

QuantumShield

Shielding macroscopic quantum experiments

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP 14. Ausschreibung (2017)	Status	abgeschlossen
Projektstart	02.07.2018	Projektende	31.10.2021
Zeitraum	2018 - 2021	Projektlaufzeit	40 Monate
Keywords	MAQRO, thermal, shield		

Projektbeschreibung

Tests der Beziehung zwischen Quantenphysik und klassischer Physik im Weltraum und insbesondere Quantendekohärenz wurden von der ESA im Zuge ihres Calls nach New Science Ideas als ein Interessensgebiet identifiziert. Um solche Tests zu realisieren, und um Quantenkohärenz mit massiven physikalischen Systemen zu untersuchen, müssen diese Systeme von Dekohärenzeffekten wie z.B. Schwarzkörperstrahlung und Gaskollisionen isoliert werden. Der PI dieses Proposals ist ebenso der PI einer internationalen Bemühung, solche Tests der Quantenphysik im Weltraum zu realisieren. 2010, war er der Antragsteller des MAQRO Missionsvorschlags im Rahmen von ESAs M3 Ausschreibung für eine mittelgroße Mission 2010, für ein aktualisiertes Proposal für ESAs M4 Ausschreibung im Jahr 2015 und für ein entsprechend angepasstes Proposal für ESAs Ausschreibung für New Science Ideas im Jahr 2016. Der letztere Antrag war erfolgreich, und Rainer Kaltenbaek leitet nun ein internationales Team für eine Studie, die in der ersten Hälfte 2018 an ESAs Concurrent Design Facility (CDF) durchgeführt werden soll.

Für MAQRO wurde vorgeschlagen, dass die notwendige Isolierung makroskopischer Quantensysteme erreicht werden könnte, indem man die sensitive Region von thermischer Strahlung abschirmt und direktes Ausgasen in den Weltraum erlaubt. Dieses Konzept wurde in Kollaboration mit Airbus Defence and Space (ADS) im Rahmen zweier finite-Elemente Analysen untersucht. Hier wollen wir diesen Zugang noch detaillierter, unabhängig von ADS und mit der COMSOL finite-Elemente Software untersuchen. Einerseits wollen wir eine unabhängige Studie durchführen, in der wir eine andere Software verwenden als in früheren Studien, in denen die Analysen bei ADS mit ESATAN durchgeführt wurden. Andererseits wollen wir im Stande sein, den Einfluss variierender Modelparameter auf die erreichbare Temperatur zu untersuchen, und wir wollen den erreichbaren Vakuumlevel im Bereich des Experiments analysieren. Zusätzlich wollen wir mögliche Vorteile untersuchen, den passiven Kühlzugang mit einem aktiven zu kombinieren, um zu sehen, ob dies in besseres Vakuum und niedrigere Temperaturen resultieren könnte. Außerdem wollen wir die Möglichkeit untersuchen, die experimentelle Region vom Weltraum abzuschließen, um das Instrument vor möglichen Einschlägen von Mikrometeoriten zu schützen wie sie in der LISA Pathfinder (LFP) Mission beobachtet wurden.

Das vorgeschlagene Projekt "QuantumShield" stellt ebenso eine ausgezeichnete Möglichkeit da, eine/n Diplomstudent/in in Quanten- und Weltraumtechnologie auszubilden, und ihr/ihm die Möglichkeit zu geben, mit ADS zu kollaborieren. Zudem

stellt dieses Projekt die Möglichkeit da, österreichische Expertise in einem spannenden neuen Feld zu erhalten bzw. zu generieren: Quantentechnologie im Weltraum.

Abstract

Testing the relationship between quantum and classical physics in space and, in particular, quantum decoherence has been identified by ESA as an area of interest in the course of ESA's call for New Science Ideas. To do so and to test quantum coherence with massive physical systems, they have to be isolated from decohering effects like blackbody radiation and gas collisions. The PI of the present project proposal is also the PI of an international effort towards performing such tests of quantum physics in space. He has been the lead proposer of the MAQRO mission proposal in response to ESA's M3 call for a medium-sized mission in 2010, for an updated proposal in response to ESA's M4 call in 2015, and for a corresponding adapted proposal in response to ESA's 2016 call for New Science Ideas. The proposal for this last call was successful, and Rainer Kaltenbaek now heads an international team into a study to be conducted in ESA's Concurrent Design Facility (CDF) in the first half of 2018.

In the MAQRO mission proposal, it has been suggested to achieve the required isolation of macroscopic quantum systems by shielding the sensitive region from thermal radiation and allowing direct outgassing to deep space. This approach was analysed in two finite-element studies in collaboration with Airbus Defence and Space (ADS). Here, we intend to analyse this approach in greater detail and more independent from ADS by using the COMSOL finite-element analysis suite. On the one hand, we want to perform an independent study using a different software tool than used in earlier studies, where the analyses were performed at ADS using ESATAN. On the other hand, we want to be able to vary model parameters to investigate their influence on the temperature achievable, and we want to investigate the achievable residual vacuum within the experimental region. In addition, we plan to investigate potential benefits from combining the passive cooling approach with an active one to see whether this could result in better vacuum and lower environment temperatures. Moreover, we want to investigate the feasibility of closing the experimental region to deep space to protect the instrument from potential micro-meteoroid impacts as they were observed in the LISA Pathfinder (LPF) mission.

The proposed project "QuantumShield" also presents a unique opportunity to train a master student in quantum and space technology, and to give him or her the opportunity to collaborate with ADS. Moreover, the present project presents the opportunity to maintain and to build Austrian expertise in an exciting new field: quantum technologies in space.

Projektpartner

- Österreichische Akademie der Wissenschaften Institut für Quantenoptik und Quanteninformation - IQOQI Wien