



## Medieninformation

Greifswald, 1. Oktober 2018

### **Einzigartiges Verhalten von Quecksilberkernen aufgeklärt. Sie finden zu ihrer Form zurück**

Einem internationalen Wissenschaftlerteam mit Beteiligung Greifswalder Physiker ist es gelungen, die Ladungsradien von Atomkernen der exotischen Quecksilberisotope  $^{177}\text{Hg}$  bis  $^{185}\text{Hg}$  zu bestimmen. Die kurzlebigen Teilchen, die teilweise nur die mit Halbwertszeiten von der Dauer eines Wimpernschlags haben, wurden am Ionenseparator ISOLDE des europäischen Forschungszentrums CERN hergestellt und laserspektroskopisch untersucht. Die Resultate beantworten die seit vier Jahrzehnten offenen Fragen zum einzigartigen Verhalten der Quecksilberkerne. Deren Form wechselt als Funktion der Massenzahl  $A$  zwischen leicht abgeplattet und ähnlich einem Rugby-Ball hin und her. Wie sich nun zeigte, endet diese Sprunghaftigkeit unterhalb von  $A = 180$ . Über die Messergebnisse und begleitende Berechnungen, die das Phänomen aufgrund der inneren Struktur der Quecksilberkerne erstmals erklären, wird in *Nature Physics* berichtet (Ausgabe vom xx. September 2018).

Atomkerne sind nur bei bestimmten Verhältnissen der Anzahl ihrer Protonen,  $Z$ , und Neutronen,  $N$ , stabil. Bei Abweichungen spricht man von neutronenarmen bzw. neutronenreichen Kernen. Solche exotischen Kerne verhalten sich mitunter seltsam. Ganz besonders auffällig sind die neutronenarmen Quecksilberisotope. Durch Vermessung der optischen Spektren der Elektronen in der Atomhülle wurde in diesem Bereich schon in den 1970er Jahren ein extrem sprunghaftes Verhalten des Kernradius beobachtet, genauer des mittleren quadratischen Kernladungsradius, als Funktion der Kernmassenzahl  $A = Z + N$ .

Diese atomaren Spektren sind einzigartig wie ein Fingerabdruck, aus dem unter anderem auch die Größe des Kerns abgelesen werden kann. Stabile Quecksilberkerne haben  $Z = 80$  Protonen und  $N = 116, 118$  bis  $122$  oder  $124$  Neutronen und damit die Massenzahlen  $A = 196, 198$  bis  $202$  oder  $204$ . Das auffällige Verhalten wurde unterhalb von  $A = 186$  gefunden. Bei  $A = 185$  beobachtete man einen großen Sprung im Kernradius. Dieses Verhalten wiederholte sich bei den beiden nächstkleineren ungeradzahlig Isotopen mit  $A = 183$  und  $181$ , während die geradzahlig Isotope mit  $A = 184$  und  $182$  dem allgemeinen Trend folgten.

Die unterschiedlichen Kernradien konnten mit verschiedenen Kernformen erklärt werden. Während die „normalen“ Quecksilberkerne kugelförmig bzw. leicht abgeplattet sind (fachsprachlich „oblat“) hat man es bei  $A = 181, 183$  und  $185$  mit länglichen Strukturen zu tun („prolat“ bzw. „zigarrenförmig“). Seit dieser Entdeckung vor vier Jahrzehnten standen zwei wesentliche Fragen im Raum: Wie geht es bei den neutronenarmen Quecksilberkernen weiter, d.h. hält dieser Formwechsel weiter an oder kommt er zum Erliegen und wenn, dann wo? Sowie: Wie kann man dieses Verhalten auf die innere Struktur der Kerne zurückführen?

Die erste Frage konnte mit den aktuellen Messungen geklärt werden. Dazu waren verschiedene neue technische Entwicklungen notwendig, die in den Experimenten erstmals kombiniert wurden. So kam bei der Aufnahme der Laserspektren unter anderem das [Greifswalder Multireflexions-Flugzeit-Massenspektrometer](#) der ISOLTRAP-Apparatur zum Einsatz. Von der [ISOLTRAP-Kollaboration](#) waren weiter auch Mitglieder des CERN, des [Max-Planck-Instituts für Kernphysik in Heidelberg](#), sowie von [Universitäten in Dresden](#), [Manchester \(Groß-Britannien\)](#) und [Paris-Sud \(Frankreich\)](#) beteiligt. Dazu kamen mehrere weitere experimentelle Gruppen, unter anderem auch Laserspektroskopiker der [Universität Mainz](#).

Mit den neuen, erheblich empfindlicheren Messmethoden konnten nun weitere, noch neutronenärmere Isotope vermessen werden. Die Messungen ergaben, dass genau unterhalb der Stelle, bis zu der die damaligen Experimente durchgeführt werden konnten, auch das besondere Verhalten der Quecksilberisotope endet, d.h. bei Massenzahlen kleiner  $A = 180$  findet man lediglich die „normalen“, leicht oblaten Kerne.

Zusätzlich zu den Experimenten wurden von Kollegen der theoretischen Physik umfangreiche Rechnungen durchgeführt, die das beobachtete Verhalten auf bestimmte quantenmechanische Zustände der Protonen und Neutronen in den Kernen zurückführen konnten. Damit ist nicht nur das jahrzehntealte Rätsel um die neutronenarmen Quecksilberatomkerne gelöst. Die Ergebnisse werfen auch ein neues Licht auf die anderen Bereiche der Nuklidkarte, des „Periodensystems der Atomkerne“.

[Weitere Informationen](#)

Originalveröffentlichung

**Mercurial nuclei get back in shape**, B.A. Marsh, T. Day Goodacre, S. Sels, Y. Tsunoda, B. Andel, A.N. Andreyev, N.A. Althubiti, D. Atanasov, A.E. Barzakh, J. Billowes, K. Blaum, T. E. Cocolios, J. G. Cubiss, J. Dobaczewski, G.J. Farooq-Smith, D.V. Fedorov, V.N. Fedosseev, K.T. Flanagan, L.P. Gaffney, L. Ghys, M. Huyse, S. Kreim, D. Lunney, K.M. Lynch, V. Manea, Y. Martinez Palenzuela, P.L. Molkanov, T. Otsuka, A. Pastore, M. Rosenbusch, R.E. Rossel, S. Rothe, L. Schweikhard, M.D. Seliverstov, P. Spagnoletti, C. Van Beveren, P. Van Duppen, M. Veinhard, E. Verstraelen, A. Welker, K. Wendt, F. Wienholtz, R.N. Wolf, A. Zadornaya, K. Zuber, **Nature Physics** ???

DOI: <https://doi.org/10.1038/s41567-018-0292-8>

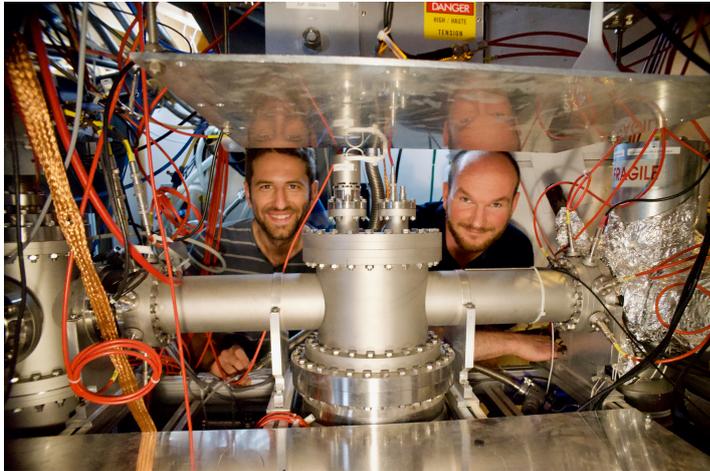


Foto1: Dinko Atanasov (MPIK Heidelberg, links) und Frank Wienholtz (Uni Greifswald und CERN) hinter der MR-ToF MS-Komponente der ISOLTRAP-Apparatur in der ISOLDE-Experimentierhalle am CERN - Foto: Jonas Karthein.

Das Foto kann für redaktionelle Zwecke im Zusammenhang mit dieser Pressemitteilung kostenlos heruntergeladen und genutzt werden. Dabei ist der Name des Fotografen zu nennen. Download

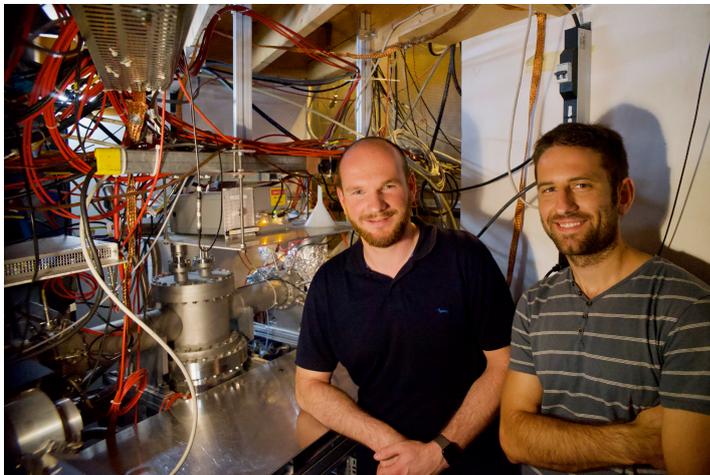
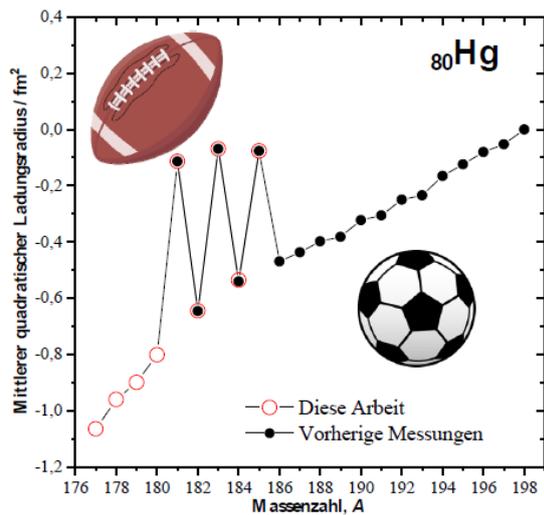


Foto1: Frank Wienholtz (Uni Greifswald und CERN, links) und Dinko Atanasov (MPIK Heidelberg) neben der MR-ToF MS-Komponente der ISOLTRAP-Apparatur in der ISOLDE-Experimentierhalle am CERN - Foto: Jonas Karthein.

Das Foto kann für redaktionelle Zwecke im Zusammenhang mit dieser Pressemitteilung kostenlos heruntergeladen und genutzt werden. Dabei ist der Name des Fotografen zu nennen. Download



Messdaten des mittleren quadratischen Ladungsradius von Quecksilberatomkernen (in Abweichungen vom Kern mit  $A=198$ ) als Funktion der Massenzahl. Die Einfügungen illustrieren die Kernformen die den Bereichen der „normalen“ Kerne (unten rechts) und derer mit großer Abweichung von einer Kugel (oben links). Graphik: Frank Wienholtz.

### Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Frank Wienholtz (CERN Fellow) und  
 Prof. Dr. Lutz Schweikhard (Leiter der Greifswalder Arbeitsgruppe)  
 Institut für Physik der Universität Greifswald  
 Felix-Hausdorff-Straße 6, 17487 Greifswald  
 Telefon 03834 420 4700  
 wienholtz@physik.uni-greifswald.de bzw. lschweik@physik.uni-greifswald.de  
<https://physik.uni-greifswald.de/ag-schweikhard/>

Prof. Dr. Klaus Blaum (Sprecher der ISOLTRAP-Kollaboration)  
 Max-Planck-Institut für Kernphysik  
 Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg  
 Telefon 06221 516850  
 klaus.blaum@mpi-hd.mpg.de  
<http://www.mpi-hd.mpg.de/blaum/index.de.html>