

JUICE-RWI-ANT-CAL

Experimental and numerical models for the calibration of the JUICE RWI antennas

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP, ASAP 13. Ausschreibung (2016)	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.07.2017	Projektende	31.12.2018
Zeitraum	2017 - 2018	Projektlaufzeit	18 Monate
Keywords	JUICE Jupiter ESA RPWI radio		

Projektbeschreibung

In diesem Projekt wollen wir numerische Modelle und die experimentelle Methode der Rheometrie verwenden, um die Empfangseigenschaften der elektrischen Antennen (RWI) an Bord der ESA JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer) Mission zu bestimmen. Die JUICE Mission soll 2022 gestartet werden, mit dem RPWI (Radio and Plasma Wave Investigation) Experiment an Bord. Dieses Instrument soll die Plasmaeigenschaften rund um Jupiter und seine Eismonde sowie die elektromagnetische Wellenaktivität in der Jupitermagnetosphäre messen. Es beinhaltet das RWI (Radio Wave Instrument) Antennensystem, das aus 3 elektrischen Dipolen und einem Empfänger besteht, der Radiowellen im Frequenzbereich von 80 kHz bis 45 MHz messen wird. JUICE wird das erste Raumfahrzeug in einem Orbit um Jupiter sein, das mit einem System aus 3 Antennen zur Messung von Intensität, Polarisation und Einfallsrichtung der Radiowellen ausgerüstet ist. Diese einzigartige Fähigkeit des Instruments kann jedoch nur genutzt werden, wenn das Antennensystem kalibriert ist, und die Kalibrierung der RWI Dipolantennen ist das Hauptziel dieses Projekts.

Das soll mit der experimentellen Methode der Rheometrie gemacht werden, wo ein Modell des Raumfahrzeugs (im Maßstab 1:40) in einem elektrolytischen Tank vermessen wird. Es ist das erste Mal, dass eine Konfiguration aus 3 Dipolen (von je 2.5 m Länge), die an einem Ausleger montiert sind, mit der Methode der Rheometrie vermessen wird. Das stellt eine technische Herausforderung dar, da die Länge eines Dipolarms im Modell nur ca. 3 cm lang sein wird, und auch alle 3 orthogonalen Dipole in richtiger Orientierung in Bezug auf den Ausleger montiert werden müssen. Die Simulationen in einem einjährigen Vorgängerprojekt (FFG 844347) hatten gezeigt, dass kleine Positionsänderungen bei den Speisepunkten der Dipole am Ausleger zu großen Änderungen der Empfangseigenschaften der Antennen führen können. Die genaue Orientierung der 3 Dipole wird von uns derzeit in einem ESA PRODEX Projekt bestimmt. Die Rheometriemessungen sollen durch numerische Computersimulationen ergänzt werden, welche die Antenneneigenschaften bis zur oberen Frequenz von 45 MHz bestimmen können, während die Rheometrie nur für den sogenannten quasistatischen Frequenzbereich gilt, in dem die Wellenlänge um einiges größer als die Abmessungen des Raumfahrzeugs sein muss. Mit den numerischen Modellen können wir den Einfluss der Rotation der Solarpaneele als auch den Einfluss der aktiven Radarantenne auf das passive RWI Antennensystem berechnen.

In der Vergangenheit wurde die Antennenkalibrierung mit experimentellen und numerischen Modellen vom Institut für Weltraumforschung in Graz für verschiedene Missionen wie Cassini, Stereo, Resonance, Juno oder Solar Orbiter erfolgreich durchgeführt. Ein erfolgreicher Abschluss dieses 15-monatigen Projekts, das vom Hauptverantwortlichen für RPWI stark

unterstützt wird, würde erneut die Führung des Grazer Instituts für Weltraumforschung bei der Kalibrierung von Radioantennen zeigen. Das wäre von Nutzen für die erste europäische Mission zu einem äußeren Planeten, in der Österreich als ESA Mitgliedsland teilnehmen soll. Die Kosten des Projekts belaufen sich auf ~170 k€, wovon wir 100% finanzielle Unterstützung durch die FFG beantragen.

Abstract

In this project we intend to use numerical models and the experimental method of rheometry to find the true reception properties of the RWI electric field antennas on-board ESA's JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer) mission. The JUICE mission is planned to be launched in 2022, with one instrument being the RPWI (Radio and Plasma Wave Investigation) experiment. This instrument will measure the plasma characteristics around Jupiter and its icy moons as well as the electromagnetic wave activity related to Jupiter's magnetosphere. It contains the RWI (Radio Wave Instrument) antenna system consisting of 3 electric dipoles and a receiver, which will record the radio waves in the frequency range from 80 kHz to 45 MHz. JUICE will be the first spacecraft in an orbit around Jupiter with a 3-antenna system that allows to measure the intensity, polarization, and incoming direction of the radio waves. However, this unique capability can only be used with a fully calibrated antenna system, and the calibration of the RWI dipoles is the main goal of this project.

This should be done with the experimental method of rheometry, where a scaled spacecraft model (1:40) is put into an electrolytic tank. It is the first time that an antenna configuration of 3 dipoles (2.5 m tip-to-tip length) mounted on a boom is going to be calibrated by rheometry. This represents a technological challenge since the length of one dipole arm in the model will only be ~3 cm long, and all 3 orthogonal dipoles have to be oriented in the correct way with respect to the boom. First numerical simulations in a 1-year precursor project (FFG 844347) had shown that small positional changes at the antenna feeds with dipoles on the boom can lead to large changes in the antenna reception properties. The exact orientation of the 3 orthogonal dipoles is currently being determined in an ESA PRODEX project. The rheometry measurements will be complemented with numerical computer simulations, which can describe the antenna reception properties up to 45 MHz, whereas the rheometry result is only valid for the so-called quasistatic frequency case in which the wavelength is larger than the spacecraft dimensions. With the numerical models we can also calculate the influence of the solar panel rotation and the active radar antenna on the passive RWI antennas.

Both methods of antenna calibration with experimental and numerical models have been successfully applied in the past by the Space Research Institute in Graz for various other space missions like Cassini, Stereo, Resonance, Juno, or Solar Orbiter. A successful completion of this 15-months project, which is strongly supported by the RPWI Principal Investigator, would again show the leadership of the Austrian Space Research Institute in the calibration of radio antennas. This would be for the benefit of the first European-led space mission to an outer planet in which Austria should participate as an ESA member. The total costs of the project are ~170 k€, from which we request ~170 k€ to be funded by FFG (100% support ratio).

Projektpartner

- Österreichische Akademie der Wissenschaften