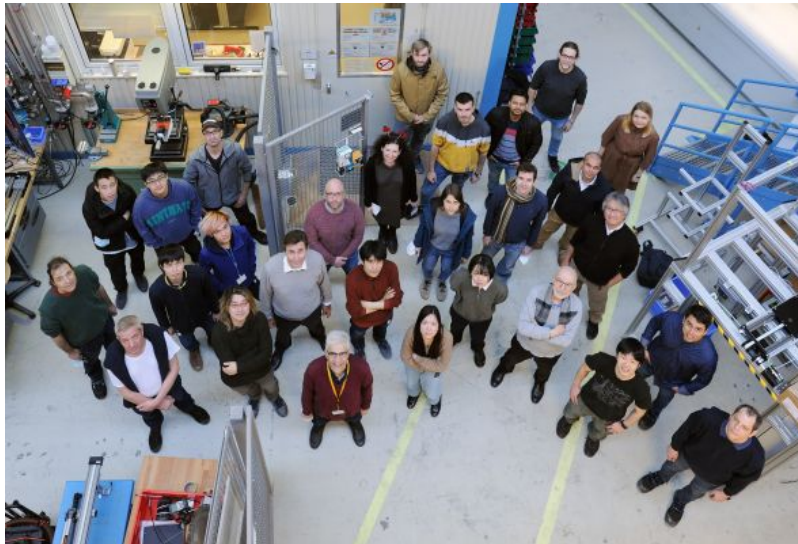


## Hinweise auf einen exotischen Atomkernzustand

08.04.2026, 11:55 | Wissenschaft, Forschung, Bildung

Pressemitteilung von: *idw - Informationsdienst Wissenschaft*



Ein internationales Forschungsteam hat in einem Experiment am Forschungszentrum GSI/FAIR in Darmstadt Hinweise auf die Existenz eines exotischen Atomkernzustands gefunden. Ein solcher Zustand ist zwar seit langer Zeit theoretisch vorhergesagt, wurde bisher aber noch nie beobachtet. Es handelt sich um ein System aus einem Atomkern des Kohlenstoffisotops  $^{11}\text{C}$  und einem  $\eta'$  Meson (Eta-Strich-Meson) – einem kurzlebigen Teilchen aus einem Quark und einem Antiquark. Dieses System ist ausschließlich durch die starke Wechselwirkung gebunden, also durch die Kraft, die auch Protonen und Neutronen im Atomkern zusammenhält.

Zu dem Forschungsteam, das aus der  $\eta$  PRiME Kollaboration und der Super Fragmentseparator Experiment Kollaboration besteht, gehören auch Physiker der Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU) mit ihren Arbeitsgruppen: Prof. Dr. Volker Metag und Prof. Dr. Christoph Scheidenberger (GSI/FAIR und Helmholtz Forschungsakademie für FAIR).

In der Physik unterscheidet man vier fundamentale Kräfte (Wechselwirkungen): Gravitation, Elektromagnetismus, starke und schwache Wechselwirkung. Viele „gebundene Systeme“ werden durch diese Kräfte zusammengehalten. So sind etwa Erde und Mond durch Gravitation gebunden, und in Atomen hält die elektromagnetische Wechselwirkung den positiv geladenen Atomkern und die negativ geladenen Elektronen zusammen. Atomkerne bestehen aus Protonen und Neutronen und werden durch die starke Wechselwirkung gebunden. Neben Protonen und Neutronen, die jeweils aus drei Quarks bestehen, gibt es weitere Teilchen, die der starken Wechselwirkung unterliegen, unter anderem Mesonen.

Einige Mesonen sind elektrisch negativ geladen. Sie können daher in Atomen in seltenen Fällen ein Elektron ersetzen und sind dann – ähnlich wie Elektronen – durch die elektromagnetische Wechselwirkung an den Atomkern gebunden. Es gibt aber auch elektrisch neutrale Mesonen wie das  $\eta'$  Meson. Weil es keine elektrische Ladung trägt, kann es nicht elektromagnetisch an den Kern gebunden werden, sondern nur über die starke Wechselwirkung. Ein solcher Zustand, in dem ausschließlich die starke Wechselwirkung bindet, ist besonders interessant, weil er Rückschlüsse auf die Eigenschaften dieser Kraft ermöglicht.

Bereits 2005 hatten japanische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Existenz eines solchen nur durch die starke Wechselwirkung gebundenen Meson Kern Systems vorhergesagt. Alle Experimente zur Suche nach diesem exotischen Kernzustand blieben jedoch bis vor Kurzem erfolglos. Erst jetzt, rund 20 Jahre später, ist den Forscherinnen und

Forschern ein entsprechender experimenteller Hinweis gelungen.

Die Bedeutung dieses experimentellen Ergebnisses geht weit über den ersten Nachweis eines exotischen Kernzustands hinaus. Gleichzeitig konnte gezeigt werden, dass sich die Masse des  $\eta'$  Mesons in der Materie eines Atomkerns verringert. Das Ergebnis hilft zu verstehen, wie die Masse von Mesonen entsteht: Addiert man die Massen der Quarks im  $\eta'$  Meson, erhält man nur etwa 1 Prozent der Masse, die ein freies  $\eta'$  Meson hat. Der weitaus größte Teil stammt aus der Energie der starken Wechselwirkung zwischen seinen Bestandteilen – entsprechend Einsteins Beziehung zwischen Masse ( $m$ ) und Energie ( $E$ ):  $m=E/c^2$ , wobei  $c$  die Lichtgeschwindigkeit ist.

Das GSI/FAIR Experiment zeigt, dass sich diese Wechselwirkung ändert, wenn sich das  $\eta'$  Meson im Atomkern befindet. Ähnlich ist es bei Protonen und Neutronen: Auch dort entstehen rund 99 Prozent der Masse aus der starken Wechselwirkung. Wenn wir also unser Körpergewicht messen, messen wir indirekt auch diese Wechselwirkung. Deshalb ist ein Verständnis der Massenentstehung stark wechselwirkender Teilchen grundlegend, und die Messung ist ein wichtiger Schritt auf diesem Weg.

Das Experiment wurde von Prof. Dr. Kenta Itahashi (Osaka, Japan) und seiner Arbeitsgruppe vorgeschlagen und am GSI-Fragmentseparator im Rahmen des FAIR-Phase-0-Forschungsprogramms durchgeführt. Ein Protonenstrahl trifft dabei mit rund 96 Prozent der Lichtgeschwindigkeit auf einen  $^{12}\text{C}$  Atomkern und entreißt ihm ein Neutron, das zusammen mit dem Proton ein Deuteron bildet und sich in Vorwärtsrichtung wegbewegt. Der zurückbleibende  $^{11}\text{C}$  Kern wird in einen stark energiegeladenen Zustand versetzt. Aus dieser Anregungsenergie kann ein  $\eta'$  Meson entstehen, das sich in seltenen Fällen an den  $^{11}\text{C}$  Kern bindet – ein kurzlebiger gebundener Quantenzustand. Um diese seltenen Fälle aus vielen anderen Reaktionen herauszufiltern, wurde ein spezieller Aufbau entwickelt: Gleichzeitig mit dem Deuteron werden die typischen Zerfallsprodukte dieses kurzlebigen Zustands in einem Detektor gemessen, der die Reaktionszone nahezu vollständig umschließt. So lassen sich Bildung, kurzes Bestehen und Zerfall des  $\eta'$  Meson Kern Systems bestimmen.

Die Kollaboration plant ein verbessertes Folgeexperiment mit deutlich mehr Messdaten, um die spektroskopischen Eigenschaften des gebundenen  $\eta'$  Meson Kern Systems genauer zu bestimmen, insbesondere Energieniveaus, Bindungsenergie und Zerfallsbreite. Daraus sollen weitere Schlüsse über den Ursprung der Masse stark wechselwirkender Teilchen gezogen werden. In der Zukunft wird das internationale Beschleunigerzentrum FAIR dank höherer Ionenstrahlintensitäten weitere neue Forschungsmöglichkeiten auf dem Gebiet eröffnen. FAIR wird zurzeit in internationaler Zusammenarbeit bei GSI errichtet, um neue Einblicke in den Aufbau der Materie und die Entwicklung des Universums zu ermöglichen.

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Prof. Dr. Christoph Scheidenberger (Christoph.Scheidenberger@exp2.physik.uni-giessen.de),

Prof. Dr. Volker Metag (Volker.Metag@exp2.physik.uni-giessen.de)

Originalpublikation:

R.Sekiya, K. Itahashi, Y.K. Tanaka, S. Hirenzaki, N. Ikeno, V. Metag, M. Nanova, J. Yamagata-Sekihara, V. Drozd, H. Ekawa, H. Geissel, E. Haettner, A. Kasagi, E. Liu, M. Nakagawa, S. Purushothaman, C. Raplod, T.R Saito, H. Alibrahim Alfaki, F.Amjad, M. Amstrong, K.-H. Behr, J. Benlliure, Z. Brenic, T. Dickel, S. Dubey, S. Escrig, M. Feijoo-Fontan, H. Fujioka, Y. Gao, F. Goldenbaum, A. Grana Gonzalez, M. N. Harakeh, Y. He, H. Heggen, C. Hornung, N. Hubbard, M. Iwasaki, N. Kalantar-Nayestanaki, M. Kavatsyuk, E. Kazantseva, A. Khreptak, B. Kindler, H. Kollmus, D. Kostyleva, S. Kraft-Bermuth, N. Kurz, B.Lommel, S. Minami, D.J. Morrissey, P. Moskal, I. Mukha, C. Nociforo, H. J. Ong, S. Pietri, E. Rocco, J.L. Rodriguez-Sanchez, P. Roy, R. Ruber, S. Schadmand, C. Scheidenberger, P. Schwarz, V. Serdyuk, M. Skurzok, B. Streicher, K. Suzuki, B. Szczepanczyk, X. Tang, N.Tortoreli, M. Vencelij, T. Weber, H. Weick, M. Will, K. Wimmer, A. Yamamoto, A. Yanai, and J. Zhao: "Excitation Spectra of the  $^{12}\text{C}(p,d)$  Reaction near the  $\eta'$ -Meson Emission Threshold Measured in Coincidence with High-Momentum Protons", Phys. Rev. Lett. 136, 142501 – Published 7 April, 2026

DOI: <https://doi.org/10.1103/6vsl-ng7x>

LisaDittrich (Mitarbeiter in der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit)

0641 99-12048

[lisa.dittrich@admin.uni-giessen.de](mailto:lisa.dittrich@admin.uni-giessen.de)

---

News-ID: 1308674 • Views: 259 (Stand: 02.10.2026)

Link zur Pressemitteilung:

<https://www.openpr.de/news/1308674/Hinweise-auf-einen-exotischen-Atomkernzustand-idw.html>