

Lauern im Untergrund

80 Jahre alte Physik-Theorie
im Experiment überprüft

In Experimenten der modernen Physik wird manchmal etwas gesucht, das nicht auftaucht. Und genau das werten die Physiker dann als Erfolg. Im aktuellen Fall geht es um ein unterirdisches Experiment im italienischen Gran-Sasso-Massiv namens Gerda (für Germanium Detector Array). Mit einem haushohen Behälter voller flüssigem Argon und einer Reihe hochempfindlicher Germanium-Detektoren wird dort beobachtet, ob Atomkerne gelegentlich auf äußerst ungewöhnliche Weise radioaktiv zerfallen. Physiker nennen es den neutrinolosen doppelten Betazerfall.

Beim normalen Betazerfall verwandelt sich ein Neutron des Atomkerns in ein Proton und sendet dabei ein Elektron sowie ein Anti-Neutrino aus. Dies ist der Mechanismus der normalen radioaktiven Beta-Strahlung, wie sie zum Beispiel in radioaktivem Abfall vorkommt. Der normale Beta-Zerfall hat demnach drei Endprodukte, das Proton, das Elektron und das Neutrino, ein kaum mit anderer Materie wechselwirkendes, aber im Universum sehr häufiges Teilchen. Theoretische Physiker halten es jedoch für möglich, dass auch zwei Neutronen eines Atomkerns gleichzeitig zerfallen können und dabei kein Neutrino frei wird.

Mit dem derzeit gültigen Standardmodell wäre dieser Zerfallsweg zwar nicht vereinbar. Einen Ausweg böte jedoch die Idee des legendären italienischen Physikers Ettore Majorana aus den 1930er Jahren: Er vermutete, dass Neutrinos identisch mit ihren eigenen Antiteilchen, den Antineutrinos sein könnten. Dann wäre der neutrinolose doppelte Betazerfall – wenn auch äußerst selten – möglich. Im Gerda-Detektor wurden unter maßgeblicher Beteiligung der TU München und des Münchner Max-Planck-Instituts für Physik zwei Jahre lang mehrere Kilogramm des Germanium-Isotops Ge-76 mit extremer Präzision auf Anzeichen dieses seltenen Zerfalls beobachtet. Nachdem bislang kein einziges solches Ereignis gemessen wurde, haben die Physiker errechnet, dass im Ge-76 höchstens alle 21 000 000 000 000 000 000 000 000 Jahre ein doppelter Betazerfall ohne Neutrinos vorkommt, womöglich auch nie. Damit widersprechen sie Ergebnissen eines früheren Experiments, und die Theorie Majoranas bleibt eine Spekulation. Sollte jedoch eines Tages bewiesen werden, dass Neutrinos ihre eigenen Antiteilchen sind, müssten die Formelwerke der Teilchenphysik neu geschrieben werden.