

## CDSM Consolidation

Consolidation of the preliminary Coupled Dark State Magnetometer (CDSM) design for the European JUICE mission

|                                 |  |                       |               |
|---------------------------------|--|-----------------------|---------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | ASAP, ASAP, ASAP 9 Projekte                          | <b>Status</b>         | abgeschlossen |
| <b>Projektstart</b>             | 01.11.2013   | <b>Projektende</b>    | 31.10.2016    |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2013 - 2016  | <b>Projektaufzeit</b> | 36 Monate     |
| <b>Keywords</b>                 | space research, magnetometer, instrument development |                       |               |

### Projektbeschreibung

Skalarmagnetometer basierend auf dem Prinzip des optischen Pumpens können den Betrag des Magnetfeldes mit sehr hoher absoluter Genauigkeit messen. Die wissenschaftlichen Zielsetzungen einiger Weltraummissionen, wie z.B. die der unlängst von der europäischen Weltraumorganisation ESA ausgewählten Jupiter/Ganymed-Mission JUICE, können nur vollständig erfüllt werden, wenn ein Skalarmagnetometer die traditionell eingesetzten Vektormagnetometer ergänzt. Bei JUICE muss das Magnetfeld über 30 Tage auf 0.2 nT genau gemessen werden. Dies wird durch die Messung mit Vektormagnetometern allein nicht erreicht.

2009 haben das Institut für Weltraumforschung (IWF/ÖAW) und das Institut für Experimentalphysik (IEP/TUG) gemeinsam begonnen, den Prototyp eines neuartigen absoluten Magnetfeldmessprinzips namens Coupled Dark State Magnetometer (CDSM) zu entwickeln. Vorteile gegenüber anderen existierenden absoluten Messtechnologien sind der Messbereich über mehr als 6 Dekaden und die dem Prinzip inhärente Richtungs-unabhängigkeit der Messung, welche ein einfaches rein optisches Sensordesign ohne zusätzliche Anregungsfelder, bewegte Teile oder Elektronik ermöglicht. CDSM hat aktuell einen technischen Reifegrad von 5 (Engineering Model).

Im Oktober 2012 wurde das CDSM gemeinsam mit zwei Fluxgate-Sensoren der TU Braunschweig und des Imperial College London als Magnetfeldinstrument in Folge der Instrumentenausschreibung der ESA für JUICE vorgeschlagen. Die Auswahl der Instrumente wird im Februar 2013 stattfinden.

Mit dem hier eingereichten Projekt soll ein vorläufiger Instrumentenentwurf für die in Hinblick auf Strahlung, niedrige Temperaturen und Langzeitstabilität technisch sehr anspruchsvolle JUICE-Mission gefestigt werden. Ziele sind die Evaluierung eines alternativen Lasertyps, die Charakterisierung der ausgewählten Laserdioden während und nach eines Langzeit-Vakuumtests, das Entwickeln und Testen eines verbesserten Sensorentwurfs und der Bau eines Flugmodels für die als Technologiedemonstration ausgewählte und für 2016 geplante chinesischen Electro-Magnetic Satellite Mission. Diese Schritte verringern die Risiken, die der Einsatz einer neuartigen Technologie für JUICE mit sich bringen, in einer sehr frühen Phase der Mission und sichern dem CDSM-Team die Teilnahme an diesem international hochkarätig besetzten Konsortium. Es ist das langfristige Ziel dieses Projekts, erfolgreiche Messungen des CDSM beim Jupiter zu ermöglichen und somit österreichischen Wissenschaftlern unmittelbaren Zugriff auf einzigartige Messdaten zu gewährleisten. Dies ist essentiell für neue Entdeckungen im Jupitersystem und den damit verbundenen wissenschaftlichen Publikationen. Aus diesem Grund wird dieses Vorhaben als Grundlagenforschungsprojekt eingereicht.

## **Abstract**

Scalar magnetometers based on optical pumping measure the magnitude of the magnetic field with high absolute accuracy. In several cases, like for the recently selected Jupiter/Ganymede mission (JUICE) by ESA, full science return can only be achieved when a scalar magnetometer is flown in addition to traditional fluxgate (vector) magnetometers. For example, a measurement accuracy of 0.2 nT over 30 days is needed to get full science return from the JUICE mission.

In 2009, the Institut für Weltraumforschung (IWF/ÖAW) in cooperation with the Institut für Experimentalphysik (IEP/TUG) started the prototyping of a new type of scalar magnetometer which is called Coupled Dark State Magnetometer (CDSM). Compared to other technologies it features an uncomplicated sensor design (no excitation coils, mechanisms and active electronics parts) with inherent omni-directional measurement capability and a high dynamic range of more than 6 decades. It has currently a technology readiness level of 5 (Engineering Model).

In October 2012, the CDSM together with two fluxgate magnetometers from TU-Braun-schweig and Imperial College London were proposed to ESA as a common instrument in response to the announcement of opportunity for JUICE. The instrument selection will take place end of February 2013.

This project aims for the consolidation of the CDSM's preliminary design for the JUICE mission with its demanding radiation, low temperature and long-term reliability requirements. It includes the evaluation of a backup laser diode, a long-term performance test with laser diodes in vacuum, the development and test of an improved sensor design and the manufacturing of a first flight model for an in space demonstration aboard the Chinese Electro-Magnetic Satellite mission which will be launched end of 2016. This consolidation will significantly reduce the development risk of this new technology early in the definition phase of the JUICE mission and secure the participation in the international magnetometer team.

The actual goal of this project is to initiate a successful operation of the CDSM instrument at Jupiter. It will give Austrian researchers primary access to science data which are essential for a novel exploration of the Jupiter system. This is why the proposal is applied as basic research project.

## **Projektkoordinator**

- Österreichische Akademie der Wissenschaften

## **Projektpartner**

- Technische Universität Graz