

## JUICE-MAGSCA

Scalar magnetometer for JUICE: Assembly and test of spare model, system level testing and near Earth commissioning

<b>Programm / Ausschreibung</b>	ASAP, ASAP, ASAP 16. Ausschreibung (2019)	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.07.2020	<b>Projektende</b>	31.10.2022
<b>Zeitraum</b>	2020 - 2022	<b>Projektlaufzeit</b>	28 Monate
<b>Keywords</b>	Jupiter mission, ESA, scalar magnetometer, space exploration		

### Projektbeschreibung

JUICE (JUpiter ICy moons Explorer) ist die erste ESA-Mission ins äußere Sonnensystem. Sie wird mit insgesamt zehn wissenschaftlichen Instrumenten ausgestattet sein, die den Gasriesen Jupiter und drei seiner größten Monde – Ganymed, Kallisto und Europa – untersuchen sollen. Der Start ist für Juni 2022 geplant. Nach ihrer Ankunft am größten Planeten unseres Sonnensystems im Jahr 2029 wird die Sonde den Jupiter und seine Monde mindestens drei Jahre lang im Detail erforschen.

Das J-MAG Instrument an Bord von JUICE wird von einem internationalen Konsortium entwickelt und gebaut. Es handelt sich um ein 3-Sensoren-Magnetometer mit zwei Fluxgate-Sensoren und einem Skalar-Sensor, das das Magnetfeld im einem Frequenzbereich bis 64 Hz in der direkten Umgebung des Satelliten auf einem 10,5 Meter langen Ausleger messen wird. Der Bau der Fluxgate-Sensoren wird vom Imperial College London und von der Technischen Universität Braunschweig durchgeführt. Die Entwicklung des Skalar-Sensors erfolgt durch eine sehr enge Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Weltraumforschung (IWF) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und dem Institut für Experimentalphysik (IEP) der Technischen Universität Graz.

Skalarmagnetometer basierend auf dem Prinzip des optischen Pumpens können den Betrag des Magnetfeldes mit sehr geringem absolutem Fehler messen. Die geforderte Genauigkeit bei der Messung des Magnetfeldes kann bei der JUICE-Mission nur dann erreicht werden, wenn ein Skalarmagnetometer die eingesetzten Vektormagnetometer als Referenz ergänzt. Die Vorteile der Grazer Entwicklung gegenüber anderen Messtechnologien sind der Messbereich über mehr als sechs Dekaden und die dem Messprinzip inhärente Richtungs-unabhängigkeit der Messung, welche ein vereinfachtes rein optisches Sensordesign ohne zusätzliche Anregungsfelder, bewegte Teile oder Elektronik ermöglicht.

Dieser Projektvorschlag umfasst (1) den Auf- und Zusammenbau des Reserve-Flugmodells, (2) die Durchführung der Tests mit dem Flugmodell nach der Lieferung an die Europäische Weltraumorganisation sowie die Funktions-, Zuverlässigkeit- und Kalibriermessungen mit dem Reserve-Flugmodell und (3) die Vorbereitungen für den reibungslosen Betrieb sowie die Evaluierung des Skalarmagnetometers nach dem Start im Juni 2022. Dieses Projekt schließt unmittelbar an mehrjährige Aktivitäten, die im Rahmen eines PRODEX-Kontraktes durchgeführt wurden, an. Der PRODEX-Kontrakt umfasste die gesamte Entwicklungsarbeit, sowie den Bau und Test aller Vorläufermodelle inklusive dem Flugmodell.

Das Skalarmagnetometer ist von großer Bedeutung für die Genauigkeit der Magnetfeld-messung und somit für den Gesamterfolg der JUICE-Mission. Darüber hinaus werden österreichische Wissenschaftler/innen und Studenten/innen am

technologischen (Steigerung der Zuverlässigkeit und Weltraumqualifikation einer neuen Sensor-technologie) und wissenschaftlichen Erfolg der Mission (z.B. der Erforschung der Ozeane unter den Oberflächen der Eismonde im Jupitersystem und des Eigenfeldes des Jupitermonde Ganymed) in einer einzigartigen Art und Weise teilhaben können. Die Sichtbarkeit und die Kompetenz der Projektpartner bei der Erforschung der Planeten unseres Sonnensystems wird dadurch gefestigt und weiter verstärkt.

## **Abstract**

The JUpiter ICy moons Explorer (JUICE) is ESA's first mission to the outer solar system. It will carry a total of ten scientific experiments to study the gas giant Jupiter and three of its largest moons, Ganymede, Callisto and Europa. The mission will be launched in June 2022 and its arrival at Jupiter will take place end of 2029.

The J-MAG instrument is being developed for the JUICE mission by the J-MAG consortium, formed to implement, operate and exploit the magnetic field investigation on JUICE. The J-MAG instrument consists of a very specific design with two fluxgate vector sensors and one scalar sensor with low absolute error. One of the fluxgate sensors and associated electronics are provided by Imperial College London, the second fluxgate sensor and associated electronics are developed by the Technical University Braunschweig and the scalar sensor and associated electronics are provided by the Space Research Institute (IWF) of the Austrian Academy of Sciences in Graz in close cooperation with the Institute of Experimental Physics (IEP) of the Graz University of Technology. The J-MAG magnetometer will measure the magnetic field vector and magnitude (in the bandwidth from DC to 64Hz) in the spacecraft vicinity on a 10.5 meter long boom.

The scalar sub-instrument (MAGSCA) is an optical magnetometer in a new configuration which is called Coupled Dark State Magnetometer (CDSM). Compared to previously flown optical sensors, the CDSM features a large dynamic range and no dead zones (i.e. it is able to measure the field magnitude at any point on the  $4\pi$  sphere).

This project aims for (1) the manufacturing and assembly of the flight spare instrument, (2) the spacecraft level verification tests with the flight model as well as the instrument level functional, environmental and performance tests with the flight spare instrument and (3) the operation preparation and near Earth commissioning. All three tasks are essential for mission success. This project is a direct successor of the developments which were elaborated under a PRODEX funded activity. It has included the preliminary and detailed design of the MAGSCA instrument with the development and test of the laboratory, engineering, qualification and flight model.

The participation with the scalar magnetometer in the JUICE mission is mandatory for the accuracy of the magnetic field measurements and thus for the overall mission success. Furthermore, it will ensure that Austrian scientists and students are strongly involved in the technological achievements (reliability of a new technology and space qualification of a new sensor design) as well as scientific discoveries (e.g. related to the subsurface ocean of the icy moons at Jupiter and the intrinsic field of Ganymede) enabled by this unique mission into the outer solar system.

The project partners will be able to strengthen their visibility and expertise in the field of planetary research.

## **Projektkoordinator**

- Österreichische Akademie der Wissenschaften

## **Projektpartner**

- Technische Universität Graz