnetic storms and lead to a better understanding of events like the Starlink event in February 2022 in which 38 satellites crashed due to a solar storm.

Another goal, that is closely related to this, is the improvement of space debris positioning. Both objectives are linked to the extent that a better orbit solution allows an improvement in density determination. Conversely, an extended knowledge about the behavior of the upper atmosphere will result in an even more accurate orbit determination process, as this strongly depends on the available force modelling capabilities. For the improvement of space debris positioning, we propose to combine laser ranging and pointing measurements. The basis for this is plate solving - a technique which uses the position of stars to allow the determination of the pointing direction of the image on the sky. The findings are intended to demonstrate other scientific laser stations that an improvement of space debris observations can be cost-effectively implemented. This would be helpful to support the highly precise but also very expensive and complex laser ranging measurements and to jointly achieve an increased accuracy in determining the position of space debris by combining the observations.

With that in mind, the project AROSA is intended to make a significant contribution to the serious issues of space safety and to intensify the collaboration between the Graz University of Technology and the Space Research Institute. This in turn would strengthen Graz as a scientific location as well as the Austrian activities regarding sustainable behavior and responsibility for the subject's space debris and space weather.

Projektkoordinator

- Technische Universität Graz Institute of Geodesy

Projektpartner

- Österreichische Akademie der Wissenschaften