

Press release**GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH****Dr. Ingo Peter**

08/10/2012

<http://idw-online.de/en/news491543>Research results, Scientific Publications
Physics / astronomy
transregional, national**Erstmals Schaleneffekte in den schwersten Elementen direkt gemessen**

Ergebnisse werden zu besseren Vorhersagen über die „Insel der Stabilität“ führen Ein internationales Team von Wissenschaftlern hat zum ersten Mal die Stärke von Schaleneffekten in Atomkernen sehr schwerer Elemente direkt gemessen. Die Ergebnisse liefern Informationen über die Kernstruktur superschwerer Elemente und dienen dazu, die Vorhersagen über die „Insel der Stabilität“ zu verbessern. So nennen Wissenschaftler eine Gruppe von Atomkernen superschwerer Elemente, die nicht in kurzer Zeit zerfallen, sondern außerordentlich stabil und damit langlebig sind. Wo sich diese Insel genau befindet, ist bislang nicht bekannt.

Die jetzigen Messungen an der GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH in Darmstadt erfolgten an den Elementen Nobelium und Lawrencium mit der Ionenfallenanlage SHIPTRAP. Die Ergebnisse der Forschergruppe hat das renommierte Wissenschaftsmagazin Science veröffentlicht.

„Superschwer“ genannte Elemente werden durch Schaleneffekte im Atomkern stabilisiert und können nur deshalb überhaupt existieren, wenn auch in der Regel nur für kurze Zeiten. Die starke Wechselwirkung führt dazu, dass die Bausteine der Atomkerne, die Protonen und Neutronen, in Schalen angeordnet sind. Bei jeweils einer bestimmten als „magisch“ bezeichneten Anzahl von Protonen und Neutronen sind Schalen komplett gefüllt und die Bausteine besonders stark gebunden. Entsprechend sind solche Atomkerne stabiler und langlebiger. Ohne den stabilisierenden Einfluss der Schalen würden superschwere Atomkerne wegen der starken gegenseitigen Abstoßung der vielen Protonen augenblicklich zerplatzen.

Theoretische Vorhersagen lassen erwarten, dass gefüllte Protonen- und Neutronenschalen bei superschweren Atomkernen zu sehr langen Lebensdauern führen, der „Insel der Stabilität“. Wo genau die entsprechenden Schalenabschlüsse liegen, ist allerdings zurzeit noch umstritten. Einige theoretische Ansätze sagen beispielsweise die nächste magische Protonenzahl für Element 114 vorher, andere für Element 120 oder sogar 126. Unklar ist auch, welche Lebensdauern diese Atomkerne haben, ob „nur“ hunderte von Jahren oder vielleicht doch Jahrtausende oder sogar Jahrmillionen. Alle bisher bekannten Atomkerne superschwerer Elemente wurden im Labor erzeugt und sind kurzlebig. In der Natur konnten superschwere Elemente bisher nicht nachgewiesen werden.

Für genauere theoretische Vorhersagen ist die Kenntnis der Stärke der Schaleneffekte, die eine erhöhte Bindungsenergie der Kernbausteine bei gefüllten Schalen bewirken, extrem wichtig. Die Bindungsenergie ist nach Einsteins berühmter Formel $E=mc^2$ direkt mit der Masse verknüpft. Mit der Ionenfallenanlage SHIPTRAP, der genauesten Waage der Welt für die schwersten Elemente, gelang es jetzt erstmals, sehr schwere Atomkerne im Bereich der magischen Neutronenzahl $N=152$ sehr genau zu wiegen. Insbesondere wurden die Verhältnisse bei Nobelium (Element 102) und Lawrencium (Element 103) untersucht. Da diese Elemente nicht in der Natur vorkommen, mussten die Wissenschaftler sie am GSI-Teilchenbeschleuniger herstellen und dann mit der Ionenfalle einfangen. Die Herausforderung bestand unter anderem in der geringen Anzahl von Teilchen, die zur Verfügung standen, zum Beispiel beim Isotop Lawrencium-256 gerade einmal knapp 50 Atome über eine Messzeit von etwa vier Tagen.

Die neuen Messergebnisse dienen dazu, die aktuell besten Modelle zur Beschreibung der schwersten Elemente zu testen und stellen so einen wichtigen Baustein zur Weiterentwicklung der Modelle dar. Damit werden präzisere Vorhersagen zur Lage und Ausdehnung der „Insel der Stabilität“ superschwerer Elemente inmitten von radioaktiven, schnell zerfallenden Elementen möglich.

Die Experimente wurden unter Federführung der GSI und des 2009 gegründeten Helmholtz-Instituts Mainz (HIM), das gemeinsam von der GSI und der Johannes Gutenberg-Universität Mainz getragen wird, durchgeführt. Beteiligt waren auch Wissenschaftler der Universitäten Gießen, Granada (Spanien), Greifswald, Heidelberg, Mainz, München und Padua (Italien) sowie des Max-Planck-Instituts für Kernphysik Heidelberg und des PNPI St. Petersburg (Russland).

Wissenschaftliche Ansprechpartner:

Dr. Michael Block
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung
Planckstrasse 1
64291 Darmstadt
<http://www.gsi.de>

Prof. Dr. Christoph E. Düllmann
Helmholtz Institut Mainz und Institut für Kernchemie
Johannes Gutenberg-Universität
55099 Mainz
http://www.helmholtz.de/en/research/promoting_research/helmholtz_institutes/helmholtz_institute_mainz
<http://www.kernchemie.uni-mainz.de/eng/index.php>

Prof. Klaus Blaum
Max-Planck-Institut für Kernphysik
Saupfercheckweg 1
69117 Heidelberg
<http://www.mpi-hd.mpg.de>

Prof. Lutz Schweikhard
Institut für Physik
Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
17487 Greifswald
<http://www.physik.uni-greifswald.de/physiko1>

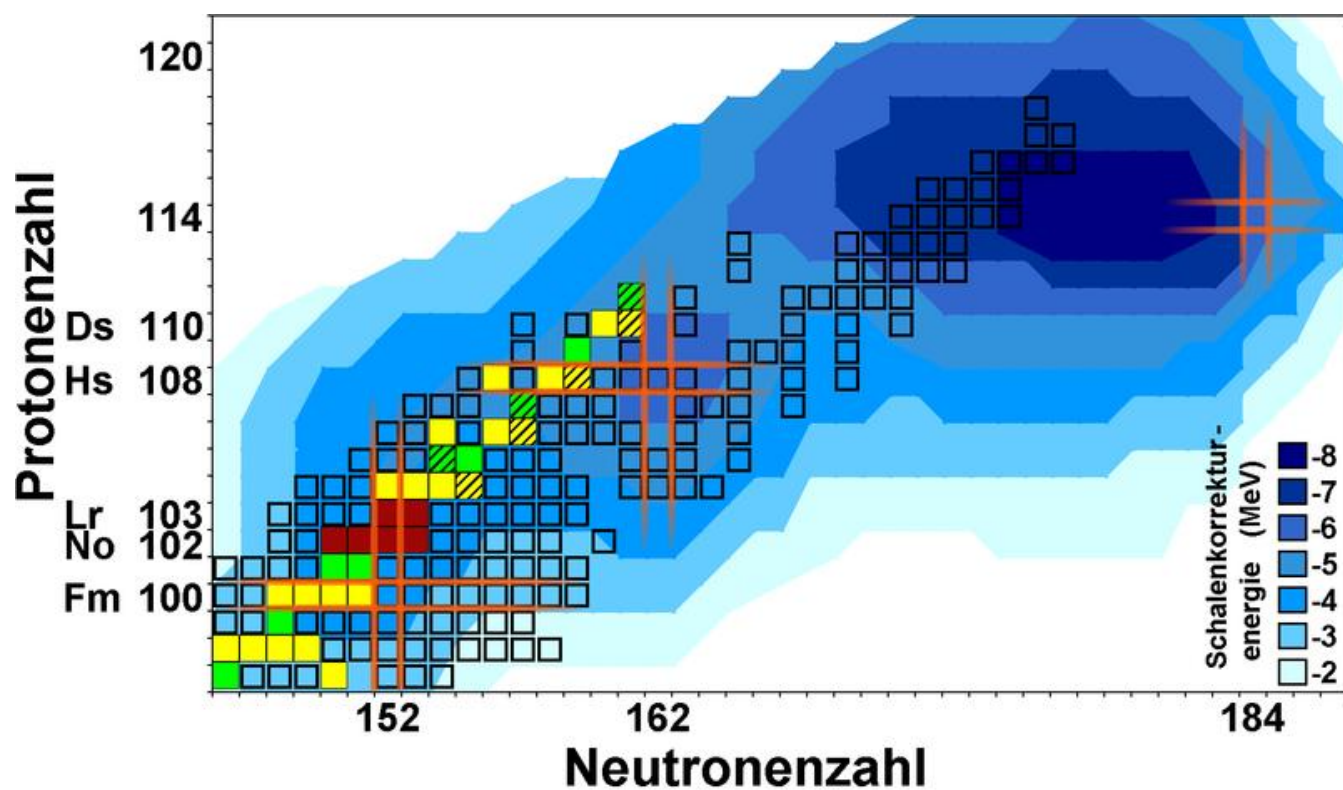
Priv. Doz. Dr. Peter G. Thirolf
Fakultät für Physik der Ludwig-Maximilians- Universität
Am Coulombwall 1
85748 Garching
<http://www.en.physik.uni-muenchen.de/index.html>

Dr. Wolfgang Plaß
II. Physikalisches Institut
Justus-Liebig Universität
Heinrich-Buff-Ring 14
35392 Gießen
<http://pcweb.physik.uni-giessen.de/exp2>

URL for press release: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1225636> Originalveröffentlichung: E. Minaya Ramirez et al.
"Direct mapping of nuclear shell effects in the heaviest elements" von, Science 2012



Enrique Minaya Ramirez (r.) und Michael Block mit dem ausgebauten Ionendetektor von Shiptrap.
Foto: G.Otto / GSI



Ausschnitt der Nuklidkarte (Neutron-Proton-Kombinationen) im Bereich der schwersten Elemente. Diese „Landkarte“ zeigt die bisher bekannten Isotope der schwersten Elemente als Kästchen. Blau: Theoretische Vorhersage der durch Schaleneffekte erhöhten Bindungsenergie. Rot: Gemessene Lawrencium- und Nobeliumisotope. Grün / gelb: Nuklide, deren Masse durch die Messergebnisse besser bestimmt wird. Orange: Lage gefüllter Schalen.

Bild: Science/AAAS