PrimActO

Primärspiegelzelle mit aktiver Optik für Leichtgewicht-Teleskope mittlerer Baugröße

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP, ASAP 15. Ausschreibung (2018)	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.11.2019	**Projektende**	31.10.2022
Zeitraum	2019 - 2022	**Projektlaufzeit**	36 Monate
Keywords	Leichtgewichtteleskop; Aktive Optik; optische Satellitenkommunikation; Space Debris;		

Projektbeschreibung

Teleskope mittlerer Größe mit Durchmessern zwischen 0,6 m und 2,0 m sind aktuell von zunehmender Bedeutung in etablierten wie auch derzeit neu entstehenden Anwendungsgebieten. Optische Kommunikation mit Satelliten im Erdorbit, mit welcher mehr als zehnfach höhere Datenraten möglich sind als mit aktueller Funkübertragung, sowie das Erfassen und Verfolgen der Trajektorien von Weltraumschrott bzw. Space Debris, um das Risiko für funktionelle Satelliten zu minimieren, sind zwei Beispiele für Anwendungsgebiete, für deren gute Funktionalität robuste Teleskope mittlere Größe mit hohem Lichtsammelvermögen eine Grundvoraussetzung sind. Um eine entsprechende Zuverlässigkeit dieser Systeme zu garantieren, ist eine große Anzahl an Bodenstationen erforderlich, die ein geringes Gewicht der Teleskope zum leichten Transport und zur einfache Montage, sowie geringe Produktionskosten wünschenswert macht.

Um das Gewicht und die Kosten für Produktion, Transport und Montage aktueller, vergleichsweise schwerer, Teleskope in der 1-m-Klasse mit Massen im Bereich von 1500 kg zu reduzieren, können dünne Leichtspiegel eingesetzt werden um das Gewicht des Primärspiegels - der maßgebende Faktor für Produktionskosten und Gesamtgewicht - zu verringern. Damit die gravitationsbedingte Verformung dünner Spiegel nicht die Abbildungsqualität des Leichtbauteleskops beeinträchtigt, ist es das Ziel des vorliegenden Projekts, Methoden für die Entwicklung und die Integration einer aktiven Optik in die Primärspiegelzelle von Teleskopen des Industriepartners, ASA Astrosysteme GmbH, in der 1-m-Klasse zu entwickeln. Die aktive Optik ermöglicht mittels aktiver axialer und lateraler Lagerung eine Formkorrektur des Primärspiegels, um lage- und temperaturabhängige Verformungen zu kompensieren. Durch ein integriertes mechatronisches Systemdesign soll dabei eine extrem leichte Bauweise, eine hohe Abbildungsqualität des Systems und eine kosteneffiziente Lösung erreicht werden. Im Zuge dessen werden ein modulares Konzept für das Systemdesign inklusive Methoden zur optimalen Anzahl und Platzierung der Aktuatoren über die Spiegelfläche, sowie modulare und integrierte mechatronische Aktuator-Sensor-Systeme entwickelt. Mittels optimaler Systemintegration werden dabei das Zusammenspiel der Systemkomponenten, der Systemanforderungen und des Echtzeitregelungssystems systematisch berücksichtigt und leichte Teleskope höchster optischer Qualität ermöglicht.

Das resultierende Leichtbauteleskopsystem wird großes Lichtsammelvermögen besitzen und mit einer Masse im Bereich von 500 kg einfach zu transportieren und zu montieren sein. Zusätzlich wird durch das entwickelte System die Robustheit

bezüglich Umwelteinflüssen, wie Temperaturschwankungen, stark erhöht und damit der Aufwand für die umgebende Infrastruktur gesenkt. Die Forschungsergebnisse werden es ASA ermöglichen, das Produktportfolio auf diese neuen und aufstrebenden Märkte zu erweitern und damit die eigene Marktposition zu stärken, womit die österreichische High-Tech Industrie, insbesondere die Region Mühlviertel, gestärkt wird und neue, hochwertige Arbeitsplätze in Österreich geschaffen werden.

Abstract

Currently, midsized telescopes with a diameter between 0,6 m and 2,0 m are gaining increased importance in several established as well as in newly emerging applications. Optical communication with satellites in the orbit, which enables more than ten times higher data rates than available radio frequency communication systems, and the identification and tracking of space debris, in order to reduce the risk for functional satellites, are two examples for applications requiring midsized robust telescope systems with sufficient light-gathering power as a fundamental prerequisite. To guarantee appropriate reliability of these systems, a large number of optical ground stations is required. This makes a low system mass of telescopes, allowing for easy transportation and installation, as well as low production costs a desirable property.

For reducing the weight of about 1500 kg and costs for production, transportation and installation of current, comparably heavy, telescopes in the 1-m class, thin lightweight mirrors can be employed to reduce the mass of the primary mirror, which is the driving factor for overall system cost and weight. To avoid a degradation of the imaging quality caused by deformations of the thin mirror due to gravity, this project aims to develop methods for the development and integration of an active optic system into the primary mirror cell of telescopes by the industrial partner ASA Astrosysteme GmbH in the 1-m class. The active optics enables to compensate for orientation dependent gravitational sag thermally induced deformations by an active correction of the mirror by using an active axial and lateral suspension system. Following an integrated mechatronic system design approach an extremely lightweight design, a high imaging quality of the system as well as an exceptional cost efficient solution are to be obtained. In this course, a modular concept for the system design will be developed, including methods for the optimal number and placement of actuators over the mirror surface and modular highly integrated actuator-sensor-systems. An optimal system integration systematically will consider the interplay between the system components, the system requirements and the real time control system and will enable the design of lightweight telescopes with highest optical quality.

With a mass in the range of 500kg the resulting telescope system will be easy to relocate and install and will provide large light-gathering power. Additionally, the developed system will ensure an increased robustness with respect to environmental influences, such as temperature, which decreases the cost of the surrounding infrastructure. The results of this research project will enable ASA to extend their product portfolio to these new and currently emerging markets and to strengthen the position on the international market as a leading player in the midsize telescope sector. This will have a positive effect for the company as well as for the Austrian high-tech sector, employment rates and the overall economy.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien

Projektpartner

- ASA Astrosysteme GmbH