

Medienmitteilung, 10. November 2022

Mit Neutronen-Spin-Uhren auf der Spur von Dunkler Materie

Mit Hilfe eines an der Universität Bern entwickelten Präzisionsexperiments konnte ein internationales Forschungsteam den Spielraum für die Existenz von dunkler Materie deutlich einschränken. Das Experiment wurde an der Europäischen Forschungsneutronenquelle des Instituts Laue-Langevin in Frankreich durchgeführt und liefert einen wichtigen Beitrag bei der Suche nach diesen noch unbekanntem Materieteilchen.

Die kosmologischen Beobachtungen der Bahnen von Sternen und Galaxien erlauben eindeutige Rückschlüsse darauf, welche anziehenden Gravitationskräfte zwischen den Himmelskörpern wirken. Die erstaunliche Erkenntnis lautet: Die sichtbare Materie reicht bei weitem nicht aus, um die Entwicklung und Bewegungen der Galaxien zu erklären. Dies legt die Vermutung nahe, dass es dort eine andere, bisher unbekannt Form von Masse gibt. Bereits 1933 schloss deshalb der Schweizer Physiker und Astronom Fritz Zwicky auf die Existenz von sogenannter dunkler Materie. Dunkle Materie ist eine postulierte Form von Materie, die nicht direkt sichtbar ist, aber über die Gravitation wechselwirkt und dabei etwa fünfmal mehr Masse umfasst als die uns bekannte Materie.

Nun ist es einem internationalen Forschungsteam dank eines am Albert Einstein Center for Fundamental Physics (AEC) der Universität Bern entwickelten Präzisionsexperiments gelungen, den Spielraum für die Existenz von dunkler Materie deutlich einzuschränken. Das AEC mit seinen über 100 Mitgliedern ist eine der international führenden Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der Teilchenphysik. Die Ergebnisse des Teams unter Berner Leitung wurden soeben in der renommierten Fachzeitschrift *Physical Review Letters* publiziert.

Mysterium dunkle Materie

«Woraus dunkle Materie besteht, ist noch völlig unklar», erläutert Ivo Schulthess, Doktorand am AEC und Erstautor der Studie. Sicher sei aber, dass sie nicht aus denselben Teilchen aufgebaut ist, aus denen die Sterne, unsere Erde oder wir selbst bestehen. Weltweit wird mit immer sensitiveren Experimenten und Methoden nach möglichen dunklen Materieteilchen gesucht – bis heute jedoch ohne Erfolg.

Eine vielversprechende Kategorie von Kandidaten für dunkle Materieteilchen bilden bestimmte hypothetische Elementarteilchen, die sogenannten Axionen. Ein wichtiger Vorteil dieser extrem leichten Teilchen ist, dass sie gleichzeitig weitere wichtige, bisher unverstandene Phänomene der Teilchenphysik erklären könnten.

Berner Experiment bringt Licht ins Dunkel

«Unserem Team ist es gelungen, dank langjähriger Expertise eine extrem empfindliche Messapparatur zu konzipieren und zu bauen – das Beam EDM Experiment», erklärt Florian Piegsa, Professor für Niederenergie- und Präzisionsphysik am AEC, der 2016 für seine Forschung an Neutronen einen der renommierten ERC Starting Grants des Europäischen Forschungsrats erhielt. Falls die schwer fassbaren Axionen tatsächlich existieren, so sollten sie eine charakteristische Signatur in der Berner Messapparatur hinterlassen.

«Mit unserem Experiment lässt sich die Drehfrequenz von Neutronen-Spins bestimmen, welche sich durch eine Überlagerung von elektrischen und magnetischen Feldern bewegen», erklärt Schulthess. Der Spin jedes einzelnen Neutrons fungiert dabei als eine Art Kompassnadel, welche sich aufgrund des Magnetfeldes wie der Sekundenzeiger einer Armbanduhr dreht – allerdings fast 400'000-mal schneller. «Diese Drehfrequenz haben wir permanent genau gemessen und nach kleinsten periodischen Fluktuationen untersucht, welche durch die Wechselwirkung mit den Axionen hervorgerufen werden würden», erklärt Piegsa. Die Ergebnisse des Experiments waren eindeutig: «Die Drehfrequenz der Neutronen blieb unverändert, was bedeutet, dass es in unserer Messung keinen Hinweis auf Axionen gibt», so Piegsa.

Parameterbereich erfolgreich eingegrenzt

Durch diese Messungen, welche zusammen mit Forschenden aus Frankreich an der Europäischen Forschungsneutronenquelle des Instituts Laue-Langevin durchgeführt wurden, konnte ein bisher komplett unerforschter Parameterbereich der Axionen experimentell ausgeschlossen werden. Dabei konnte nach hypothetischen Axionen gesucht werden, welche mehr als 1000-mal schwerer wären, als dies bislang mit anderen Experimenten möglich war (siehe dazu auch die [Medienmitteilung vom November 2017](#)).

«Obwohl die Existenz dieser Teilchen auch weiterhin mysteriös bleibt, konnten wir erfolgreich einen wichtigen Parameterraum der dunklen Materie eingrenzen», bilanziert Schulthess. Zukünftige Experimente können nun auf dieser Arbeit aufbauen. «Die endgültige Beantwortung der Frage nach der dunklen Materie würde uns einen bedeutsamen Einblick in die Grundlagen der Natur ermöglichen und uns einen grossen Schritt näher an ein vollständiges Verständnis des Universums bringen», so Piegsa.

Das Experiment wurde durch den European Research Council und den Schweizerischen Nationalfonds gefördert.

Angaben zur Publikation:

Schulthess I. et al., *New limit on axion-like dark matter using cold neutrons*, Physical Review Letters, 4. November 2022

DOI: [10.1103/PhysRevLett.129.191801](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.129.191801)

Siehe nächste Seite Kontaktangaben und weitere Informationen

Kontakt:

Prof. Dr. Florian Piegsa

Laboratorium für Hochenergiephysik (LHEP) und Albert Einstein Center for Fundamental Physics (AEC), Universität Bern

Tel: +41 31 684 59 32

Email: florian.piegsa@lhep.unibe.ch

Ivo Schulthess

Laboratorium für Hochenergiephysik (LHEP) und Albert Einstein Center for Fundamental Physics (AEC), Universität Bern

Tel: +41 31 684 46 05

Email: ivo.schulthess@lhep.unibe.ch

Albert Einstein Center for Fundamental Physics (AEC)

Das Albert Einstein Center for Fundamental Physics (AEC) wurde 2011 gegründet. Sein Ziel ist es, Forschung und Lehre in der Grundlagenphysik an der Universität Bern auf höchster Ebene zu fördern. Der Schwerpunkt liegt auf der experimentellen und theoretischen Teilchenphysik und ihren Anwendungen (z.B. Medizinphysik), sowie auf den damit verbundenen Spin-off- und Outreach-Aktivitäten.

Das AEC wurde unter Mitwirkung des Instituts für Theoretische Physik (ITP) und des Labors für Hochenergiephysik (LHEP) der Universität Bern gegründet. Mit seinen über 100 Mitgliedern ist das AEC eine der grössten universitären Gruppen von Forschenden, die in der Schweiz auf dem Gebiet der Teilchenphysik arbeiten, und ein starker Akteur auf internationaler Ebene.

Mehr Informationen: <https://www.einstein.unibe.ch/>