

## TT-GRADE

Topical Team lead Gravitational Decoherence of Entanglement

<b>Programm / Ausschreibung</b>	ASAP, ASAP, ASAP 14. Ausschreibung (2017)	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.06.2018	<b>Projektende</b>	31.01.2020
<b>Zeitraum</b>	2018 - 2020	<b>Projektlaufzeit</b>	20 Monate
<b>Keywords</b>	Quantum Physics, Quantum Entanglement, Decoherence and Communication		

### Projektbeschreibung

Quantenkommunikation im All basiert zur Gänze auf quantenmechanischer Verschränkung, speziell für Experimente, die auf die Untersuchung von gravitationsinduzierter Dekohärenz korrelierter Quantenzustände abzielen. Die „Space-QUEST“-Mission auf ESA-Ebene schlägt vor, eine spezielle Quelle verschränkter Photonenpaare auf der Erde zu stationieren. Eines der Paarphotonen wird lokal gemessen, sein Partnerphoton zu einem Empfänger an Bord der ISS transmittiert. Das Erdschwerefeld sollte laut neuester wissenschaftlicher Publikationen den Quantenzustand ändern, sodass erstmals ein durch Gravitation hervorgerufener Quanteneffekt in der Verschränkung gemessen werden könnte. Die Beobachtung eines solch neuartigen Phänomens könnte die Basis für eine Theorie sein, die Quantenphysik und Relativitätstheorie vereint – ein fundamentales Problem der Physik der Gegenwart.

Rupert Ursin und sein Team als die Leiter des ESA-Topical-Teams (TT) hinter Space-QUEST haben die Erstellung eines konzisen „Experiment Scientific Requirement“- Dokuments (ESR) vorangetrieben, das die Mission detailliert beschreibt (ESR-Dokument siehe FFG-eCall-Anhang). ESA implementiert zusammen mit der Weltraumindustrie im Rahmen aus ELIPS-4 Mitteln eine auf diesem ESR basierende Phase-A/B-Studie, um das Weltraumsegment (und nur dieses) zu implementieren. Das Bodensegment (Quelle, Detektoren, Teleskop,...) wird vom Wissenschaftsteam separat geplant und durchgeführt und muss unabhängig von ESA Mitteln finanziert werden.

Ziel des TT-GRADE-Projektvorschlags sind weitere Entwicklung der Mission und Bündelung der Inputs der 42 internationalen Experten des mit Space-QUEST beschäftigten TTs. Da das TT den Knotenpunkt für sämtliche wissenschaftliche und technologische Überlegungen darstellt, ist diese Tätigkeit von größter Wichtigkeit für den Erfolg aller Missionsphasen. Neue technologische Erkenntnisse während dieser Phasen, sowohl von Industrie als auch vom wissenschaftlichen Team, werden ausgewertet und jedermann zugänglich gemacht. Workshops werden abgehalten werden, wir werden an Meetings mit der ESA und dem Industriekonsortium teilnehmen und die Dokumente aller Seiten im Detail überprüfen, um den reibungslosen Ablauf der Experimente zu gewährleisten schlussendlich. Bis hin zur Ministerratskonferenz soll das Managementarbeitspaket aufrecht bleiben um die europäischen Wissenschaftler aktiv zu unterstützen, zusammen mit den nationalen Agenturen, weitere Phasen bis hin zum eigentlichen Experiment im All zu ermöglichen.

Wir sind überzeugt, dass dieses Projekt den Schlüssel dazu darstellt, Österreich die wissenschaftliche Führung eines ESA-Projekts zu erhalten und wertvollen Input zu Studien auf ESA-Level zu liefern. Schlussendlich wird TT-GRADE dazu beitragen, das Risiko von Space-QUEST zu deutlich zu reduzieren und sicherzustellen, dass die Mission ein voller Erfolg wird.

Dieses Projekt soll erst die Ressourcen zur Verfügung stellen, die der Prime einer Weltraummission in der Wissenschaft unbedingt benötigt. Die Ressourcen die hier beantragt werden stellen das absolute Minimum dafür da. Die Unterstützung ist unbedingt erforderlich.

## **Abstract**

Space-based quantum communication as a whole, and an experiment which aims to detect decoherence of a correlated quantum state in the presence of a gravitational field specifically, entirely rely on the presence of quantum entanglement. The "Space-QUEST" mission at ESA level proposes a scenario where a special entangled photon source is located on ground. One of the pair photons is measured there while its partner photon is transmitted to a space-based receiver on-board the ISS. The gravitational field of earth should alter the quantum entangled state and will thus make a quantum effect (decoherence) induced by gravity measurable for the first time. This effect has been predicted in the scientific literature only recently. Observing such a new phenomenon could become the corner stone of a new theory describing both quantum physics and gravity – a long standing problem in contemporary physics.

Rupert Ursin and his team, as the coordinator of ESA's Topical Team (TT) behind Space-QUEST, were leading the effort to distil a concise experimental scientific requirement (ESR) document, describing the mission in all details. This document has also been submitted with this call as an applicable document [FFG eCall Attachment to this proposal]. Based on the ESR document, ESA is implementing a phase A/B study within ELIPS-4 together with the space industry to implement a space segment only. The ground segment (source, detectors, telescope, ...) will be implemented by the science team separately and needs funds independent from those of ESA.

The goal of the TT-GRADE project proposal is to develop the mission further and bundle the inputs of the TT's 42 international experts concerned with the Space-QUEST mission's ESR. Since the TT forms the central hub for all scientific and technological considerations, this task is of utmost importance for the success of all implementation phases. New technological insights during these phases by the industry as well as by the implementing science team shall be scientifically processed and made available to everyone.

We will organize workshops, will participate to meeting with ESA and the industrial consortium and will review submitted documents in the industrial study, to guarantee a successful experiment finally in space. Until the ministerial conference, we propose to leave the management work package alive, to actively support the European partners as well as their respective agencies, to sign up for further phases of the experiments as well as to commit themselves to conduct the experiment finally in space.

We are convinced that this project will be the key to keeping the scientific lead within an ESA project in Austria and to provide vital input to the studies performed at ESA level. Ultimately, we will contribute to lowering the risk of any failure during the implementation phase substantially, further ensuring that Space-QUEST will become a great success.

This project provides the recourses and supports the prime of a science mission at the ESA level. What is proposed here is the absolute minimum what makes a lead possible. The support is absolutely necessary.

## **Projektpartner**

- Österreichische Akademie der Wissenschaften