

■ Wo sind sie geblieben?

Der Detektor Double-Chooz soll Eigenschaften von Neutrinos genauer bestimmen.

+) vgl. den Artikel auf S. 23 in diesem Heft.

Angefangen mit den Pionierexperimenten von Raymond Davies in den 1960er-Jahren haben inzwischen mehrere Experimente zweifelsfrei gezeigt, dass sich die drei verschiedenen Neutrinospezies ineinander umwandeln können.⁺⁾ Diese Oszillationen existieren nur, wenn die Neutrino Massen endlich sind. Zu ihrer Beschreibung sind außerdem weitere Parameter nötig wie drei sog. Mischungswinkel. Während zwei davon bereits gemessen wurden, ist für den dritten, genannt θ_{13} , bislang nur eine obere Grenze bekannt. In den französischen Ardennen, nahe der belgischen Grenze, soll der Detektor Double-Chooz mithilfe der vom dortigen Kernkraftwerk emittierten Antineutrinos nun diese Größe messen oder zumindest die obere Grenze um einen Faktor 10 verringern.

Die beiden Druckwasserreaktoren sind intensive Quellen für Elektron-Antineutrinos, die beim Betazerfall der Spaltprodukte von Uran und Plutonium entstehen. Double-Chooz besteht aus zwei Detektoren, die 1050 bzw. 400 Meter von den Reaktoren entfernt sind. Kürzlich hat der weiter entfernte den Betrieb aufgenommen, der nahe soll 2012 folgen. Aus den Kenndaten der Reaktoren lässt sich der Neutrinofluss berechnen. Falls der Fern-Detektor weniger Ereignisse nachweist, als diesem Fluss entsprechen würden, müssen sich die Antineutrinos in solche der anderen Spezies umgewandelt haben (Myon- oder Tau-Neutrinos). Das Experiment misst also – wie bereits Davies bei den Sonnenneutrinos – ein Defizit gegenüber den Erwartungen. Da der berechnete Neutrinofluss allerdings mit einigen Unsicherheiten behaftet ist, soll künftig der Nah-Detektor diesen messen. So lässt sich aus dem Vergleich von beiden Ergebnissen und unter Berücksichtigung des unterschiedlichen Abstands zur Neutrinoquelle das Defizit wesentlich genauer bestimmen.

Beide baugleichen Detektoren nutzen für den Nachweis den



Überblick über das Double-Chooz-Experiment mit den beiden Detektoren am Kernkraftwerk

Double-Chooz-Kollaboration

inversen Betazerfall in Flüssigszintillatoren. Dabei gehen ein Antineutrino und ein Proton in ein Positron und ein Neutron über. Stößt das Positron auf ein Elektron, entstehen zwei Gammaquanten, während das Neutron zunächst von Gadolinium, das dem Szintillator beigemischt ist, eingefangen wird, bevor ein weiteres Gammaquant entsteht. Fast 400 Photomultiplier weisen die Lichtblitze im sorgfältig abgeschirmten Detektorinneren nach.

Das Experiment ist auf eine Betriebsdauer von fünf Jahren angelegt. Der internationalen Kollaboration gehören das Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg, die Universitäten Tübingen und Hamburg sowie die RWTH Aachen und die TU München an.

Stefan Jorda

■ LHC läuft weiter

Der Large Hadron Collider am CERN wird erst Ende 2012 für einen Ausbau auf höhere Energien abgeschaltet.

Der LHC, der kurz nach Redaktionsschluss dieses Heftes wieder anlaufen sollte, wird abgesehen von einer kurzen Wartungspause über den nächsten Jahreswechsel bis

Ende 2012 mit einer Energie von 3,5 TeV pro Strahl weiterlaufen. Dies gab das europäische Forschungszentrum CERN bekannt. Damit haben die Experimente am LHC eine gute Chance, in den nächsten zwei Jahren das Higgs-Boson oder supersymmetrische Teilchen zu entdecken. 2013 folgt dann eine längere Umbauphase, bevor der LHC 2014 den Betrieb mit 7 TeV wieder aufnehmen soll. Mit dieser Entscheidung ist auch eine vorzeitige Energieerhöhung auf 4 TeV vom Tisch.

Ursprünglich war diese Pause bereits ab Ende 2011 geplant. Die bisher hervorragende Performance der Maschine, die noch weiter verbessert werden soll, verspricht jedoch für dieses Jahr eine dreifach höhere Datenrate als im letzten. Damit wären 2011 zwar Hinweise auf neue Physik jenseits des Standardmodells in Reichweite, für eine Entdeckung wären aber mehr Daten nötig, die nun der Betrieb 2012 liefern soll. „Wenn es die Natur gut mit uns meint und die Masse des Higgs-Teilchens im jetzigen Bereich des LHC liegt, wird uns die Laufzeit 2012 genug Daten liefern, damit aus den Hinweisen eine Entdeckung werden kann,“ sagte CERN-Direktor Rolf Heuer. Für supersymmetrische Teilchen ist die Situation ähnlich. (AH)