

MAGELLAN

Magnetic anomaly and quantum gyroscope enabled localization and navigation

Programm / Ausschreibung	Qu2M, Quantum to Market 2024/25	Status	laufend
Projektstart	01.01.2026	Projektende	31.12.2028
Zeitraum	2026 - 2028	Projektlaufzeit	36 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 995.100		
Keywords	quantum navigation, nv centers, diamond, quantum sensing and metrology, magnetic anomaly detection, inertial sensing		

Projektbeschreibung

Die aktuellen geopolitischen Spannungen in der Nähe der EU-Grenzen erhöhen die Störungen in Satellitennavigationssystemen mit GPS, und betonen damit die kritische Notwendigkeit für widerstandsfähige, sichere und hochgenaue Navigationssysteme. Das MAGELLAN-Projekt zielt darauf ab, hochsensitive Instrumente auf der Grundlage quantenmechanischer Prinzipien zu entwickeln und diese in satellitenfreien Navigationsszenarien ohne Unterstützung einzusetzen. Die entwickelten Sensoren werden auf Festkörperspins aus NV-Zentren in Diamant basieren, da sie lange Kohärenzzeiten und optische Initialisierung und Auslesung von Spin-Zuständen unter Umgebungsbedingungen bieten. Zwei verschiedene Instrumente werden entwickelt: Erstens ein verbessertes vektrielles Quantenmagnetometer, das in der Lage ist, winzige Änderungen im Erdkrustenfild zu messen, und so eine präzise Lokalisierung ermöglicht. Aktuelle Systeme für das Erdkrustenfild basieren auf skalaren Magnetometern und leiden daher unter komplizierten Kalibrierungsverfahren. MAGELLAN wird vektorielle Magnetometer mit aufgelöster Richtungsambiguität im gesamten Winkelraum entwickeln, und so die Lokalisierungsleistung verbessern. Das zweite entwickelte Instrument wird ein Festkörperspin-basiertes Quantengyroskop sein, das die Erkennung von Rotationsraten mit geringer Drift ermöglicht, und so eine langfristige Navigation ohne externe Referenzen ermöglicht. Aktuelle Gyroskope leiden unter einer schlechten Driftleistung (MEMS) oder einer großen Größe und Kosten (FOG), und limitieren so die großflächige industrielle Übernahme. Festkörperspin-basierte Gyroskope können diese Grenzen überwinden. Bemerkenswerterweise benötigen beide entwickelten Sensoren eine ähnliche Systemarchitektur. In MAGELLAN werden wir optimierte, industrietaugliche elektronische, optische, magnetische und RF-System-Submodule und ihre entsprechende Systemebene-Integration bereitstellen. Ein wichtiger Bestandteil wird die state-of-the-art-Quantenkontrollelektronik sein, die kohärente Spin-Kontrolle in einem kleinen Formfaktor und zu einem niedrigen Preis ermöglicht, und so den Weg für eine zukünftige industrielle Übernahme ebnet. Darüber hinaus wird MAGELLAN die wichtigsten Leistungsbottlenecks aktueller NV-Zentren-basierter Magnetometer angehen, die mit der magnetischen Feldempfindlichkeit und der Eliminierung der Richtungsambiguität bei der Feldrichtungsschätzung verbunden sind. Last but not least wird der Sensor in einer industriell relevanten Umgebung getestet. Wir glauben, dass MAGELLAN das volle Potenzial von Festkörperspin-basiertem Sensing freisetzen, die Abhängigkeit von nicht-europäischen Anbietern reduzieren

und Europas Position auf dem Markt für Quantensensoren stärken wird.

Abstract

Current geopolitical tensions near the EU borders are increasing the disruptions in satellite GPS navigation systems, highlighting the critical need for resilient, secure and highly accurate navigation systems. The MAGELLAN project aims to develop highly sensitive instruments based on quantum mechanical principles and use them in unaided satellite-free navigation scenarios. Developed sensors will be based on solid-state spins from NV centers in diamond, as they offer long coherence times and optical initialization and readout of spin-states at ambient conditions. Two different instruments will be developed: first is an improved vectorial quantum magnetometer, capable of measuring tiny changes in Earth crustal field, allowing precise localization. Current systems for earth crustal field rely on scalar magnetometers and hence suffer from complicated calibration procedures. MAGELLAN will develop vectorial magnetometers with resolved direction ambiguity over entire angular space, hence improving the localization performance. Second developed instrument will be a solid-state nuclear spin based quantum gyroscope, allowing detection of rotation rates with low drift allowing long term navigation without external references. Current gyroscopes suffer from either poor drift performance (MEMS) or large size and cost (FOG), hence limiting the large scale industrial uptake. Solid-state nuclear spin based gyroscopes can surpass this limits. Remarkably, both developed sensors require similar system architecture. In MAGELLAN we will provide optimized, industrial-grade electronic, optical, magnetic and RF system submodules and their corresponding system level integration. A key component will be state-of-the art quantum control electronics allowing coherent spin control in small form-factor and low-price, paving the path for future industrial uptake. In addition, MAGELLAN will address the key performance bottlenecks of current NV center-based magnetometers, associated with magnetic field sensitivity and elimination of directional ambiguity in field direction estimation. Last but not least, the sensor will be tested in the industrial relevant environment. We believe MAGELLAN will unlock the full potential of solid-state spin based sensing, reduce dependence on non-European providers, and strengthen Europe's position in the market for quantum sensors.

Projektkoordinator

- Silicon Austria Labs GmbH

Projektpartner

- Beyond Gravity Austria GmbH
- Cosylab JSC, Control System Laboratory