

Press release**Technische Universität Darmstadt****Claudia Staub**

06/26/2024

<http://idw-online.de/en/news835965>Research results, Scientific Publications
Physics / astronomy
transregional, nationalTECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT**Das Innere von Atomen besser verstehen - Veröffentlichung in „Physical Review Letters“**

Atomkerne können winzige Magnete sein. Ihr magnetisches Moment lässt sich gut messen, entsprechende Berechnungen waren bislang aber unzureichend. Das Problem haben Forschende vom Fachbereich Physik von der TU Darmstadt jetzt gelöst, wie sie in der aktuellen Ausgabe des Fachjournals „Physical Review Letters“ berichten.

Im Innern von Atomkernen ist eine Menge los. Protonen und Neutronen schwirren umher und wechselwirken miteinander. Die Bewegung der Kernteilchen sowie deren Eigendrehimpulse induzieren magnetische Momente. Im Zusammenspiel führt das dazu, dass Atomkerne winzige Magnete sein können. „Mit laserspektroskopischen Methoden lässt sich das magnetische Moment selbst von exotischen, kurzlebigen Kernen sehr präzise bestimmen“, erklärt Professor Achim Schwenk vom Institut für Kernphysik der TU Darmstadt. Als theoretischer Physiker hat er sich allerdings auf die rechnerische Beschreibung von Kerneigenschaften spezialisiert. Und die ließ bezüglich des magnetischen Moments bislang zu wünschen übrig. Das heißt: Die experimentell gemessenen und die berechneten Werte klappten bei vielen Kernen auseinander.

Nun ist dem Team um Schwenk ein Durchbruch gelungen. Die berechneten Werte des magnetischen Moments stimmen besser mit den gemessenen überein als je zuvor, wie die Forschenden in der aktuellen Ausgabe von „Physical Review Letters“ zeigen. Die neuen Rechnungen funktionierten für Kerne von relativ leichten Elementen wie Sauerstoff bis zu schweren Elementen wie Bismut, betont Schwenk: „Es war uns wichtig, dass wir einen weiten Massebereich abdecken.“

Entscheidender Einfluss der Zwei-Teilchen-Ströme

Maßgeblich zu dem Erfolg beigetragen hat Dr. Takayuki Miyagi, Erstautor der Publikation, der bis vor kurzem als Postdoktorand in Schwenks Gruppe forschte und jetzt Assistenz-Professor an der Universität im japanischen Tsukuba ist. Input für die Rechnungen lieferte zudem Rodric Seutin. Im Rahmen seiner Doktorarbeit an der TU Darmstadt hat er in Rechnungen für leichte Kerne berücksichtigt, dass Kernteilchen während der Messung des magnetischen Moments miteinander wechselwirken.

Bei der Laserspektroskopie koppelt ein Lichtteilchen an ein Kernteilchen. Dass das Kernteilchen gleichzeitig mit weiteren Protonen oder Neutronen wechselwirkt, wurde bislang ausgeblendet. Die Kopplung der Lichtteilchen an wechselwirkende Kernteilchen kann durch die Berücksichtigung von sogenannten Zwei-Teilchen-Strömen einbezogen werden. Zwei-Teilchen-Ströme fließen, wenn Protonen und Neutronen während der Wechselwirkung geladene Teilchen austauschen. Theorien der elektromagnetischen und der starken Wechselwirkung sagen das konsistent vorher. „Die Berücksichtigung der Zwei-Teilchen-Ströme hat die Berechnung der magnetischen Momente deutlich verbessert“, erklärt Miyagi.

Von grundlegender Bedeutung für die subatomare Physik

„In der Beschreibung von Atomkernen sind wir jetzt einen entscheidenden Schritt vorangekommen“, fasst Schwenk zusammen. „Die elektromagnetischen Eigenschaften und somit auch das Verhalten der Kerne mit elektromagnetischen Feldern sind verstanden, nun können wir die nächsten Fragen angehen.“ Zwei-Teilchen-Beiträge seien in der Kern- und Teilchenphysik von grundlegender Bedeutung, ergänzt er und nennt als Beispiel die Neutrino-Forschung. Um die Eigenschaften dieser Elementarteilchen zu ergründen, betrachtet man unter anderem deren Wechselwirkung mit Atomkernen.

In der subatomaren Welt gibt es noch viel zu entdecken. Die Forschung ist komplex und profitiert von internationalen Kooperationen. An der aktuellen Studie beteiligten sich neben Physik-Forschenden der TU Darmstadt auch Forschende der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, der University of Illinois in Urbana-Champaign, des Massachusetts Institute of Technology und des kanadischen Forschungszentrums TRIUMF in Vancouver.

Über die TU Darmstadt

Die TU Darmstadt zählt zu den führenden Technischen Universitäten in Deutschland und steht für exzellente und relevante Wissenschaft. Globale Transformationen – von der Energiewende über Industrie 4.0 bis zur Künstlichen Intelligenz – gestaltet die TU Darmstadt durch herausragende Erkenntnisse und zukunftsweisende Studienangebote entscheidend mit.

Ihre Spitzenforschung bündelt die TU Darmstadt in drei Feldern: Energy and Environment, Information and Intelligence, Matter and Materials. Ihre problemzentrierte Interdisziplinarität und der produktive Austausch mit Gesellschaft, Wirtschaft und Politik erzeugen Fortschritte für eine weltweit nachhaltige Entwicklung.

Seit ihrer Gründung 1877 zählt die TU Darmstadt zu den am stärksten international geprägten Universitäten in Deutschland; als Europäische Technische Universität baut sie in der Allianz Unite! einen transeuropäischen Campus auf.

Mit ihren Partnern der Rhein-Main-Universitäten – der Goethe-Universität Frankfurt und der Johannes Gutenberg-Universität Mainz – entwickelt sie die Metropolregion Frankfurt-Rhein-Main als global attraktiven Wissenschaftsraum weiter.

www.tu-darmstadt.de

MI-Nr. 23/2024, Meier/cst

contact for scientific information:

Professor Achim Schwenk

TU Darmstadt

Institut für Kernphysik

Telefon: 06151/16-21550

E-Mail: schwenk@physik.tu-darmstadt.de

Original publication:

T. Miyagi, X. Cao, R. Seutin, S. Bacca, R. F. Garcia Ruiz, K. Hebel, J. D. Holt, and A. Schwenk: “Impact of Two-Body Currents on Magnetic Dipole Moments of Nuclei”, in: Phys. Rev. Lett. 132, 232503 (2024)

DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.132.232503>