

■ Und sie oszillieren immer noch...

Den Nobelpreis für Physik erhalten in diesem Jahr Takaaki Kajita und Arthur B. McDonald für den Nachweis von Neutrino-Oszillationen.

Die Spannung war groß, als Göran Hansson, Generalsekretär der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften, den Saal betrat, um die diesjährigen Physik-Nobelpreisträger bekannt zu geben. Seine einleitenden Worte, dass es um die häufig im Universum vorkommenden Teilchen geht, die ständig ihre Identität wechseln, machten klar, dass es um Neutrinos geht. Die Namen der Preisträger, Takaaki Kajita und Arthur B. McDonald, dürften allgemein aber weniger bekannt sein als die Kollaborationen, die sie zum Nachweis der Neutrino-Oszillationen^{#)} geführt haben: Super-Kamiokande und Sudbury Neutrino Observatory (SNO).

Die Nachricht, dass er sich zukünftig Nobelpreisträger nennen darf, erreichte Takaaki Kajita am Nachmittag in seinem Büro. Es sei „eine wirkliche Überraschung“ für ihn, der sich zu Beginn seiner Karriere nur für Neutrinos interessierte, weil sie seine Untersuchungen zum Protonenzerfall als Untergrundkomponente störten. Als er dabei entdeckte, dass mit den Neutrinos „etwas Seltsames“ vorzugehen schien, begann er, sich ganz auf diese schwer nachweisbaren Teilchen zu konzentrieren.

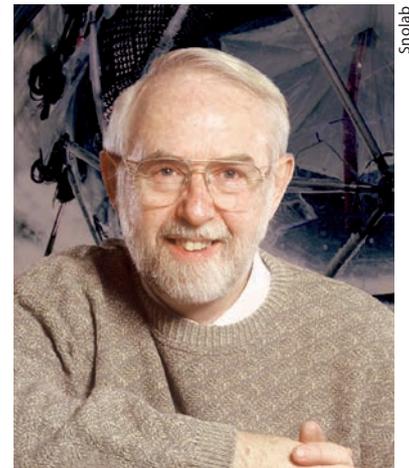
Arthur B. McDonald wurde dagegen mitten in der Nacht durch die „überraschende und erfreuliche Nachricht“ geweckt. Auch als Emeritus faszinieren ihn Neutrinos und ihr experimenteller Nachweis nach wie vor. Für ihn ist es eine „großartige Erfahrung“, im Kontrollraum



Der 1959 in Higashimatsuyama (Japan) geborene Takaaki Kajita (links) promovierte 1986 an der Universität Tokio. Seit 1988 arbeitet er am dortigen Institute for Cosmic Ray Research (ICRR), wo er zehn Jahre später seine ausgezeichneten Arbeiten durchführte. Heute ist er Direktor des ICRR und Professor an der Universität

den Nachweis von Neutrinos aus dem Kern der Sonne zu erleben, während der Detektor zwei Kilometer unter der Erdoberfläche steht.

Die Arbeiten von Takaaki Kajita mit der Super-Kamiokande-Kollaboration und von Arthur B. McDonald mit der SNO-Kollaboration warfen zur Jahrtausendwende Licht auf die bis dahin fast vollständig dunkle Welt der Neutrinos. Diese sind zwar – nach den Photonen – die häufigsten Teilchen im Universum und durchdringen jeden von uns mit der unvorstellbaren Rate von einigen Billionen pro Sekunde. Da sie aber überaus „scheu“ sind und nur mittels schwacher Wechselwirkung ihre Anwesenheit



Tokio. Der Kanadier Arthur B. McDonald (rechts) ist 72 Jahre alt. Er promovierte am California Institute of Technology und war Professor an der Queen's University (Ontario, Kanada). Von 1989 an war er Direktor des Sudbury Neutrino Observatory, an dem sein Team 2001/02 Neutrino-Oszillationen nachwies.

zeigen, sind riesige experimentelle Aufbauten mit bestmöglicher Abschirmung notwendig, um sie nachzuweisen. Super-Kamiokande⁺ und SNO sind Cherenkov-Detektoren, die aus einer Vielzahl von Photomultipliern bestehen und ein sehr großes Volumen von Detektormaterial genau im Auge behalten, um keine der seltenen Wechselwirkungen eines Neutrinos zu übersehen. Um die empfindlichen Geräte mit möglichst wenig Strahlung zu belasten, befinden sich die Detektoren in Minen tief unter der Erdoberfläche.

Das solare Neutrino Problem hatte Astrophysiker und Teilchenphysiker für Jahrzehnte in Atem gehalten, wiesen doch alle Experimente nur etwa ein Drittel der von der Sonne erwarteten Neutrinos tatsächlich auf der Erde nach. Die Idee, dass Neutrinos ihre Identität wechseln, also zwischen Elektron-Neutrino, Myon-Neutrino und Tau-Neutrino oszillieren, stellte eine verlockende Lösung des Problems dar. Allerdings fehlte der experimentelle Beleg für diese Theorie.

Super-Kamiokande in Japan verwendet Wasser (H₂O) als De-

#) Physik Journal, Juli 2011, S. 31 und Juli 2012, S. 18

+) Physik Journal, November 1998

IN EIGENER SACHE



Kerstin Sonnabend

Seit 1. Oktober arbeitet Kerstin Sonnabend als Redakteurin beim Physik Journal. Nach dem Abitur in Bensheim hat Frau Sonnabend an der TU Darmstadt Physik und Mathematik für das gymnasiale Lehramt studiert. Parallel zu ihrer Promotion in experimenteller nuklearer Astrophysik studierte sie Informatik auf Lehramt. Nach der Promotion war Frau Sonnabend als PostDoc zunächst am Institut für Kernphysik in Darmstadt tätig, später leitete sie eine Emmy-Noether-Gruppe an der Universität Frankfurt/Main. Erste journalistische Erfahrung sammelte sie als Pressewartin für lokale Sportvereine.

tektormaterial und kann sowohl die Richtung der nachgewiesenen Neutrinos bestimmen als auch zwischen Elektron- und Myon-Neutrinos unterscheiden. Damit gelang es Takaaki Kajita und seinen Kollegen 1998 zu zeigen, dass sich Myon-Neutrinos, die in der Atmosphäre erzeugt werden, auf ihrem Weg durch die Erde in Tau-Neutrinos umwandeln. Mit dem Sudbury Neutrino Observatory in Kanada haben Arthur B. McDonald und sein Team einen Detektor zur Verfügung, der die Zahl der Neutrinos unabhängig von ihrer Identität, aber auch die Zahl der Elektron-Neutrinos bestimmt. Dazu ist der

Detektor mit schwerem Wasser (D_2O) gefüllt, da Deuterium im Gegensatz zum Proton mit allen Neutrino-Identitäten wechselwirkt. Ein Vergleich der Zahlen bestätigte 2001/02, dass nicht etwa zwei Drittel der Elektron-Neutrinos auf ihrem Weg von der Sonne zur Erde verloren gehen, sondern lediglich als Myon- oder Tau-Neutrinos ankommen.

Während die Astrophysiker aufatmeten, weil mit diesen Entdeckungen ihr Modell der Sonne gefestigt war, erkannten Teilchenphysiker, dass das Standardmodell der Materie die fundamentalen Bestandteile des Universums nicht

vollständig beschreibt. Neutrinos können nur dann oszillieren, wenn mindestens zwei ihrer drei Identitäten nicht masselos sind. Masselose Neutrinos sind aber eine der Grundvoraussetzungen, wenn das Standardmodell der Materie vollständig sein soll.

Die preisgekrönten Arbeiten machten klar, dass „neue Physik“ jenseits des Standardmodells notwendig ist. Für diese Entwicklungen sind theoretische Physiker gefragt. Die zukünftigen Experimente müssen nun klären, wie groß die Massen der Neutrinos tatsächlich sind.

Kerstin Sonnabend

■ Lichtspiele in Jena

Das Wissenschaftsfestival Highlights der Physik lockte mehr als 53 000 Besucherinnen und Besucher an.

Begeistertes Johlen und Lachen dringt aus dem Zelt. Das Kindertheater von Maria Breuer weiß, wie man Kinder für Physik begeistert. Die Kleinen setzen sich Brillen mit roten und grünen Folien auf und helfen den Schauspielern, verborgene Tomatenketchup-Flaschen zu finden, oder sie lernen etwas über die Grundfarben des Lichts und dass man es nicht einfach in Schachteln aufbewahren kann. Gebannt blicken die Kleinen auf die Bühne. Ab und an ermahnen Lehrer ihre Schülerinnen und Schüler, die vor Begeisterung aufgesprungen sind, sich wieder hinzusetzen. Mitte drin ist Arnulf Quadt. Der Göttinger Physikprofessor und DPG-Vorstand für Öffentlichkeitsarbeit fand nur noch auf den Stufen der Mittelstufe Platz: „Die Reaktion der Kinder zeigt, dass Physik Spaß macht, wenn man sie nur richtig und spannend vermittelt.“

In einem großen Zelt nebenan geht es ernsthafte zu, aber nicht minder spannend. Hier bestaunen Kinder, Jugendliche und Erwachsene, was Forscherinnen und Forscher heute alles mit Licht machen können. Wie bei einer Schnitzeljagd gehen wissbegierige Schülerinnen und Schüler von einem der über dreißig Experimente zum anderen;

in ihrer Hand ein Heftchen mit Fragen, die sie versuchen müssen zu beantworten. Hierbei geht es um die Funktionsweise von Solarzellen, um Laser für Präzisionsmessungen, um Wärmebildkameras oder um optische Fasern, die beispielsweise in der Medizin für Endoskope genutzt werden. „Viele der Exponate stammen aus Jena“, sagt Gerhard Paulus vom Institut für Optik und Quantenelektronik der Universität Jena. Er ist der lokale Organisator der „Lichtspiele“, wie das Motto der Veranstaltung lautet.

Nicht nur die Ausstellung auf dem Eichplatz war ein Besuchermagnet, sondern auch der EinsteinSlam und die große Highlights-Show in der Sparkassen-Arena, die wie gewohnt der Wissenschaftsjournalist Ranga Yogeshwar moderierte. Die Halle war bis auf den letzten Platz ausgebucht. „Überall steckt Physik drin“, erklärte Yogeshwar zu Beginn der

Show: „Wissenschaft und Technik sind tragende Säulen unseres Wohlstands.“

Liebe zu dem anspruchsvollen Fach Physik entflammt aber nur bei gewissenhafter Pflege. Insbesondere braucht es motivierende Lehrer, um gute Wissenschaftler hervorzubringen. „Die Begeisterung für Physik bei jungen Menschen



Fotos: Hdp/Offer und Offer/Iserundschmidt