

JUICE-MAGSCA-3

Scalar magnetometer aboard JUICE: Cruise phase engineering tasks, ground and in-flight tests

Programm / Ausschreibung	FinVn 22/23, Weltraum, ASAP Ausschreibung 2023	Status	laufend
Projektstart	01.05.2024	Projektende	30.04.2027
Zeitraum	2024 - 2027	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	JUICE; magnetometer; cruise phase; habitability; accuracy		

Projektbeschreibung

Der Jupiter ICy moons Explorer (JUICE) ist die erste Mission der ESA zu einem Planeten im äußeren Sonnensystem. Sie wurde am 14. April 2023 gestartet, um den Gasriesen Jupiter und drei seiner größten Monde zu untersuchen: Ganymed, Kallisto und Europa.

Mit der Finanzierung von Vorläuferprojekten entwickelte das Institut für Weltraumforschung (IWF) der ÖAW in enger Zusammenarbeit mit der TU Graz ein neues Skalarmagnetometer (MAGSCA), das die Größe des Magnetfeldes mit sehr hoher Genauigkeit misst. Es wurde für die JUICE-Mission ausgewählt, um die erforderliche Genauigkeit der Magnetfeldmessungen durch das J-MAG-Magnetometer zu ermöglichen. Diese sind unter anderem für die Charakterisierung der Ozeane, die unter den äußeren Eiskrusten der Eismonde erwartet werden, unerlässlich.

Mit diesem Projekt beantragt das IWF eine MAGSCA-bezogene Förderung für (1) zwei technische Aufgaben, die sich mit den MAGSCA-Bodenreferenzmodellen befassen, (2) die Verarbeitung und Überprüfung der MAGSCA-Daten von den ersten beiden Erdvorbeiflügen und den regelmäßigen Kontrollmessungen im Flug und (3) die Vorbereitung des Betriebs während der Rollmanöver der Raumsonde nach dem Einschwenken in die Jupiterbahn.

Alle drei Aufgaben sind wesentlich für den Erfolg der Mission und sollten möglichst in den kommenden Jahren abgeschlossen werden. Punkt (1) umfasst die Aktualisierung des Field Programmable Gate Array des Engineering Modells, das vom ESA-Team für den Betrieb des Raumfahrzeugs als Bodenreferenzmodell verwendet wird, sowie die Untersuchung einer Einschaltanomalie von MAGSCA, die verstanden werden muss, um jegliches Risiko für den Betrieb des MAGSCA-Flugmodells auf dem Weg zum Jupiter zu vermeiden.

Punkt (2) beinhaltet die Kontrolle des MAGSCA-Betriebs während der ersten beiden Erdvorbeiflüge in den Jahren 2024 und 2026, sowie die zweimal jährlich stattfindenden Instrumentenüberprüfungen. Die Vorbeiflüge werden für eine spezielle Kalibrierung der beiden Fluxgate-Sensoren von J-MAG genutzt, die durch gut verarbeitete und genaue Daten von MAGSCA unterstützt werden muss. Die regelmäßigen MAGSCA-Check-Outs sind für die Überwachung der kritischen Instrumentenparameter wie z.B. der optischen Leistung im optischen Pfad von MAGSCA unerlässlich.

Punkt (3) befasst sich mit dem Betrieb des MAGSCA-Instruments während der Rollmanöver der Raumsonde, wenn sich diese bereits im Jupitersystem befindet. Dies geschieht, um das Hintergrundfeld von JUICE an der Position des MAGSCA-Sensors mit einer Genauigkeit von 0,2 nT zu bestimmen. Das ist eine Voraussetzung für das Erreichen der Genauigkeitsanforderungen an die Magnetfeldmessungen. Die Rollmanöver können nur durchgeführt werden, wenn die

Stärke des Jupitermagnetfeldes am unteren Rand des Messbereichs von MAGSCA liegt. Die Feldbedingungen während der Manöver müssen daher mit Bodentests genau simuliert werden, um den Betrieb des Instruments mit der besten Genauigkeit zu finden.

Der erfolgreiche Abschluss dieses Projekts ist notwendig, damit das MAGSCA-Instrument seine Rolle als Referenzinstrument zur Bestimmung der Genauigkeit der Magnetfeldmessung erfüllen kann. Darüber hinaus wird es die Fortsetzung einer wichtigen Rolle des Weltraumforschungsinstituts innerhalb des J-MAG-Teams ermöglichen, die schließlich dazu führen wird, dass die hochrangigen wissenschaftlichen Ergebnisse des J-MAG-Instruments nach dem Einschwenken in die Jupiterumlaufbahn in angesehenen wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht werden können.

Abstract

The JUper ICy moons Explorer (JUICE) is ESA's first mission to a planet of the outer solar system. It was launched on 14 April 2023 to study the gas giant Jupiter and three of its largest moons: Ganymede, Callisto and Europa.

With the funding of precursor projects, the Space Research Institute (IWF) of OeAW in close partnership with the TU Graz developed a new scalar magnetometer (MAGSCA) which measures the magnetic field with very high accuracy. It was selected for the JUICE mission to enable the required accuracy of the magnetic field measurements by the J-MAG magnetometer which is essential, among others, to characterise the oceans expected to be found beneath the outer icy crusts of the icy moons and determine whether they might be able to support life.

All three J-MAG sensors including MAGSCA could demonstrate the correct operation during the near-Earth commissioning phase of the mission.

With this project, IWF is applying for MAGSCA related funds for (1) two engineering tasks which deal with the MAGSCA ground reference models (2) the processing and verification of the MAGSCA data from the first two Earth's flybys and the regular instrument check-outs and (3) the preparation of the MAGSCA operation during the spacecraft roll manoeuvres after Jupiter orbit insertion.

All three tasks are essential to the success of the mission and must be completed in the first years of the cruise phase. Topic (1) includes the update the Field Programmable Gate Array of the Engineering Model, which is used as ground reference model by ESA's spacecraft operations and control team, and the investigation of a turn-on anomaly of the MAGSCA instrument, which need to be understood to avoid any risk to the operation of the MAGSCA flight model on its way to Jupiter. Topic (2) covers the monitoring of the MAGSCA operation during the first two Earth's flybys in 2024 and 2026 and the instrument check-outs which take place twice a year. The flybys will be used for a specific in-flight calibration of the two fluxgate sensors of J-MAG which needs the support of well processed and accurate data from MAGSCA. The regular MAGSCA check-outs are essential for e.g., the monitoring of the instrument critical parameters like the optical power in the optical path of MAGSCA.

Topic (3) deals with the operation of the MAGSCA instrument during the spacecraft roll manoeuvres once the spacecraft is in the Jupiter system. This is done to correctly determine the spacecraft background field at the position of the MAGSCA sensor with an accuracy of 0.2 nT. It is a prerequisite for the achievement of the accuracy requirement of the magnetic field measurements done by J-MAG. The rolls can only be done when the strength of the Jupiter magnetic field is at the lower edge of the measurement range of MAGSCA. The field conditions during the rolls must thus be exactly simulated with ground tests to find and confirm the instrument operation with the best accuracy.

The successful completion of this project is of great importance for the fulfilment of MAGSCA's role as reference instrument that determines the accuracy of the magnetic field measurement. Furthermore, it will enable the continuation of an important role of the Space Research Institute within the J-MAG team which will finally lead in publishing the high-level

scientific return from the J-MAG instrument in prestigious scientific journals after orbit insertion at Jupiter.

Projektpartner

- Österreichische Akademie der Wissenschaften Institut für Weltraumforschung (IWF)