



Forschung

Greifswald, 17. März 2020

Präzisionsmassenmessungen an exotischen Cadmiumisotopen geben Einblick in die Magie des Atomkerns

Einer internationalen Forschungskollaboration sind Präzisionsmassenmessungen an neutronenreichen Cadmiumisotopen am europäischen Forschungszentrum CERN gelungen. Die in *Physical Review Letters* (doi: 10.1103/PhysRevLett.124.092502) publizierten Ergebnisse bestätigen im Zusammenspiel mit theoretischen Rechnungen, dass sich die „magischen Zahlen“ von Protonen und Neutronen verstärken und erlauben außerdem Rückschlüsse auf den doppelt-magischen Kern Zinn-132.

Ein wichtiges Merkmal der inneren Struktur von Atomkernen sind die sogenannten magischen Zahlen: 8, 20, 28, 50, 82 oder 126. Atomkerne, die magische Protonen- oder Neutronenzahlen besitzen, bilden quantenmechanische Schalenabschlüsse. Sie haben daher eine hohe Bindungsenergie und sind sehr stabil. Doch was bedeuten die magischen Zahlen und die damit zusammenhängende Atomstruktur für exotische, das heißt kurzlebige, Atomkerne? Das ist Gegenstand intensiver aktueller Forschung.

Mit dem Präzisionsmassenspektrometer ISOLTRAP konnten nun erstmals die Masse des Cadmiumisotops Cd-132 bestimmt werden, das 48 Protonen und 84 Neutronen besitzt. Damit gelang es zum ersten Mal unter der magischen Protonenzahl $Z=50$ (des Elements Zinn) zwei weitere Neutronen über die magische Neutronenzahl $N=82$ hinauszugehen. Über Einsteins Energie-Masse-Beziehung $E=mc^2$ und den Vergleich der Kernmassen in Isotopenketten sind auch die jeweiligen Kernbindungsenergien zugänglich, insbesondere die „Zweineutronen-Bindungsenergien“ – ein quantitatives Maß für die Kernstabilität. Mit den neuen Messungen konnte nun die Charakterisierung des Neutronenschalenabschlusses von Cadmium vervollständigt werden. Die Resultate zeigen, dass dieser Abschluss erheblich schwächer ausfällt als der entsprechende beim Zinn. Mit anderen Worten: Die Schalenabschlüsse der Protonen (hier $Z=50$) und Neutronen (hier $N=82$) verstärken sich gegenseitig.

Die Massenmessungen bei den beiden Isotopen Cd-131 und Cd-132, deren Halbwertszeiten beide unter 100 Millisekunden liegen, wurden ermöglicht durch das Multireflexions-Flugzeit-Massenspektrometer von ISOLTRAP. Dies ist eine Komponente der Universität Greifswald, die inzwischen schon mehrmals wesentliche Beiträge geliefert hat. Zusätzlich sind bei ISOLTRAP sogenannte Penningfallen im Einsatz. Für diese wurde kürzlich eine neue Messmethode eingeführt: die „Phasenuhr“. Damit konnten nun angeregte Kernzustände von Cd-127 und Cd-129 massenspektrometrisch von den jeweiligen Grundzuständen unterschieden werden. Das dadurch erhöhte Auflösungsvermögen der Massenmessungen hat große Bedeutung für weitere Kernstrukturuntersuchungen.

Die Messungen am CERN wurden ergänzt durch moderne Kernstrukturrechnungen für diese exotischen Kerne. Dabei beschreiben ab initio Rechnungen der Theoriegruppen aus Darmstadt, Mainz, Barcelona und Vancouver ausgehend von fundamentalen Wechselwirkungen zwischen Neutronen und Protonen am besten das Verhalten zum Schalenabschluss und wie sich die Stabilität bei den Abschlüssen der Protonen und Neutronen gegenseitig verstärkt.

Die Forschungsarbeiten wurden gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Programms ["Physik der kleinsten Teilchen"](#) und von der Max-Planck-Gesellschaft.

Weitere Informationen

Manea V. et al. (2020): First glimpse of the $N = 82$ shell closure below $Z = 50$ from new masses of cadmium isotopes and isomers, *Physical Review Letters* 124, 092502, [doi: 10.1103/PhysRevLett.124.092502](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.124.092502).

Beteiligte Forschungsinstitute

[Institut für Physik](#) der Universität Greifswald

[Max-Planck-Institut für Kernphysik](#)

[Institut für Kernphysik, Theoriezentrum](#) der Technischen Universität Darmstadt

[Institut für Kern- und Teilchenphysik](#) der Technischen Universität Dresden

Ähnliche Pressemitteilungen

[Mit Ionen-Pingpong Kräfte in Atomkernen sichtbar gemacht](#)

[Mit Ionen-Pingpong magische Neutronenzahl exotischer Atomkerne bestätigt](#)

[„Phasenuhr“ als hochpräzise Atomwaage](#)

[Millionenförderung für Uhrenprojekt](#)



Außenansicht des Instituts für Physik der Universität Greifswald – Foto: Ole Kracht

Das Foto kann für redaktionelle Zwecke im Zusammenhang mit dieser Medieninformation kostenlos unter pressestelle@uni-greifswald.de angefordert werden. Bei Veröffentlichung ist der Name des Bildautors bzw. die Bildquelle zu nennen.

Ansprechpartner an der Universität Greifswald

Prof. Dr. Lutz Schweikhard

Institut für Physik der Universität Greifswald

Felix-Hausdorff-Straße 6, 17487 Greifswald

Telefon +49 3834 86 4700

lschweik@physik.uni-greifswald.de

Weitere Ansprechpartner

Prof. Dr. Klaus Blaum

Sprecher der ISOLTRAP-Kollaboration

Max-Planck-Institut für Kernphysik

Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Telefon +49 6221 516850

klaus.blaum@mpi-hd.mpg.de

Prof. Dr. Achim Schwenk

Institut für Kernphysik, Theoriezentrum

Technische Universität Darmstadt

Schlossgartenstraße 2, 64289 Darmstadt

Telefon +49 6151 16 21550

schwenk@physik.tu-darmstadt.de

Prof. Dr. Kai Zuber

Institut für Kern- und Teilchenphysik

Technische Universität Dresden

Tel.: +49 (0) 351 463-42250

kai.zuber@tu-dresden.de