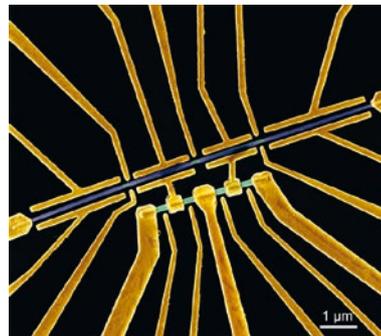


Software vielversprechende Ansätze verfolgt, überraschte IBM Anfang Mai mit der Meldung, dass ein Quantencomputer aus fünf supra-leitenden Quantenbits auf einem Siliziumchip nun öffentlich zugänglich ist. Das Projekt IBM Quantum Experience stellt Interessierten den Quantencomputer über die IBM Cloud zur Verfügung, um Algorithmen zu testen, Experimente durchzuführen, mit einzelnen Quantenbits zu arbeiten und sich in Seminaren mit Quantencomputing vertraut zu machen. Die Entwickler am IBM T. J. Watson Research Center im Staat New York hoffen, damit schneller einen praktischen Einsatz von Quantencomputern zu erreichen. Nach und nach sollen weitere Quantenbits hinzugefügt und neue Prozessorgenerationen freigeschaltet werden.

Mit Blick auf diese Entwicklung betont Tommaso Calarco: „Wir verfügen in Europa über eine breit verteilte wissenschaftliche Exzellenz in der Quantentechnologie. Jetzt dürfen wir nicht verpassen,

diese in marktfähige Produkte umzusetzen.“ In den letzten zwanzig Jahren hat Europa etwa eine halbe Milliarde Euro in bahnbrechende Forschung zur Quantentechnologie investiert. Das neue Flaggschiff soll vermeiden, dass hochqualifizierte Wissenschaftler in die USA oder nach Asien abwandern und dort ihre Forschungsergebnisse in marktfähige Produkte umsetzen. Die Quantenphysiker verfolgen das ehrgeizige Ziel, in ihrem Flaggschiff die Stärke eines breiten, dezentralisierten Förderprogramms mit der Flexibilität fokussierter Einzelprojekte zu kombinieren. Die Administration des Flaggschiffs soll daher auch helfen, nationale Strategien in Europa zu koordinieren, internationale Zusammenarbeit zu fördern, nationale Forschungszentren einzubinden und das Interesse der Industrie zu erhöhen.

Wichtig ist den Quantenphysikern, dass die Fördermittel nicht allein in die industrielle Umsetzung von Quantentechnologien fließen, sondern weiterhin auch die Grund-



D. Razmadze, Center for Quantum Devices, University of Copenhagen

Nanodröhte, zusammengefasst in Strukturen von einigen Mikrometern Größe, könnten zu topologischen Quantencomputern führen.

lagenforschung stärken, weil sonst die Ideen für die übernächste Generation fehlen würden. „Hier sind sich Wissenschaft und Industrie in Europa einig: Die EU-Kommission muss weiterhin Mittel für die Erforschung neuer Quantentechnologien bereitstellen“, ist Tommaso Calarco von der gemeinsamen Strategie überzeugt. „Dann können wir in zehn Jahren mit Kreditkarten zahlen, die durch Quantenkryptographie absolut sicher sind.“

Kerstin Sonnabend

■ Im Prinzip äquivalent

Am 25. April ist der Satellit Microscope gestartet mit dem Ziel, das Äquivalenzprinzip mit bislang unerreichter Genauigkeit zu testen.

Das erforderte Geduld: Aufgrund schlechter Wetterverhältnisse und einer Fehlermeldung eines Navigationsgeräts startete der französische Satellit Microscope mit drei Tagen Verzögerung vom Raumfahrtbahnhof Kourou in Französisch-Guayana. Erst am Abend des 25. April gelang der Start der Soyuz-Rakete, die zudem drei kleine Satelliten des ESA-Wettbewerbs „Fly your satellite“ und den Erdbeobachtungssatelliten Sentinel-1B an Bord hatte.

Ziel von Microscope ist der hochpräzise Test des Äquivalenzprinzips, demzufolge alle Massen auf der Erde beim freien Fall im Vakuum die gleiche Beschleunigung erfahren. Dass dieses Prinzip erfüllt ist, haben bisherige Experimente mit einer Genauigkeit von 10^{-13} bestätigt. Microscope soll um den

Faktor 100 bis 1000 genauer messen und prüfen, ob das Äquivalenzprinzip auf dieser Skala immer noch gültig ist.

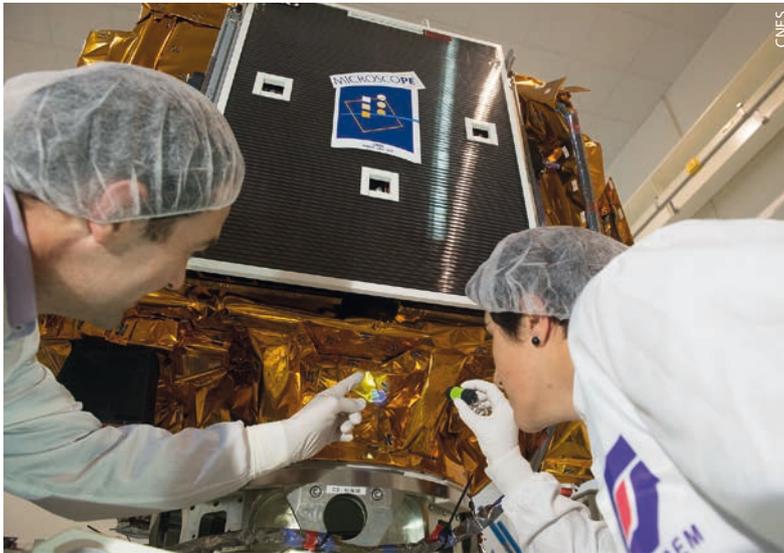
Hauptverantwortlich für Microscope sind die französischen Forschungseinrichtungen ONERA und OCA[#]), finanziert wurde die Mission zum größten Teil von der französischen Raumfahrtagentur CNES. Einzige internationale Partner sind das Zentrum für Angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM) in Bremen und die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig. Die deutsche Finanzierung stammt vom DLR. Die DFG unterstützt zudem die Datenauswertung.

Um die hohe Messgenauigkeit zu erreichen, befinden sich zwei Paare von Testmassen an Bord: zum einen

zwei Testkörper aus unterschiedlichen Materialien (Titan und eine Platin-Rhodium-Legierung) und zum anderen zwei Testmassen, die beide aus Platin bestehen. Für die Experimente müssen die Massen jedes Paares so positioniert sein, dass ihre Schwerpunkte exakt übereinander liegen. Als Teil eines Satelliten, der sich auf seinem Orbit um die Erde bewegt, befinden sie sich ständig im freien Fall. Die Schwerpunkte der Massen sollten dabei weiterhin übereinander liegen.

„Andernfalls wäre das Äquivalenzprinzip verletzt, und unser Weltbild in der Physik würde zusammenbrechen“, erläutert Claus Lämmerzahl, Leiter des vom ZARM zu verantwortenden Projektteils. Das Testmassenpaar aus Platin dient dazu, die Messungen zu kontrollieren – sollten sich ihre Schwerpunkte

[#] ONERA steht für Office national d'études et de recherches aérospatiales, OCA für Observatoire de la Côte d'Azur



Letzte Überprüfung des Satelliten Microscope (MICRO Satellite à traînée Compensée pour l'Observation du Principe d'Équivalence) vor dem Start

verschieben, hätte die exakte Positionierung versagt. Die Testmassen wurden mit extrem hoher Genauigkeit in der PTB Braunschweig hergestellt und anschließend im Bremer Fallturm zahlreichen Tests unterzogen, um zu zeigen, dass der Experimentaufbau in Schwerelosigkeit funktioniert.

Darüber hinaus sind deutsche Wissenschaftler für die aufwändige Lageregelung und deren Modellierung zuständig. Die Testmassen müssen sich im ständigen freien Fall befinden, trotz aller möglichen Störungen im Weltraum, beispielsweise durch die Restatmosphäre. „Diese Störungen muss der Satellit ausgleichen, er ist also praktisch Teil des Experiments“, führt Hansjörg Dittus aus dem DLR-Vorstand aus, der die Idee zu diesem Experiment seit über 15 Jahren maßgeblich mit vorangetrieben hat. An Bord des Satelliten ist es auf diese Weise möglich, mit langer Integrationszeit zu messen und systematische Fehler weitgehend zu minimieren.

Wohl niemand erwartet, dass Microscope eine Verletzung des Äquivalenzprinzips entdeckt. „Dazu wird die Genauigkeit vermutlich noch nicht reichen“, meint Dittus. Aber es wird möglich sein, verschiedene Klassen von Quantengravitationstheorien auszuschließen, denn das Äquivalenzprinzip ist bei allen diesen Theorien auf irgendeiner Skala verletzt. „Microscope

ist daher ein Schlüsselexperiment, um Quantengravitationstheorien zu testen“, verdeutlicht Claus Lämmerzahl.

Rund drei Stunden nach dem Start hat sich der Microscope Satellit erfolgreich von der Rakete getrennt und befindet sich nun auf dem Weg zu seinem Zielorbit, einem sonnensynchronen Orbit an der Tag-Nacht-Gleiche. Auf dieser Position bestrahlt die Sonne den Satelliten immer auf der gleichen Seite, sodass die thermischen Bedingungen konstant bleiben. Bereits einen Tag nach dem Start gelang es, den Kontakt mit dem Satelliten herzustellen. Am 2. Mai bestätigten die französischen Wissenschaftler, dass sich die Testmassen aus ihrer Arretierung gelöst haben und das Messinstrument seine Arbeit aufgenommen hat. Damit ist der wichtigste Meilenstein der Testphase geschafft. Zunächst ist nun eine mehrmonatige Kalibrierphase geplant, an die sich eine ein- bis anderthalbjährige Messphase anschließen wird. Neben den beteiligten französischen Wissenschaftlern haben auch die Mitarbeiter am ZARM das Erstzugriffsrecht auf die Daten; erst nach einem Jahr werden die Daten frei zugänglich gemacht. Erste Ergebnisse lassen vermutlich bis Ende nächsten Jahres auf sich warten, da die Auswertung viel Zeit und Sorgfalt erfordert.

Maike Pfalz

■ Preise für das LIGO-Team

Der Gruber-Preis für Kosmologie sowie der Special Breakthrough Prize in Fundamental Physics würdigen den ersten direkten Nachweis von Gravitationswellen.

Anfang Mai gerieten die Gravitationswellenforscher von LIGO erneut in die Schlagzeilen: Am 3. Mai verkündete die Milner Global Foundation die Vergabe eines Special Breakthrough Prize in Fundamental Physics an die drei LIGO-Gründer Ron Drever, Kip Thorne und Rainer Weiss sowie die gesamte LIGO-Kollaboration. Das Preisgeld beträgt drei Millionen Dollar – die LIGO-Gründer teilen sich eine Million, zwei Millionen gehen zu gleichen Teilen an 1012 Personen, die zum LIGO-Experiment beigetragen haben.

Einen Tag später gab die Gruber Foundation bekannt, dass der diesjährige Gruber Cosmology Prize ebenfalls Drever, Thorne, Weiss und das LIGO-Team würdigt. In der Begründung zu dem mit 500 000 Dollar dotierten Preis heißt es, die Detektion sei eine technologische und wissenschaftliche Herkulesaufgabe gewesen, die eine neue Tür zur Untersuchung des Universums öffne.

Derweil gehen die Planungen für einen Gravitationswellen-Detektor der dritten Generation weiter: Das Einstein-Teleskop soll 100 bis 200 Meter unter der Erdoberfläche entstehen und rund dreißigmal empfindlicher sein als heutige Instrumente. Ende April unterzeichneten Karsten Danzmann, Direktor am MPI für Gravitationsphysik in Hannover, und Stan Bentvelsen, Direktor des Nationalen Instituts für Subatomare Physik in Amsterdam, einen Vertrag zur Zusammenarbeit deutscher und niederländischer Forscher bei der Entwicklung des Einstein-Teleskops. „Dies ist ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zum Einstein-Teleskop“, freute sich Danzmann. Damit wollen die Forscher bisher verborgene Bereiche des Universums entdecken.

Maike Pfalz