

## ASPOCube

Active Spacecraft Potential Control for CubeSats and SmallSats

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Weltraum, Weltraum, ASAP Ausschreibung 2022	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.01.2024	<b>Projektende</b>	31.12.2025
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	24 Monate
<b>Keywords</b>	Active Spacecraft Potential Control, CubeSat, SmallSat, COTS		

### Projektbeschreibung

Wird ein Raumfahrzeug einem äußeren Plasma oder UV-Photonen ausgesetzt, kann es sich elektrostatisch aufladen und Messinstrumente und Messergebnisse stören. Deshalb ist eine Potentialkontrolle kleiner als 10 V wesentlich, um die Instrumente auf dem Raumfahrzeug betreiben zu können.

Seit den 1990er Jahren wird deshalb ein Instrument zur aktiven Potentialkontrolle von Raumfahrzeugen (ASPOC) stetig weiterentwickelt. Zuletzt wurde das ASPOC Instrument in Bezug auf den mN-FEEP-Emitter (Field Emission Electric Propulsion) optimiert.

Die FEEP-Triebwerke werden von FOTEC seit über 20 Jahren entwickelt und optimiert. Diese Triebwerke zeichnen sich durch ihre Fähigkeit aus, einen definierten Schub sehr präzise zwischen 1  $\mu$ N und bis zu mehr als 1 mN bei sehr hohen spezifischen Impulsen von mehr als 5000 s zu liefern. FEEP-Triebwerke ermöglichen es Satelliten, ihre Position mit bisher unerreichter Genauigkeit zu steuern und so feine Präzisionsmanöver, wie den Formationsflug wissenschaftlicher Satelliten, zu ermöglichen. Der Kronenemitter, der die Kernkomponente eines FEEP-Triebwerks bildet, wurde von FOTEC für die zukünftige ESA NGGM-Mission entwickelt.

Neben der Emission von positiv geladenen Indium-Ionen, sollen nun zukünftig auch negativ geladene Elektronen zur Neutralisierung des Satellitenpotentials zur Verfügung stehen. Nach über drei Jahrzehnten Entwicklung für die Neutralisierung von Potentialen bei großen Satelliten gewinnt die Potentialkontrolle auch bei kleinen Satelliten wie CubeSats und SmallSats immer mehr an Bedeutung. Die Zahl an CubeSats und SmallSats stieg in den letzten Jahren stark an, was zur Folge hat, dass auch Messinstrumente auf diesen kleineren Satelliten ungestört einsetzbar sein und deren Messergebnisse nicht durch äußere elektrische Felder beeinflusst werden sollen.

Um das ASPOC Instrument den Anforderungen der immer beliebter werdenden CubeSat-Missionen anzupassen, muss das Gehäuse neugestaltet werden. Es soll sowohl ein Modul für Ionenemission als auch ein Modul für Elektronenemission Platz finden. Parallel dazu wird eine Energieversorgungseinheit (PPU) entwickelt und in das ASPOC Instrument integriert. In diesem Projekt soll die IFM Nano PPU 100 mit einer Leistung von 100 W herangezogen werden und für das ASPOC Instrument umgestaltet werden. Das Ergebnis ist ein präzises und kompaktes Instrument, das die PPU und die Ladungsneutralisatoren inklusive des Treibstoffes enthält und bei einer Masse von weniger als 1 kg in einem 1-dm<sup>3</sup>-Volumen Platz findet.

## Abstract

When a spacecraft is exposed to space plasmas or UV photons it can result in electrostatic charging of the spacecraft and measurement devices and measurement data can be affected. Thus, a potential control less than 10 V is crucial to be able to operate the instruments on the spacecraft.

Since the 1990s FOTEC together with IWF develops an active spacecraft potential control (ASPOC) instrument. Most recently, the ASPOC instrument was upgraded with respect to the mN-FEEP-Emitter (Field Emission Electric Propulsion) technology. FEEP thrusters are being developed and optimized for more than 20 years at FOTEC. These thrusters are distinguished by their ability to provide highly accurate thrust levels ranging from 1  $\mu\text{N}$  to more than 1 mN at very high specific impulses of more than 5000 s. FEEP thrusters allow large satellites to control their position with unprecedented accuracy, thereby enabling delicate precision-manoevres, such as formation flight of scientific satellites. In fact, the crown-emitter being at the heart of a FEEP thruster was originally developed by FOTEC to enable fixed formation flight for the future ESA NGGM mission.

In addition to the emission of positively charged indium ions, negatively charged electrons shall be provided in future to neutralize the spacecraft potential. After three decades of development of potential neutralization for large satellites the potential control becomes more important also for small satellites as CubeSats and SmallSats. The number of CubeSats and SmallSats rapidly increased in the last years resulting in the need that measurement devices on this smaller satellites can be uninterruptedly used and the measurement data is not affected by external electric fields.

In order to adapt the ASPOC instrument for the demands of increasingly popular CubeSat missions, the housing has to be redesigned. A module for ion emission as well as another module for electron emission shall fit into the instrument. In parallel, a power processing unit (PPU) shall be developed and integrated into the ASPOC instrument. In this project, the IFM Nano 100 PPU with a power of 100 W shall be used and redesigned for the ASPOC device. The result is a high-precision and compact instrument that includes the PPU and the charge neutralizers including propellant and fits in a 1 dm<sup>3</sup> package weighing less than 1 kg.

## Endberichtkurzfassung

The ASPOCube project to miniaturize and optimize FOTEC's latest Active Spacecraft Potential Control (ASPOC) instrument. An ASPOC solution is used to neutralize the spacecraft potential by emitting charged particles. This ensures a constant spacecraft potential in the range of single volts and thus, avoids systematic errors of sensitive instruments, such as magnetic field sensors.

The FOTEC team worked on the concept, design, manufacturing and testing of a compact instrument suitable for CubeSat or SmallSat missions for a broader range of application. The aim is to control the spacecraft potential fitting in a one-unit (1U) envelope (1 dm<sup>3</sup> package) by the emission of charged particles. Integrating FOTEC's advanced FEEP technology in the prior ASPOC-NG development and now ASPOCube instrument, adds a field of application to FOTEC's electric propulsion technology portfolio with a high technology maturity. To account for the increasing small satellites market, a trade-off between system complexity, power and mass vs. reliability and redundancy was performed to investigate major design changes in electronics and hardware.

Besides the requirement of fitting in a 1U envelope with a maximum mass of 1 kg, the implementation focused on reducing the power to < 5 W. As a new key element, the miniaturized ASPOCube instrument features not only ion or electron emission, but both positive and negative charge opportunities in one instrument. The upgraded compact ASPOCube

instrument includes dedicated COTS-based power and control electronics.

With some mechanical design upgrades to be included and electronics sections to be investigated and optimized in a future development phase, the project resulted in a successful test campaign showing that ASPOCube opens application opportunities for future space science activities.

### **Projektpartner**

- FOTEC Forschungs- und Technologietransfer GmbH