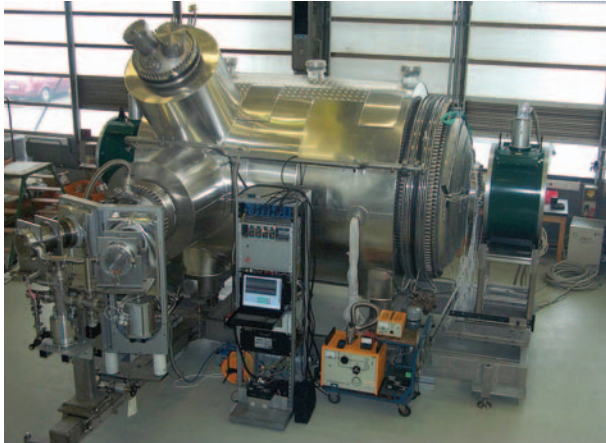


Katrin wiegt Neutrinos

Wie groß ist die Masse der Neutrinos? Diese Schlüsselfrage der Physik hängt eng mit neuer Physik jenseits des Standardmodells der Elementarteilchenphysik zusammen. Mit dem Großexperiment KATRIN (KARlsruhe TRITium Neutrino Experiment), das im Forschungszentrum Karlsruhe entsteht, soll nun speziell das Elektron-Neutrino mit bislang unerreichter Genauigkeit gewogen werden. Am 5. September



Das Vorspektrometer des Neutrino-Experiments KATRIN wird im Forschungszentrum Karlsruhe ausgiebig in Bezug auf Vakuum, Hochspannung und Prozesstechnik getestet. (Foto: FZK)

2005 wurde mit dem Ersten Spatenstich für die große Versuchshalle die dreijährige Aufbauphase des Experiments begonnen. Katrin kostet rund 33 Millionen Euro und wird im Jahr 2008 mit ersten Messungen beginnen.

Erst seit wenigen Jahren ist bekannt, dass Neutrinos eine kleine, aber von null verschiedene Masse haben. Experimente, in denen sog. Neutrino-Oszillationen beobachtet wurden, bei denen sich Elektron- (ν_e), Myon- (ν_μ) und Tauon-Neutrinos (ν_τ) ineinander umwandeln, liefern nur die Massendifferenzen zwischen den verschiedenen Neutrino-Arten. Offen bleibt jedoch die Frage, wie groß die einzelnen Massen sind.

Zur Bestimmung der ν_e -Masse nutzt KATRIN den Beta-Zerfall, der für Wolfgang Pauli 1930 der Anlass gewesen war, das Neutrino zu postulieren. Beim Beta-Zerfall in Atomkernen wird ein Neutron in ein Proton und ein Elektron umgewandelt. Dabei wird stets eine konstante Energie frei, wobei die Energie des emittierten Elektrons jedoch zwischen null und dem erreichbaren Maximalwert schwankt.

Die Differenz zwischen der Energie der Elektronen und der Gesamtenergie übernimmt das Neutrino. Da sich die Neutrinos aus dem Tritiumzerfall nicht direkt nachweisen lassen, versucht man das Energiespektrum der Elektronen mit höchster Genauigkeit zu messen. Gemäß Einsteins berühmter Formel $E=mc^2$ manifestiert sich die Neutrinomasse als Mindestenergie, sodass das Energiespektrum in der Nähe der Maximalenergie des Beta-Zerfalls modifiziert sein sollte.

Als Beta-Strahler wird bei Katrin Tritium eingesetzt, ein schweres Wasserstoff-Isotop, das mit einer Halbwertszeit von 12,3 Jahren zerfällt.¹⁾ Dabei wird eine Gesamtenergie von 18,6 keV frei, die sich auf Elektron und Neutrino verteilt. Die Energie der Elektronen wird im Herzstück von Katrin, dem mit etwa 10 Metern Durchmesser und 24 Metern Länge riesigen elektrostatischen Hauptspektrometer, gemessen.

Katrin ist insgesamt 70 Meter lang und besteht aus verschiedenen Abschnitten mit fünf wesentlichen Komponenten: einer fensterlosen Tritium-Quelle, einer Transportstrecke, in der das Tritium mit Pumpen und Kryofallen entfernt wird und die die Elektronen zum Spektrometer führt, einem elektrostatischen Vorspektrometer, dem elektrostatischen Hauptspektrometer sowie einem Detektor für die Elektronen.

Zurzeit engagieren sich 12 europäische und amerikanische Forschungseinrichtungen mit rund hundert Wissenschaftlern, Technikern und Studenten bei Katrin. „Wir hoffen, das wir bereits ein halbes Jahr nach dem Start des Experiments mit ersten Ergebnissen rechnen können.“, sagt der Leiter des Projekts Guido Drexlin vom Institut für Kernphysik des Forschungszentrums und betont: „Der besondere Vorteil von Katrin ist, dass sich die Neutrino-Masse modellunabhängig messen lässt.“ Dafür muss die Neutrino-Masse jedoch größer als 0,2 Elektronenvolt sein. Im Vergleich dazu liegt die Ruhemasse des Elektrons bei 511 keV. Diese Empfindlichkeit von 0,2 eV entspricht einer Masse von $3,64 \times 10^{-37}$ Kilogramm. Das erscheint zwar vernachlässigbar winzig, könnte aber angesichts der riesigen Zahl an Neutrinos im Universum sogar nachweisbare Auswirkungen auf die Materieverteilung und die großräumigen Strukturen im Universum haben.

ALEXANDER PAWLAK

Gute Noten für deutsche Medizintechnik

Deutschland belegt Platz 2 der führenden Anbieter für Medizintechnik und bietet die ideale Voraussetzung für eine prosperierende Medizintechnik. Zu diesem Ergebnis kommt die „Studie zur Situation der Medizintechnik in Deutschland im internationalen Vergleich“, die federführend von der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT) im VDE zusammen mit dem Aachener Kompetenzzentrum Medizintechnik (AKM) für das Bundesministerium für Bildung und Forschung durchgeführt wurde. Vor allem beim Know-how in der Grundlagenforschung und bei der Entwicklung komplexer Systeme ist Deutschland im internationalen Vergleich mit führend.

Mit einem Umsatz von circa 14 Milliarden Euro im Jahr 2002 ist Deutschland drittgrößter Produzent von medizintechnischen Produkten – dicht hinter Japan. Die USA sind mit knapp 84 Milliarden Euro weltgrößter Hersteller. Deutschland hat mit 15 % nach den USA den zweit-höchsten Anteil am Welthandel. In den letzten Jahren ist der Markt für medizintechnische Produkte in Deutschland jährlich um 4 % gewachsen, die Zahl der Beschäftigten in dieser Branche immerhin um über 1 %.

Die Branche selbst ist hochinnovativ. So erwirtschaften die in Deutschland ansässigen Medizintechnik-Unternehmen mehr als 50 % ihres Umsatzes mit Produkten, die weniger als zwei Jahre alt sind. Das drückt sich auch darin aus, dass der Anteil der FuE-Aufwendungen am Umsatz der Medizintechnik-Unternehmen mit über 8 % mehr als doppelt so hoch wie der Industriedurchschnitt ist (3,5 %). Besondere Bedeutung für die Weiterentwicklung der Medizintechnik kommen der Molekularisierung sowie Miniaturisierung zu, insbesondere durch Mikro- und Nanotechnik sowie optische Technologien. Insgesamt besitzt Deutschland laut dieser Studie „alle Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Zukunft in der Medizintechnik“.

(VDE)

1) Die Tritium-Quelle wird einen kontinuierlichen Strom von 100 Milliarden Beta-Zerfällen pro Sekunde erzeugen und direkt im Tritium-Labor Karlsruhe, an das KATRIN angebaut wird, errichtet. Dabei sind eine hohe isotopische Reinheit des Tritiums und eine Kühlung der Quelle auf 27 Kelvin erforderlich.