



Medieninformation

Greifswald, 8. Februar 2011

Greifswalder Physiker unterstützen Präzisionsmassenmessungen zur Neutrinoforschung am Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

Am Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (GSI) in Darmstadt konnten mittels eines präzisen Massenvergleichs von Isotopen wichtige Erkenntnisse zu Kernumwandlungsprozessen gewonnen werden. Daran waren auch Forscher des Instituts für Physik der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald beteiligt.

Die Messergebnisse wiesen Gadolinium-152 als hervorragenden Kandidaten für die Untersuchung einer der bedeutendsten Frage der Teilchenphysik aus: Ist das Neutrino sein eigenes Antiteilchen? Die Untersuchungsergebnisse wurden in der aktuellen Ausgabe der physikalischen Fachzeitschrift *Physical Review Letters* veröffentlicht.

Nicht immer müssen die großen Beschleuniger und Speicherringe angeworfen werden, um Messungen im Bereich der Elementarteilchenphysik durchzuführen. Am Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (GSI) in Darmstadt wurden mittels Präzisionsmassenspektrometrie in der Penningfalle SHIPTRAP Messungen durchgeführt, die eine wichtige Basis für die Charakterisierung der Neutrinos liefert. Neutrinos sind die flüchtigsten Teilchen des Universums.

Prof. Dr. Lutz Schweikhard und sein Doktorand Christian Droese haben im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekts mit Wissenschaftlern aus zehn weiteren Instituten zum Gelingen des Experiments beigetragen. Die Arbeitsgruppe um Professor Schweikhard beschäftigt sich in Greifswald, am europäischen Forschungszentrum CERN bei Genf und am Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung Darmstadt mit der Weiterentwicklung und Anwendung von Ionenfallen auf verschiedene physikalische Systeme und Prozesse.

Was sind Neutrinos? Das kleine, neutrale Teilchen erhielt seinen Namen aufgrund seiner Eigenschaften vom italienischen Nobelpreisträger Enrico Fermi. Es konnte 1930 nach der Beobachtung von Zerfallsprozessen vorhergesagt werden. Der experimentelle Nachweis der extrem flüchtigen und wechselwirkungsarmen Teilchen gelang erst 1956. Erst vor kurzem wurde durch die Entdeckung der sogenannten Neutrino-Oszillationen indirekt gezeigt, dass diese Teilchen überhaupt eine Masse haben, auch wenn der genaue Wert noch nicht bekannt ist.

Neutrinos treten insbesondere beim Betazerfall der Atomkerne auf. Dabei verwandelt sich ein Neutron des Kern in ein Proton unter Aussendung eines Elektrons und eines Antineutrinos. Bei einer anderen Variante geht ein Proton in ein Neutron über unter Aussendung eines Positrons, des Antiteilchens des Elektrons, und eines Neutrinos. Daneben gibt es als Alternative dieses beta-plus-Zerfalls den Elektroneneinfang, wobei ein Proton im Kern ein Elektron der Atomhülle „schluckt“ und unter Aussendung eines Neutrinos zum Neutron wird. In einigen wenigen Fällen ist dieser Vorgang aufgrund der Kernstrukturen energetisch verboten, ein gleichzeitiger Einfang von zwei Elektronen aber erlaubt. Gadolinium-152 ist ein solcher Kandidat für den doppelten Elektroneneinfang, der aber extrem unwahrscheinlich und damit selten ist.

→

An dieser Stelle kommt eine besondere Fragestellung hinzu: Beim „normalen“ doppelten Elektroneneinfang werden zwei Neutrinos frei. Falls das Neutrino aber sein eigenes Antiteilchen ist – ein sogenanntes Majorana-Teilchen, so gibt es einen Konkurrenzprozess, den neutrinolosen doppelten Elektroneneinfang. Und der wiederum ist umso wahrscheinlicher, je besser die Energien des Atoms vor und nach dem Elektroneneinfang übereinstimmen. Es handelt sich um eine „Resonanz“, so wie bei einem Radioempfänger, der auf die Frequenz eines Senders abgestimmt wurde. Die Energien entsprechen nach Einsteins berühmter Formel $E = mc^2$ den Massen der beteiligten Atome.

Ein entsprechender Massenvergleich wurde jetzt durchgeführt. Die neuen Werte der Massendifferenz ist 20 mal genauer als der bisherige Wert. Während vorher nicht gesagt werden konnte, ob der neutrinolose doppelte Elektroneneinfang bei Gadolinium-152 überhaupt energetisch möglich ist, kann diese Frage nun bejaht werden. Zusätzlich ist die Energiedifferenz der Systeme beim Elektroneneinfang so klein, dass es zu einer „Resonanzüberhöhung“ kommt, das heißt, der Prozess hat eine hohe Wahrscheinlichkeit. Damit wurde gezeigt, dass es sich lohnt, danach in konkreten Experimenten Ausschau zu halten. Gd-152 ist also ein guter Kandidat. Wie gut? Aus Abschätzungen ergibt sich die kürzeste Halbwertszeit unter den bekannten Kandidaten, allerdings immer noch in der Größenordnung von 10^{26} Jahren. Wie kann man einen Zerfall messen, dessen Halbwertszeit viele Größenordnungen länger als das Alter des Universums ist? Während für die Ionenfallenexperimente nur wenige Teilchen benötigt wurden, müssen die Kernprozesse an großen Gd-Präparaten durchgeführt werden. Wenn eine Umwandlung eines Teilchens im Mittel nach etwa 10^{26} Jahren stattfindet, so benötigt man eben 10^{26} damit typischerweise je eines davon pro Jahr zerfällt. Das entspricht etwa 25 kg Gd-152, und analog für ein Ereignis pro Monat 300 kg, bei einem Ereignis pro Woche über eine Tonne und so weiter. In jedem Fall bedeutet es jedenfalls die Suche nach einer Nadel im Heuhaufen. Aber man weiß nun, bei welchem Element und Isotop diese Suche überhaupt Erfolg verspricht.

Verwandte Links

[Originalveröffentlichung in *Physical Review Letters* 106, 052504 \(2011\)](#)

[Presseinfo der MPK](#)

[Presseinfo der GSI](#)

Weitere Presseinformationen zum Thema

[Auf dem Weg zur Insel der Stabilität im Nordosten der Nuklidkarte der Atomkerne](#)

[Auf dem Weg zur Entdeckung neuer langlebiger Elemente](#)

[Kernmaterie am kritischen Punkt](#)

Ansprechpartner an der Universität Greifswald

Prof. Dr. Lutz Schweikhard

Institut für Physik

Felix-Hausdorff-Straße 6, 17487 Greifswald

Telefon 03834 86-4700/-4750

schweikhard@physik.uni-greifswald.de