

UniverseNews

Exzellenzcluster Universe | Ausgabe 2/2014

Details der Auslese-Elektronik der Zeitprojektionskammer von EXO-200, Foto: EXO-200 Kollaboration

Neue weltbeste Messung am Experiment EXO-200

Kein Hinweis auf
die Doppelnatur von Neutrinos

Munich Institute for Astro- and Particle Physics (MIAPP)

Neuer Treffpunkt
internationaler Spitzenforscher

Liebe Leserinnen und Leser,

Konkurrenz und Kooperation, beides kann den Erkenntnisgewinn voranbringen. Zwei Beispiele: Eigentlich verfolgen die Teams von BICEP2 und Planck ganz unterschiedliche wissenschaftliche Ziele. Doch nun arbeiten sie zusammen, weil sie nur gemeinsam die Frage beantworten können: Hat das BICEP2-Teleskop wirklich Gravitationswellen „gesehen“ – oder nur Staub? (Seite 3).

An derselben Fragestellung aber mit unterschiedlichen experimentellen Ansätzen arbeiten die Wissenschaftler der Experimente Gerda (Seite 7) und EXO-200. Beide sind der Doppelnatur von Neutrinos auf der Spur und fahnden dazu nach einem sehr seltenen radioaktiven Zerfall. Die derzeit präziseste Messung hierzu hat gerade das EXO-200-Team veröffentlicht (Seite 9). Aber die eigentliche Frage ist noch offen: Sind Neutrinos Majorana-Teilchen?

Petra Riedel, PR Managerin



3

Zweifel an den BICEP2-Ergebnissen
Viel Lärm um Staub?

3

MIAPP
Vier erfolgreiche Programme

4

Das Gran-Sasso-Untergrundlabor
Erste Ausfahrt rechts

6

Borexino
Sonnenenergie erstmals direkt gemessen

8

EXO-200
Kein Hinweis auf Doppelnatur von Neutrinos

9

Das Lebensende eines Zwergsterns
Ein Zündfunke für eine Supernova-Explosion

10

Interview mit Dr. Jaideep Singh
„Das ist völlig verrückt für mich!“

12

Neues Messsystem an der GSI Darmstadt
Erfolgreicher Einsatz für Cerberos

13

Rückblick

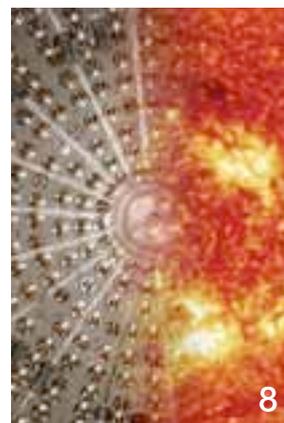
2

Termine

15

Personalien, Impressum

16



8



10

■ Rückblick



MIAPP-Auftakt

25. Mai 2014

Nach zwei Jahren Vorbereitung startete am 25. Mai das neue Munich Institute for Astro- and Particle Physics (MIAPP) mit seinem ersten vierwöchigen Programm. Nach der Begrüßung der Teilnehmer durch den MIAPP-Direktor Prof. Dr. Rolf-Peter Kudritzki (Foto) folgte der erste Höhepunkt: ein Vortrag des Nobelpreisträgers Prof. Dr. Adam G. Riess. Zur feierlichen Eröffnung des internationalen Gastforschungszentrums hielt Prof. Dr. Brian P. Schmidt, der gemeinsam mit Riess 2011 den Nobelpreis erhalten hatte, am 11. Juni den Festvortrag vor 80 geladenen Gästen im TUM-Institute for Advanced Study.



Café & Kosmos Matinee

6. Juli 2014

Auf Anregung und Einladung des Künstlers Ugo Dossi war der Wissenschafts-Talk Café & Kosmos erstmals außerhalb Münchens zu Gast. Im Atelier Dossi in Murnau berichtete Prof. Dr. Andreas Burkert (LMU) (Foto) im Rahmen einer Matinee über die kleine Gaswolke G2 auf dem Weg ins Schwarze Loch unserer Milchstraße – ein einzigartiges Ereignis, das Astrophysiker derzeit mit großer Faszination verfolgen. In wunderbarer Atelier-Atmosphäre und bei feinen Aperitifs diskutierte das Publikum mit dem Physiker auch über die vielen Gemeinsamkeiten zwischen Kunst und Wissenschaft.



Mädchen machen Technik

Sommerferien 2014

Wie jedes Jahr beteiligte sich der Exzellenzcluster Universe am Sommerferienprogramm der TUM für Mädchen. In „Unser Stern, die Sonne“ (31. Juli - 1. August) lernten 10- bis 12-jährige Schülerinnen unter Anleitung von Petra Riedel das Sonnensystem näher kennen. Dr. Eliane Epple (TUM) gab eine „Einführung in die Programmierung“ (4. - 5. September). Die beiden Doktorandinnen Karina Voggel und Roxana Chira (beide ESO) zeigten 14- bis 16-Jährigen in „Der simulierte Kosmos“ dann, wie spannend es sein kann, Galaxien miteinander kollidieren zu lassen (10. - 12. September) (Foto).

Fotos: Petra Riedel/EXC (2), Beate Riedel

Zweifel an den Ergebnissen der BICEP2-Kollaboration

Viel Lärm um Staub?

Wenn es eine Meldung aus der Physik in die Tagesschau schafft, dann muss es sich um eine epochale Entdeckung handeln. So sah es im März zunächst auch aus, als ein amerikanisches Wissenschaftler-Team berichtete, erstmals Gravitationswellen in der kosmischen Hintergrundstrahlung entdeckt zu haben. Kritische Kollegen meinen inzwischen jedoch, das Signal könne auch eine ganz andere Ursache haben und zumindest zu einem Teil vom galaktischen Staub in der Milchstraße herrühren. Auch eine neue Publikation der Planck-Kollaboration deutet darauf hin.

Die kosmische Inflation ist bislang nur eine Theorie: Das Universum soll sich Sekundenbruchteile nach dem Urknall für weniger als einen winzigen Moment mit mehr als Lichtgeschwindigkeit ausgedehnt und dabei um mindestens den Faktor 10^{26} vergrößert haben. Viele Eigenschaften unseres Universums wären mit dieser phantastischen Annahme zu erklären, aber Belege fehlen bisher. Ein starkes Indiz wäre Kosmologen zufolge jedoch das Vorhandensein eines bestimmten Wirbelmusters in der Polarisation der kosmischen Hintergrundstrahlung. Sollte es eine kosmische Inflation gegeben haben, so hätte diese die winzigen durch den Urknall verursachten Gravitationswellen auseinandergezogen und im Mikrowellenhintergrund konserviert, wo sie heute noch vorhanden sein sollten.

Auf der Suche nach diesem Wirbelmuster haben die 512 Detektoren des Südpol-Teleskops „Background Imaging for Cosmic Extragalactic Polarization“ (BICEP2) gut zwei Jahre lang die Mikrowellen der Frequenz 150 GHz kartiert, die aus einem rund 380 Quadratgrad großen Himmelsfleck auf die Erde trafen. Das gesuchte Signal wäre, falls messbar, äußerst schwach. Standort und Himmelsfleck hatten die Wissenschaftler daher sorgfältig ausgewählt: weit weg von der

galaktischen Ebene der Milchstraße, klar und frei von atmosphärischen Störungen. Und zunächst sah es danach aus, als hätte die BICEP2-Kollaboration die von Einstein postulierte Verzerrung der Raumzeit tatsächlich nachweisen können: Nach zweijähriger Datenanalyse waren die Wissenschaftler im März 2014 mit der Meldung an die Öffentlichkeit gegangen, erstmals das gesuchte Indiz gefunden und damit die Inflationstheorie bestätigt zu haben.

Bald darauf begannen internationale Kollegen Zweifel zu äußern, ob die Schlussfolgerungen aus den Messungen zutreffend sind. Der Exzellenzcluster Universe lud im Mai 2014 sein Mitglied Prof. Dr. Viatcheslav Mukhanov von der Ludwig-Maximilians-Universität München zu einem öffentlichen Vortrag. Der international renommierte Kosmologe wies darin auf Widersprüche zwischen den BICEP2-Ergebnissen und theoretischen Vorhersagen hin. Doch was mochte das Problem sein?

Sehr wahrscheinlich ist es der interstellare Staub in unserer Galaxie: „Denn die Wärmestrahlung von Staubteilchen, die sich in galaktischen Magnetfeldern ausrichten, ist polarisiert“, erklärt Prof. Dr. Hans Böhringer vom Max-Planck-Insti-

tut für extraterrestrische Physik und Mitglied des Exzellenzclusters Universe. „Da die galaktischen Magnetfelder selbst verwirbelt sind, ist es nicht überraschend, dass die resultierenden Polarisationsmuster Wirbel enthalten.“

Die Interpretation der BICEP2-Daten hängt stark davon ab, wie viel Staub man jenem 380 Quadratgrad großen Fleck zumisst. Der Gruppe um John Kovac standen eigene Daten für eine Abschätzung nur beschränkt zur Verfügung. Also musste das Team auf Modelle sowie Ergebnisse anderer Experimente zurückgreifen. Seit Juni 2014 sind die BICEP2-Ergebnisse in der Fachzeitschrift *Physical Review Letters* veröffentlicht. Die Wissenschaftler zeigen sich dort inzwischen vorsichtiger: Ihre „Modelle sind nicht genügend durch externe öffentliche Daten belegt, um die Möglichkeit auszuschließen, dass Staubemissionen stark genug sein könnten, das gesamte überschüssige Signal zu erklären“.

Eine neue Publikation der Planck-Kollaboration vom September 2014 bestätigt nun, dass der Staubanteil nicht zu vernachlässigen ist: „Wir können sagen, dass das detektierte Spiralmuster zu einem guten Teil von in galaktischen Magnetfeldern rotierenden Staubteilchen herrührt“, sagt PD Dr. Torsten Enßlin vom Max-Planck-Institut für Astrophysik, der das Planck-Team am MPA leitet und auch Mitglied des Exzellenzclusters Universe ist. „Ob das BICEP2-Teleskop wirklich Anzeichen von Gravitationswellen beobachtet hat, ist offen.“ Beide Kollaborationen arbeiten jetzt zusammen, um ihre Daten gemeinsam zu analysieren. „Im Mikrowellenbereich treffen sich die galaktische Astrophysik und die Kosmologie, und man braucht Experten beider Gebiete, um die Daten zu verstehen“, sagt Torsten Enßlin. Es wird sich noch zeigen müssen, ob die Meldung vom März mehr war als viel Lärm um Staub.

Petra Riedel



Viel Zeit für Diskussionen hatten die Experten des dritten Programms „Herausforderungen, Innovationen und Entwicklungen zu Präzisionskalkulationen für den Large Hadron Collider“.

Die erste Saison des Munich Institute for Astro- and Particle Physics (MIAPP)

Vier erfolgreiche Programme

Im Mai 2014 trafen sich am Munich Institute for Astro- and Particle Physics erstmals hochkarätige internationale Forscher zum wissenschaftlichen Austausch und zur gemeinsamen Arbeit an einem Thema. Inzwischen ist der vierte und letzte Workshop dieses Jahres zu Ende gegangen. Die Gesamtbilanz zum neuen Gastforschungszentrum des Exzellenzclusters Universe: sehr positiv.

Mit schönen Vorschusslorbeeren startete das Munich Institute für Astro- and Particle Physics (MIAPP) im Mai in sein erstes Programm: „Aspen ist gut, Garching ist besser“, befand der Nobelpreisträger Prof. Dr. Brian P. Schmidt bei seinem Aufenthalt. Der Wissenschaftler von der Australian National University war, wie sein Nobelpreiskollege Prof. Dr. Adam G. Riess vom Space Telescope Science Institute, Baltimore, USA, Gast des ersten MIAPP-Programms „Extragalaktische Entfernungsskala“. Gemeinsam arbeiteten die Astrophysiker vom 26. Mai bis 20. Juni an dem ehrgeizigen Ziel, eine Strategie zu entwickeln, wie die Ungenauigkeit der Hubble-Konstante in den nächsten zehn Jahren von zehn auf ein Prozent Fehler reduziert werden kann. „Die verschiedenen Ansätze wurden sehr kontrovers aber auch sehr konstruktiv und in exzellenter kollegialer Atmosphäre diskutiert“, berichtet Prof. Dr. Rolf-Peter Kudritzki (University of Hawaii/LMU), MIAPP-Direktor und einer der Koordinatoren des ersten Programms.

„Die Ergebnisse der Diskussion werden mit Sicherheit Einfluss auf die weiterführenden Arbeiten haben.“

Auch das Feedback zum zweiten Programm „Neutrinos in Astro- und Teilchenphysik“ vom 30. Juni bis 25. Juli war außerordentlich gut. Als Ergebnis des vierwöchigen Treffens ist derzeit eine Publikation zu sterilen Neutrinos in Vorbereitung. Die vielen Facetten ihres Gebietes konnten die Teilnehmer im Rahmen von „Herausforderungen, Innovationen und Entwicklungen zu Präzisionskalkulationen für den Large Hadron Collider“ (28. Juli bis 22. August) diskutieren. „Die Wissenschaftler haben vor allem geschätzt, dass das Programm nicht mit Vorträgen vollgepackt war, so dass viel Zeit für Diskussionen und Arbeit in kleinen Gruppen war“, beschreibt Dr. Gudrun Heinrich vom Max-Planck-Institut für Physik und eine der Koordinatoren des dritten MIAPP-Workshops. Den Abschluss der ersten MIAPP-Saison bildete das vierwöchige Treffen in-

ternationaler Experten zum Thema „Kosmologie nach Planck“ (25. August bis 19. September).

Nach übereinstimmender Meinung aller Beteiligten waren die Programme ein großer Erfolg. Insbesondere das MIAPP-Format, das viel Zeit für wissenschaftliche Zusammenarbeit, Diskussion und die Entwicklung neuer Projekte vorsieht, fand großen Anklang. Die Teilnehmer berichteten teilweise enthusiastisch, wie wissenschaftlich stimulierend ihr Workshop gewesen sei. Zu den vier Programmen des Jahres 2014 waren insgesamt 222 Wissenschaftler aus 24 Ländern eingeladen, 87 von ihnen aus Deutschland.

Die Bewerbungsfrist für die ersten vier von insgesamt sechs Programmen des Jahres 2015 ist abgelaufen, die Anmeldezahlen übertreffen diejenigen von 2014. Es sieht so aus, als wäre MIAPP auf dem besten Weg, sich als Treffpunkt internationaler Spitzenforscher zu etablieren.



Die Teilnehmer des ersten MIAPP-Programms „Extragalaktische Entfernungsskala“ mit den vier Koordinatoren (erste Reihe, v. l.) Prof. Dr. Lucas Macri (University of Texas, USA), Prof. Dr. Wolfgang Hillebrandt (MPA), Prof. Dr. Rolf-Peter Kudritzki (University of Hawaii/LMU) und Prof. Dr. Wolfgang Gieren (Universidad de Concepción, Chile).

MIAPP Programme 2015

02. – 27. Februar 2015

Dunkle Materie: Astrophysikalische Experimente, Labortests und theoretische Aspekte

04. – 29. Mai 2015

Die neue Milchstraße

01. – 26. Juni 2015

Indirekte Suche nach neuer Physik im Zeitalter des LHC und der Flavour-Präzisionsphysik

29. Juni – 24. Juli 2015

Vorgriff auf 14 TeV: Einblicke in Materie – am LHC und darüber hinaus

27. Juli – 21. August 2015

Die Sternbildungsgeschichte des Universums

Anmeldeschluss: 26. Oktober 2014

24. August – 18. September 2015

Die vielen Gesichter der Neutronensterne

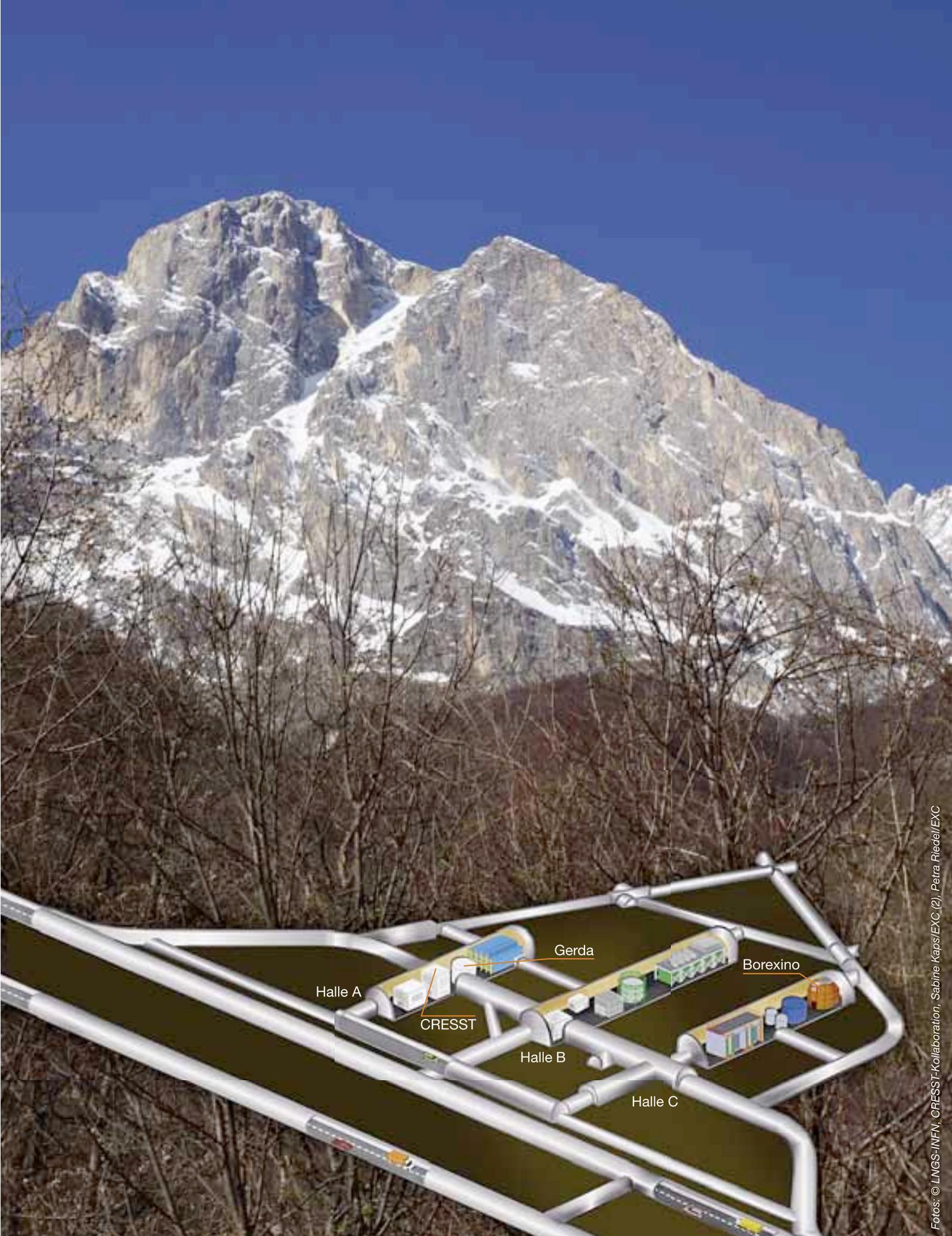
Anmeldeschluss: 23. November 2014



Mit „Neutrinos in Astro- und Teilchenphysik“ beschäftigten sich die Gäste des zweiten MIAPP-Programms.



Im Rahmen des vierten MIAPP-Programms diskutierten die Wissenschaftler über „Kosmologie nach Planck“.



Fotos: © LNGS-INFN, CRESST-Kollaboration, Sabine Kapsi/EXC (2), Petra Riedel/EXC

Gran-Sasso-Untergrundlabor: 1400 Meter unter dem Gipfel des Corno Grande in den italienischen Abruzzen befinden sich drei Hallen, in denen insgesamt 15 Experimente untergebracht sind, unter ihnen Borexino, Gerda und CRESST.

Erste Ausfahrt rechts

Das größte Untergrundlabor der Welt für Teilchen- und Astroteilchenphysiker liegt rund 120 Kilometer von Rom entfernt im höchsten Gebirge der italienischen Halbinsel. Das Gran-Sasso-Massiv quert ein rund 10 Kilometer langer Tunnel, ein Abzweig führt zu den Labori Nazionali del Gran Sasso. Die fast vollständige Abschirmung vom Teilchenschauer aus dem Weltall macht diesen Ort ideal, um nach den am schwersten aufzuspürenden Ereignissen in unserem Universum zu suchen.

Das Gran-Sasso-Untergrundlabor besteht aus drei großen Experimentierhallen, jede etwa 100 Meter lang, 20 Meter breit und 18 Meter hoch, verbunden durch Versorgungstunnels, mit einem gesamten Volumen von 180.000 Kubikmetern. Aber die Größe ist nicht dessen wichtigste Eigenschaft. Viel wichtiger ist die beinahe vollständige Abwesenheit von kosmischem Rauschen, jenem permanentem Schauer von Teilchen aus

dem Weltall, die diesen Ort so interessant für Astroteilchen- und Teilchenphysiker macht. 1400 Meter Gestein liegt über dem Labor; der kosmische Teilchenfluss ist damit ungefähr eine Million Mal kleiner als an der Erdoberfläche. Auch die Radioaktivität ist stark reduziert, um den Faktor 1000: Denn das Gran-Sasso-Massiv besteht aus Dolomit, einem Gestein, das kaum Uran und Thorium enthält, die beiden wichtigsten

natürlichen radioaktiven Elemente im Erdmantel. Diese Eigenschaften machen das Labor ideal, um nach den seltensten und am schwersten detektierbaren Phänomenen im Universum zu suchen. Und so laufen hier derzeit insgesamt 15 Experimente, die von mehr als 900 Wissenschaftlern aus 27 Ländern genutzt werden.

An drei Experimenten sind Physiker des Exzellenzclusters Universe beteiligt:



Borexino

Das Experiment Borexino (Halle C) besteht aus einer riesigen Kuppel mit 18 Metern Durchmesser, die im Inneren eine Stahlkugel mit Szintillatorflüssigkeit zur Detektion von Neutrinos enthält. Zur Abschirmung befindet sich der Detektor in einem Tank mit ultrareinem Wasser. Borexino hat im Jahr 2007 den Betrieb aufgenommen und dient vor allem der Erforschung von Sonnenneutrinos niedriger Energie, aber auch von Neutrinos, die bei radioaktiven Zerfällen in der Erde entstehen sowie anderer Phänomene. Gerade veröffentlichte die Borexino-Kollaboration ihre direkten Beobachtungen der Entstehung der Sonnenenergie (siehe Seite 7).



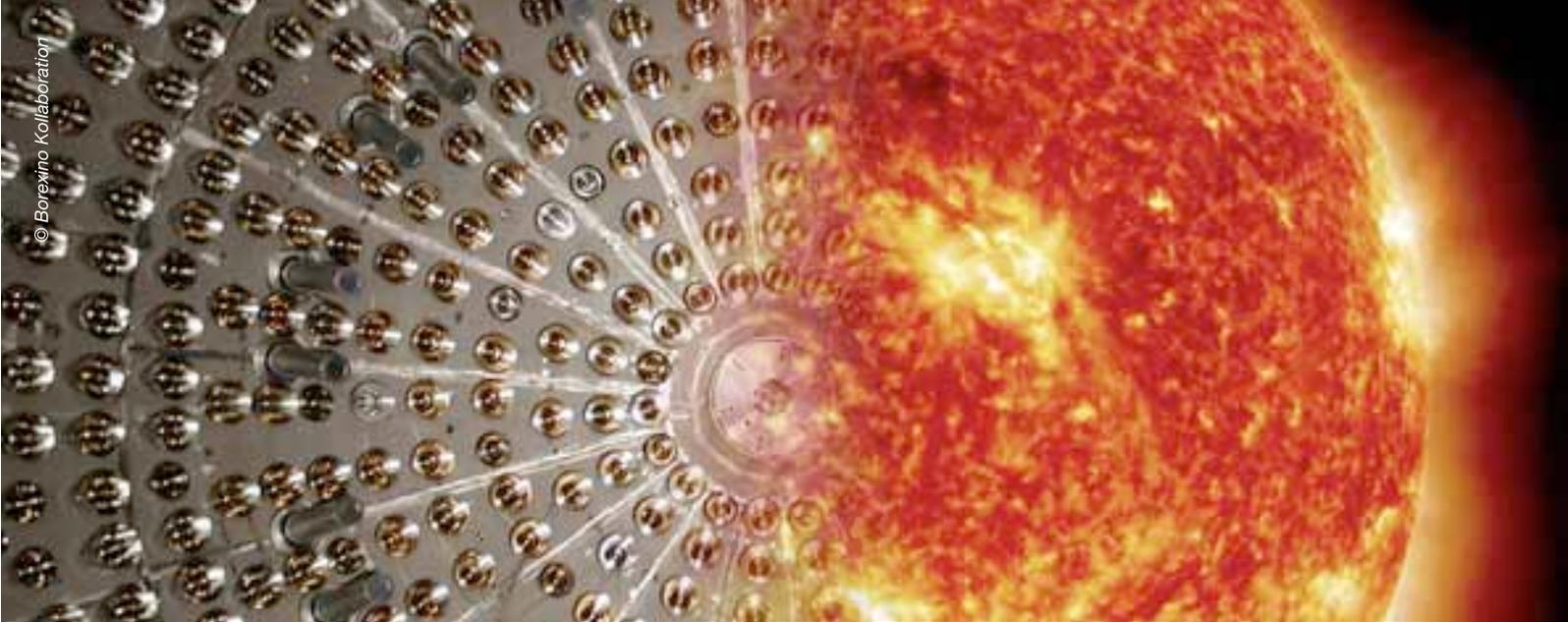
Gerda

Mit dem Experiment Gerda (Halle A) suchen Wissenschaftler nach dem neutrinolosen doppelten Beta-Zerfall in dem Germanium-Isotop Ge-76. Dazu betreiben sie derzeit 13 Detektoren jeweils von der Größe einer Getränkedose und mit etwa 2 Kilogramm Gewicht in der Mitte einer riesigen „Thermoskanne“. Diese ist mit hochreinem, flüssigem Argon gefüllt, mit hochreinem Kupfer ausgekleidet und von einem mit ultrareinem Wasser gefüllten Tank von zehn Metern Durchmesser umgeben. Im vergangenen Jahr veröffentlichte die Gerda-Kollaboration eine neue Untergrenze für die Halbwertszeit des neutrinolosen doppelten Beta-Zerfalls von $2,1 \times 10^{25}$ Jahren (siehe Universe-News 2/2013).



CRESST

CRESST (Cryogenic Rare Event Search with Superconducting Thermometers) (Halle A) ist ein Experiment zum direkten Nachweis von Dunkler Materie. Der Detektor ist auf die Suche nach so genannten schwach wechselwirkenden massiven Teilchen (WIMPs, Weakly Interacting Massive Particles) optimiert. Dabei kommen sehr reine Kristalle als Tieftemperaturdetektoren zum Einsatz. Einfallende Teilchen lassen sich über das Licht und die Wärme, die sie im Kristall erzeugen, erkennen. Die in einer ersten Messzeit beobachteten Ereignisse werden von anderen Experimenten als mögliche echte Signale ausgeschlossen. Seit Juli 2013 läuft eine neue Messkampagne.



Der Borexino-Detektor und die Sonnenoberfläche.

Borexino: Verbesserte Technik erlaubt Messung von Sonnenneutrinos

Sonnenenergie erstmals direkt bei ihrer Entstehung gemessen

Zum ersten Mal in der Geschichte der Sonnenforschung ist es Wissenschaftlern gelungen, die Sonnenenergie im Moment ihrer Produktion im Sonneninneren zu messen. Physiker der Borexino-Kollaboration beobachteten im italienischen Gran-Sasso-Untergroundlabor erstmals diejenigen Neutrinos direkt, die bei der Verschmelzung zweier Wasserstoffkerne und der damit einhergehenden Bildung von schwerem Wasserstoff entstehen.

15 Millionen Grad Celsius – so heiß ist es im Inneren unserer Sonne. Dort laufen verschiedene Fusionsreaktionen ab. 99 Prozent der Energie entstehen durch einen Fusionszyklus, bei dem zu Beginn zwei Wasserstoffatome zu einem Atomkern von schwerem Wasserstoff verschmelzen. In diesem Zyklus wird die Energie freigesetzt, die die Sonne zum Leuchten bringt (Sonnenstrahlung). Es entstehen außerdem elektrisch neutrale Elementarteilchen, die Neutrinos.

Hunderttausend Jahre

Bisherige Analysen der Sonnenenergie beruhen auf Messungen der Sonnenstrahlung. Im Durchschnitt braucht diese jedoch über hunderttausend Jahre, um aus dem dichten Sonneninneren an deren Oberfläche zu gelangen. Das bedeutet, die errechneten Werte entsprechen der Energie, die über hunderttausend Jahre zuvor im Inneren der Sonne freigesetzt wurde.

Ganz anders verhalten sich die Neutrinos: Weil Neutrinos als elektrisch neutrale Elementarteilchen mit anderer Materie kaum in Wechselwirkung geraten und

sich deshalb frei bewegen können, verlassen sie auch das Sonneninnere wenige Sekunden nach ihrer Erzeugung und erreichen bereits nach etwa acht Minuten, also quasi mit Lichtgeschwindigkeit, die Erde. Die gleichen Eigenschaften, die es den Teilchen ermöglichen, das Sonneninnere so schnell zu verlassen, machen es aber auch extrem schwierig, die Neutrinos aus der für die Sonnenenergie entscheidenden Kernreaktion zu messen.

„Die jetzt veröffentlichte Beobachtung konnte nur gelingen, weil Borexino weltweit der empfindlichste Detektor ist und wir Störungen durch Strahlung und andere kosmische Teilchen extrem reduzieren konnten“, sagt Prof. Dr. Stefan Schönert. „Neben Sonnenneutrinos können wir daher auch Neutrinos aus dem Erdinneren beobachten und mithilfe dieser Daten geophysikalische Modelle testen“, fügt Prof. Dr. Lothar Oberauer hinzu. Beide Wissenschaftler an der Technischen Universität München arbeiten am Lehrstuhl für Experimentelle Astroteilchenphysik und sind Mitglieder des Exzellenzclusters Universe.

Keine Veränderung

Die neuen Ergebnisse ermöglichen es zum ersten Mal experimentell nachzuweisen, dass die Energiefreisetzung im Sonneninneren seit sehr langer Zeit unverändert ist. Dazu verglichen die Forscher die Werte der aktuellen Sonnenenergie, die nun mithilfe der neuen Methode gemessen werden kann, mit denen der Sonnenenergie von vor über hunderttausend Jahren, die sich aus der Sonnenstrahlung berechnen lässt. Das Ergebnis des Vergleichs steht im Einklang mit aktuellen theoretischen Sonnenmodellen.

Weitere Experimente

Die Wissenschaftler der Borexino-Kollaboration haben auch weitere ehrgeizige Pläne: In den kommenden vier Jahren sollen die bisherigen Messungen weiter verbessert und neue Neutrino-Beobachtungen durchgeführt werden. Insbesondere wird derzeit ein neues Experiment vorbereitet, um nach neuen Teilchen, sogenannten sterilen Neutrinos, zu suchen. Ihre Existenz hätte fundamentale Auswirkungen für die Teilchenphysik, Astrophysik und Kosmologie.

Neue weltbeste Messung am Experiment EXO-200

Kein Hinweis auf die Doppelnatur von Neutrinos

Ein Experiment tief unter der Stadt Carlsbad in New Mexico (USA) hat nach einer Suche von zwei Jahren bisher keinen Hinweis auf einen speziellen radioaktiven Zerfall gefunden, der bei Physikern als Vorbote einer neuen Physik jenseits des Standardmodells gilt. Sollte es diesen Zerfall tatsächlich dennoch geben, so müsste dessen Halbwertszeit mehr als eine Million-Milliarden mal größer sein als das Alter des Universums.

Neutrinos sind winzige, neutrale Elementarteilchen, die Masse besitzen, obwohl das nach dem Standardmodell der Physik nicht sein dürfte. Eine Erklärung für diese Masse könnte sein, dass Neutrinos ihre eigenen Antiteilchen, sogenannte Majorana-Teilchen, sind.

Ein Beleg für diese Doppelnatur der Neutrinos fehlt zwar bislang, doch viele theoretische Erweiterungen des Standardmodells der Physik legen die Majorana-Natur der Neutrinos nahe. Sollte diese Hypothese zutreffen, so könnten viele offene Fragen über die Entstehung unseres Universums und den Ursprung der Materie beantwortet werden.

650 Meter Abschirmung

Mit dem Experiment EXO-200 (Enriched Xenon Observatory), suchen Wissenschaftler daher seit Jahren nach einem Beweis. Physiker der Forschungsgruppe von Prof. Dr. Peter Fierlinger am Exzellenzcluster Universe der Technischen Universität München (TUM) sind maßgeblich daran beteiligt.

Die empfindlichste Methode, um die Majorana-Frage experimentell zu klären, ist die Suche nach einem Prozess, der

„neutrinoloser doppelter Beta-Zerfall“ genannt wird. Dieser Prozess ist ein besonderer radioaktiver Zerfall ohne die Aussendung von Neutrinos und könnte sich nur ereignen, wenn Neutrinos ihre eigenen Antiteilchen wären.

Höchste Messgenauigkeit

Mit bisher nie dagewesener Messgenauigkeit hat EXO-200 einzelne solche Zerfälle über mehrere Jahre gesucht. Da während dieser Zeit kein einziger neutrinoloser doppelter Beta-Zerfall beobachtet wurde, muss die Halbwertszeit dieses Zerfalls mindestens 10^{25} Jahre betragen, rund eine Million-Milliarden Jahre mal mehr als das Alter des Universums.

„Obwohl diese Messung beispiellos genau ist, kann die eigentliche Frage zur Natur des Neutrinos damit immer noch nicht beantwortet werden“, sagt Dr. Michael Marino, Mitarbeiter der Forschungsgruppe von Peter Fierlinger und verantwortlich für die Analyse der nun veröffentlichten Daten der EXO-200-Kollaboration. „Deshalb bleibt diese ungeklärte Frage eine der spannendsten in der Physik“.

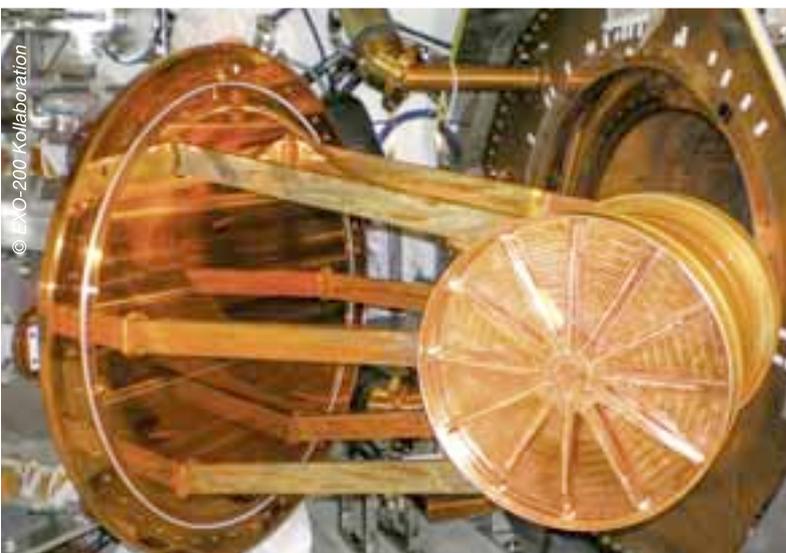
Mit diesem Ergebnis konnte die hohe Sensitivität des Detektors und auch das große Zukunftspotential der Methode demonstriert werden. EXO-200 ist damit auch Basis für ein sehr viel größeres zukünftiges Experiment, das die Majorana-Natur von Neutrinos endgültig bestätigen oder widerlegen könnte.

Internationale Zusammenarbeit

EXO-200 nutzt 200 Kilogramm flüssiges Xenon, das auf 80,6 Prozent mit dem Isotop Xe-136 angereichert ist. In diesem Isotop wird der neutrinolose doppelte Beta-Zerfall theoretisch erwartet. Betrieben wird das Experiment in der Waste Isolation Pilot Plant (WIPP) im US-amerikanischen Bundesstaat New Mexico in 650 Metern unter der Erde. Auf diese Weise wird der Versuchsaufbau vor radioaktivem Untergrund und kosmischen Strahlen geschützt, was eine hoch präzise Messung sicherstellt.

Ein deutscher Partner

EXO-200 ist eine Kollaboration von Forschungsgruppen aus Canada, der Schweiz, Südkorea, Russland und den USA sowie der Technischen Universität München als dem einzigen deutschen Partner.



Der Xenon-Behälter wird in den Kryostat eingesetzt.



Eine Hälfte der Zeitprojektionskammer vor dem Einbau in den Xenon-Behälter.



© European Space Agency and Justyn R. Maund (University of Cambridge)

Supernova vom Typ Ia: Der Stern gibt Materie an seinen kleinen Begleiter, einen Weißen Zwerg, ab. Überschreitet die Masse des Weißen Zwerges eine bestimmte Grenze, zündet eine Explosion.

Überraschende Beobachtungen am Lebensende eines Zwergsterns

Ein Zündfunke für eine Supernova-Explosion

Astrophysiker haben mit dem Weltraumobservatorium INTEGRAL bei einer Supernova-Explosion etwas Unerwartetes beobachtet: Ein Signal, das von der Oberfläche des Materials stammt, das durch die Explosion herausgeschleudert wurde. Diese Entdeckung stellt das gängige Explosionsmodell für Supernovae vom Typ Ia infrage. Die Daten deuten darauf hin, dass eine solche Supernova auch von außen gezündet werden kann – und nicht nur im Zentrum des explodierenden Zwergsterns.

Im Januar leuchtete in der nahe gelegenen Starburst-Galaxie M82 eine Supernova-Explosion auf, die den Namen SN2014J erhielt. Nur zwei Wochen später konnten Astronomen Daten dieses Objekts mit dem Weltraumteleskop INTEGRAL (International Gamma-Ray Astrophysics Laboratory) der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) aufnehmen, und sie entdeckten dort zwei charakteristische Gammalinien eines radioaktiven Isotops von Nickel (Ni-56).

Astrophysiker gehen allgemein davon aus, dass ein Großteil der Elemente, die im Weltall zu finden sind, bei Kernfusionen im Inneren von Sternen entstanden sind. Radioaktives Nickel wird vor allem im Zentrum von explodierenden Weißen Zwergsternen erzeugt und entzieht sich daher zunächst einer direkten Beobachtung. Erst im Laufe der Explosion verdünnt sich die gesamte Sternmaterie, die äußeren Schichten werden immer transparenter und nach einigen Wochen bis Monaten sollten auch Gammastrahlen aus der Nickel-Zerfallskette zu beobachten sein.

Als die Astronomen die aktuellen Daten überprüften, fanden sie jedoch bereits 15 Tage nach der Explosion Spuren des Zerfalls von radioaktivem Nickel. Damit muss sich das beobachtete Material in der Nähe der Oberfläche der Explosion befunden haben – ein überraschender Befund.

Rätselhaftes Signal

„Dieses unerwartete Signal stellte uns vor ein Rätsel“, beschreibt Roland Diehl vom Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (MPE) und Hauptautor der Studie, Principal Investigator des INTEGRAL-Spektrometers und Mitglied des Exzellenzclusters Universe. „Aber wir konnten keine Fehler finden; die Gammalinien von Ni-56 wurden, wie bei radioaktivem Zerfall erwartet, innerhalb weniger Tage schwächer und kamen eindeutig aus der Richtung der Supernova“, beschreibt er die Beobachtung. Das Expertenteam zur Analyse von Gammalinien am MPE entwickelt seit vielen Jahren spezielle Methoden für die hochauflösende Spektroskopie. Diese wurden bereits erfolgreich bei der Untersuchung der Nukleosynthese, also der Entstehung der Elemente, in der gesamten Milchstraße sowie der Überreste der Supernova Cassiopeia A angewandt – und nun bei den jüngsten Supernova-Beobachtungen.

Keine kritische Masse

„Wir wissen, dass eine Supernova den weißen Zwergstern innerhalb einer Sekunde verbrennt; aber wir sind uns nicht sicher, wie die Explosion gezündet wird“, sagt Wolfgang Hillebrandt vom Max-Planck-Institut für Astrophysik (MPA), Mitautor der Studie und wie Diehl Mitglied des Exzellenzclusters Universe. „Die Interaktion mit dem Begleitstern scheint zwingend erforderlich zu sein“, erklärt er. „Zunächst gingen wir davon aus, dass nur diejenigen Weißen Zwerge

explodieren, die mit Material von ihrem Begleitstern über eine kritische Masse hinaus überladen werden.“ Dann allerdings würde die Explosion im Kern des Weißen Zwergs gezündet werden; auf der Außenseite sollten keine Kernfusionsprodukte zu sehen sein.

Zusammenfassend schließen die Wissenschaftler, dass diese Gammastrahlen bisher nicht bekannte Informationen darüber liefern, wie der Materialfluss von einem Begleitstern eine solche Supernova von außen entzünden kann – ohne eine kritische Masse für Weiße Zwergsterne zu überschreiten.

Aufgrund des frühen Erscheinens der Nickel-Gammastrahlen nehmen die Physiker an, dass sich ein geringer Teil der äußeren Materie, die von dem Begleitstern angesammelt wurde, entzündet hat und zu Fusionsasche verbrannte, einschließlich des beobachteten Nickels. Diese primäre Explosion hat dann die eigentliche Supernova ausgelöst, die auch mit vielen Teleskopen in anderen Wellenlängenbereichen beobachtet wurde; in jenen Daten erscheint die Supernova wie erwartet.

Das Szenario, das die Astrophysiker beschreiben, passt gut zu neueren Überlegungen, wonach die schnellen Materialflüsse, die bei verschmelzenden Weißen Zwergen auftreten können, häufig der Ursprung von Supernovae des Typs Ia sein könnten.

Interview mit Dr. Jaideep Singh über sein Jahr als Wissenschaftler in Deutschland

„Das ist völlig verrückt für mich!“

Der amerikanische Experimentalphysiker Dr. Jaideep Singh besitzt rund 3.000 Physik-Lehrbücher, einiges an Ausdauer im Labor und einen ausgeprägten Sinn für Humor. Als Fellow war er ein Jahr lang am Exzellenzcluster Universe tätig, wo er fundamentale Symmetrien in Atomkernen untersuchte. Seit August ist er als Assistant Professor an der Michigan State University zurück in den USA. Ein Gespräch über die Mentalität amerikanischer Studenten, den deutschen Acht-Stunden-Tag und das Leben eines Vegetariers in München zwischen Käsebrot und Käsespätzle. *Interview: Petra Riedel*

Ich würde gerne mit Ihnen über die Unterschiede zwischen USA und Deutschland sprechen. Was hat Sie am meisten erstaunt, als Sie nach Deutschland kamen?

Jaideep Singh: Es ist sehr anders! Bevor ich nach Deutschland kam, habe ich mir jedes Buch gekauft, das man für einen Kindle bekommen kann, um etwas über die deutsche Kultur zu lernen. Eine Sache stimmt wirklich: Die Deutschen sind sehr direkt. Das kann manchmal sehr effizient sein, in anderen Fällen wirkt das aus amerikanischer Sicht unhöflich, obwohl es nur Teil der deutschen Mentalität ist. Aber weil ich darüber gelesen hatte, war ich vorbereitet.

Haben Sie sich daran gewöhnen können?

Ja. Wenn ich jetzt in den USA bin, sagen mir die Leute, meine Persönlichkeit habe sich verändert. Das ist schon lustig.

Sie haben in den USA und in Deutschland viel mit Studenten zusammengearbeitet. Sind Ihnen Unterschiede aufgefallen?

Die deutschen Studenten gehen professioneller an ihr Studium heran. Die Mentalität in den USA ist anders. Ein Beispiel: Am Argonne National Laboratory musste ich zur Motivation der Studenten immer das große Bild zeichnen: Ich habe alles erklärt, ihnen erzählt, warum sie ihre Aufgabe erledigen müssen, wie alles zusammengehört, und warum wir im Projekt nicht weiterkommen, wenn die Aufgabe nicht erledigt ist. Am Anfang habe ich das mit den deutschen Studenten genauso gemacht. Aber die fanden es sehr ärgerlich, dass ich ihre Zeit verschwende. Sie wollten nur wissen, was sie zu tun haben – das haben sie dann erledigt.

Läuft es an amerikanischen Universitäten anders als an deutschen?

Der Universitätsbetrieb ist sehr ähnlich.

Ein Unterschied besteht für mich zwischen einer Universität und einem Nationallabor, also einer Großforschungseinrichtung. Letzteres hat viel größere Ressourcen. In meiner alten Forschungsgruppe am Argonne National Laboratory hatten wir zwei Ingenieure, die für uns alles geplant haben. Das gibt es an einer Universität normalerweise nicht, solche Arbeiten muss man selber machen. Der andere Unterschied: An der Uni machen Studenten einen großen Teil der Arbeit, in einer Großforschungsanlage dagegen gibt es meist viel weniger Studenten. Mir gefällt das, weil ich immer noch gerne im Labor spiele. Aber leider habe ich dazu immer weniger Zeit.

Laborarbeit scheint Ihnen wirklich zu gefallen. Ihre deutschen Kollegen erzählen, dass Sie einmal nach 24 Stunden am Experiment davon überzeugt werden mussten, das Labor zu verlassen.

Diese Geschichte erinnert mich an einen anderen Unterschied: Ich habe einmal jemanden vom Sicherheitspersonal an der Forschungs-Neutronenquelle gefragt, wie der normale Arbeitsalltag in Deutschland aussieht. Der hat mir erklärt, dass die Leute in der Regel acht Stunden pro Tag arbeiten, von Montag bis Freitag, aber nicht an den Wochenenden. Das ist völlig verrückt für mich! In acht Stunden bekommt man eventuell sein Experiment für die Datenaufnahme fertig. Ich habe vielleicht immer Pech im Labor, aber in acht Stunden schafft man doch gar nichts. Man muss weitermachen, bis das Experiment startklar ist, oder man findet einen natürlichen Endpunkt. Wenn das nach fünf Stunden ist: großartig! Wenn es acht Stunden dauert: That's life!

Sind Sie Perfektionist? Perfektionisten können oft kein Ende finden.

Überhaupt nicht. In diesem besonderen Fall hatten wir einen langen Run von zwei Wochen geplant und ich hatte den

Kollegen versprochen, dass bestimmte Dinge erledigt sind, bevor sie kommen. Es hat dann aber sehr lange gedauert, alles zusammenzusetzen. Am Ende, als ich so gut wie fertig war, haben meine Kollegen mich aus dem Labor gebracht. In den USA wäre das nicht passiert.

Warum nicht?

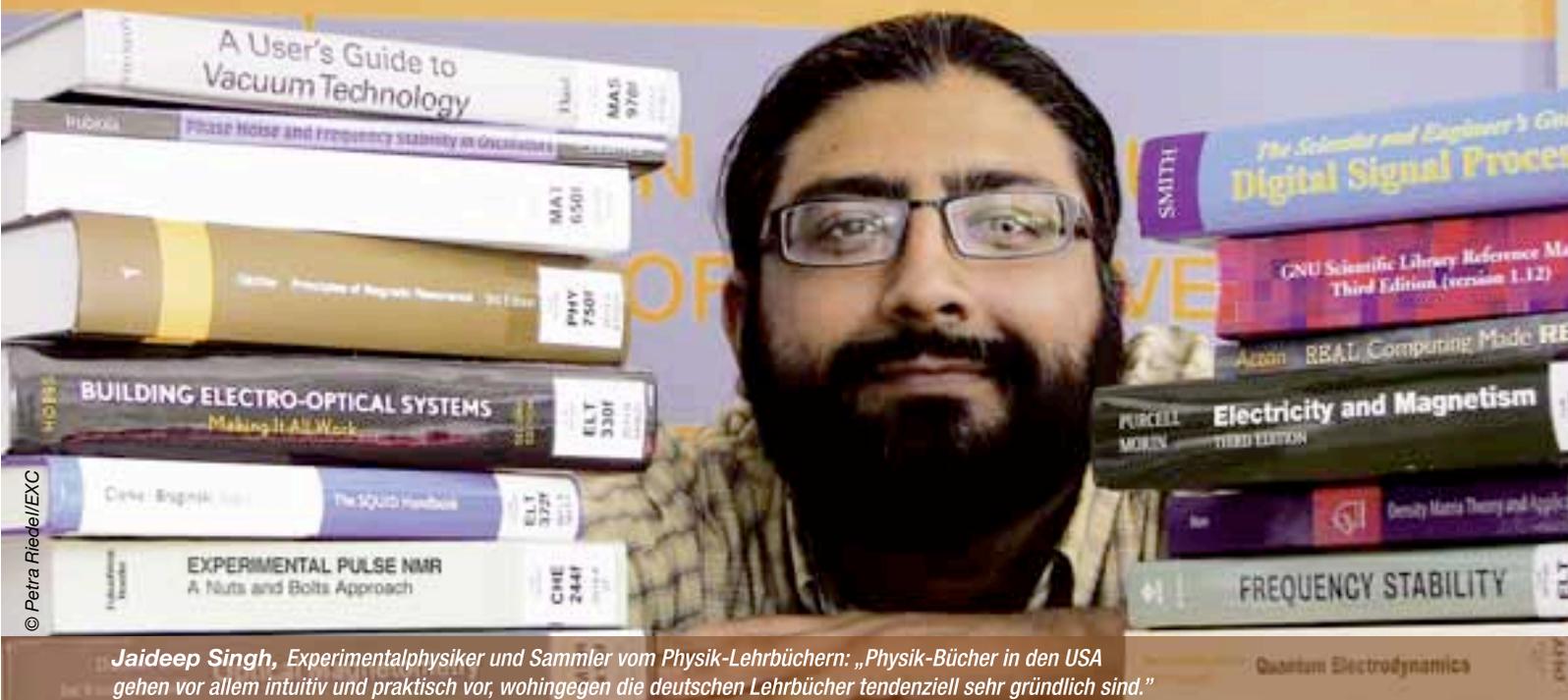
Zunächst einmal würde einem niemand sagen, dass acht Stunden pro Tag eine vernünftige Menge Arbeitszeit ist. Aber das ist eigentlich ein sehr ungesunder Teil der amerikanischen Kultur. Ein anderer interessanter Unterschied: Wenn man in den USA sehr lange arbeitet, würden andere denken: Was für ein engagierter, fleißiger Mensch! Die Deutschen würden eher sagen: Der hat keine ausgeglichene Work-Life-Balance und weiß nicht, was wichtig im Leben ist. Wenn man seine Arbeit nicht in acht Stunden schafft, steht man als sehr fauler und leistungsschwacher Mitarbeiter da. Aber diese Regel gilt nicht für Wissenschaftler! Wenn das Equipment kaputt ist, muss man so lange dran bleiben, bis es wieder funktioniert.

Gibt es einen Unterschied zwischen Großforschungseinrichtungen? Sie kennen das Argonne National Laboratory und die Garching Forschungs-Neutronenquelle, den FRM II.

Da geht es sehr ähnlich zu. In Großforschungseinrichtungen ist man Teil eines größeren Projekts und muss seine Arbeit mit anderen abstimmen. Am vernünftigsten und schnellsten geht es, wenn man sich anpasst. Man braucht Geduld. Es gibt keine schnelle Belohnung.

Sie haben ein erstaunliches Hobby: Sie sammeln Physik-Lehrbücher und haben für Ihre Sammlung in den USA einige Preise gewonnen. Sie besitzen auch Lehrbücher von deutschen Physikern, etwa von Werner Heisenberg, Max Planck und Arnold Sommerfeld.

Exzellenzcluster Universe



Jaideep Singh, Experimentalphysiker und Sammler vom Physik-Lehrbüchern: „Physik-Bücher in den USA gehen vor allem intuitiv und praktisch vor, wohingegen die deutschen Lehrbücher tendenziell sehr gründlich sind.“

Gibt es Unterschiede, wie in den verschiedenen Ländern an die Themen herangegangen wird?

Aber ja. Amerikaner neigen dazu, intuitiv und praktisch zu sein, das beste Beispiel dafür sind Richard Feynmans drei Bände „Vorlesungen über Physik“. Franzosen hingegen gehen sehr formal vor und haben ein erfrischendes Maß an Genauigkeit. Die Briten sind auch sehr formal und sehr mathematisch, wie etwa Paul Diracs „Prinzipien der Quantenmechanik“. Russische Lehrbücher dagegen sind knapp und dicht. Aber vielleicht ist das ein ungerechtes Stereotyp, das nur auf Lev Landaus und E. M. Lifschitzs berühmte zehn Bände „Lehrbuch der theoretischen Physik“ zutrifft. Deutsche Lehrbücher tendieren zu einer guten Mischung aus allem und sind sehr gründlich, was man etwa an Arnold Sommerfelds sechs Bänden „Vorlesungen über Theoretische Physik“ sehen kann.

Wo sind Ihre Bücher jetzt?

Bevor ich vor einem Jahr aus Argonne wegging, habe ich ihnen versprochen, dass ich sie nicht wegwerfen oder verlieren werde. Für meine neue Stelle an der Michigan State University habe ich ausgehandelt, dass meine Buchsammlung in mein neues Büro gebracht wird, wo es genügend Regale gibt.

Was sagen Sie zur deutschen Sprache und zum deutschen Essen?

Deutsch ist ganz schön schwer. Anfangs war es noch komplizierter, weil ich dachte, ich würde viele Worte aus dem Englischen kennen. Leider bedeuten sie nicht dasselbe.

Zum Beispiel?

Auf vielen Schildern gibt es die Vorsilbe „NOT“. Ich dachte natürlich, wie etwa bei „Notausgang“, dass das bedeutet: „Diesen Ausgang nicht benutzen, schon gar nicht in einem Notfall!“ Aber das war irreführend und hat mir ein falsches Vertrauen gegeben. Daher war es noch schwieriger, als ich dachte. Auf der anderen Seite scheint die deutsche Sprache weniger Ausnahmen zu haben, die Grammatik kommt mir sehr logisch und rational vor.

Wie hat Ihnen das deutsche Essen geschmeckt?

Ich bin Vegetarier. Bevor ich nach Deutschland kam, wurde ich in den USA aufgezogen mit der Aussicht, dass ich die ganze Zeit Bier trinken und Käsebrötchen essen würde. Das entsprach ungefähr der Wahrheit, aber anders, als ich es mir vorstellen konnte. Der Gedanke an amerikanische Käsebrötchen, dieses weiße Brot und diesen dünnen, minderwertigen

Käse, machte mich sehr traurig, als ich ankam. Aber die Arten von Käse und Brot, die man hier bekommt, sind wirklich großartig! Man kann das auch die ganze Zeit essen. Außerdem mag ich Käsespätzle, das ist mein deutsches Lieblingsgericht.

Werden Sie etwas vermissen?

Bäckereien und Spezi. Paulaner Spezi, um genau zu sein. Beides wird mir sehr fehlen.

Dr. Jaideep Singh wurde in Indien geboren und kam als Kind mit seiner Familie in die USA. Er studierte Physik am California Institute of Technology (Caltech) und promovierte im Jahr 2010 an der University of Virginia. Danach war er zwei Jahre lang PostDoc am Argonne National Laboratory, bevor er für ein Jahr am Exzellenzcluster Universe in der Forschungsgruppe von Prof. Dr. Peter Fierlinger tätig war. Sein wissenschaftliches Interesse gilt der Untersuchung von fundamentalen Symmetrien, der Suche nach Physik jenseits des Standardmodells und der Analyse von seltenen Kernreaktionen. Seit August 2014 ist Jaideep Singh Assistant Professor an der Michigan State University und baut eine eigene Forschungsgruppe auf, die auch an der neuen Facility for Rare Isotope Beams (FRIB) arbeiten wird.



Die Master-Studentin Joana Wirth bei der Arbeit am Detektor Cerberos.

Neues Messsystem an der GSI Darmstadt

Erfolgreicher Einsatz für Cerberos

Im Mai 2014 ging am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung das neue Messsystem Cerberos in Betrieb. In der aktuell laufenden Strahlzeit analysiert das Gerät erstmals die in der Beschleunigeranlage erzeugten Pionen. Prof. Dr. Laura Fabbietti von der Technischen Universität München war mit ihrer Forschungsgruppe maßgeblich an der Entwicklung und am Aufbau von Cerberos beteiligt.

Um zu verstehen, wie die Bestandteile der Atomkerne – Protonen und Neutronen – aufgebaut sind und welche Eigenschaften sie haben, schießen die Wissenschaftler an der GSI in Darmstadt Ionen mit nahezu Lichtgeschwindigkeit aufeinander. Treffen die Kerne frontal aufeinander, dann entsteht für kurze Zeit ein gemeinsames System mit erhöhter Dichte, das unter anderem Quark- und Antiquark-Teilchen zu neuen Teilchen, Mesonen, verbindet. Besonders interessieren sich die Physiker dabei für die Gruppe der Pionen, die leichtesten Mesonen. Diese kommen sonst auf der Erde nicht vor und können nur im Labor erzeugt werden. Ihre Eigenschaften besser zu verstehen, gilt das Interesse der Forschungsgruppe von Prof. Dr. Laura Fabbietti von der Technischen Universität München (TUM) und Principal Investigator am Exzellenzcluster Universe.

Zur Herstellung von Pionen beschleunigen die Wissenschaftler Stickstoff-Ionen mit dem GSI-Teilchenbeschleuniger und

lassen diese auf lange Stäbe aus Beryllium prallen. Die Pionen werden dann mit Hilfe von Magneten aussortiert und gebündelt und zur Kollision mit anderen Teilchen gebracht, um dabei neue, noch seltenere Teilchen, die etwa Strange-Quarks enthalten, zu erzeugen und zu untersuchen. „Ganz wichtig ist es dazu, den Impuls der Pionen mit höchster Genauigkeit zu kennen“, sagt Laura Fabbietti. Diesem Zweck dient Cerberos. Nach dreijähriger Arbeit ist das neue Messsystem im Mai 2014 in Betrieb gegangen. Das besondere an Cerberos ist sein neuartiger Mikro-Chip, der entscheidet, ob ein Kollisionsereignis interessant ist, und aufgezeichnet wird, oder nicht. Der Chip ist kombiniert mit einer besonders schnellen und präzisen Auslese-Elektronik. Die Komponenten wurden von Forschern der GSI in Zusammenarbeit mit verschiedenen Universitäten entwickelt. Die TUM war dabei mit dem Wissenschaftler Dr. Ludwig Maier, dem Doktoranden Rafal Lalik und der Master-Studentin Joana Wirth aus der Gruppe

Fabbietti maßgeblich beteiligt. Die Namensgebung Cerberos ergab sich, weil das neue Messsystem an der GSI vor dem Detektor HADES (High-Acceptance Di-Electron Spectrometer, Elektron-Positron-Detektor mit hoher Akzeptanz) steht, in der griechischen Mythologie der Herrscher über die Unterwelt, und drei Köpfe hat wie Cerberus, der Höllenhund, der den Eingang zur Unterwelt bewacht.

Nach den erfolgreichen ersten Messungen ist Cerberos derzeit in den laufenden Experimenten im Einsatz. Da das Konzept der selbst-triggernden Auslese-Elektronik nicht auf die Untersuchung von Pionen beschränkt ist, können Teile des Systems zukünftig auch an der internationalen Beschleunigeranlage FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research), die derzeit in Darmstadt entsteht, eingesetzt werden, beispielsweise in den Experimenten PANDA und CBM. Auch Forschungsanlagen in Russland und in Japan haben schon Interesse signalisiert.

Terminvorschau

Der Exzellenzcluster Universe organisiert in den kommenden Monaten zahlreiche Veranstaltungen. Die hervorgehobenen Konferenzen und Workshops sprechen vor allem Wissenschaftler an, Veranstaltungen für Lehrerinnen und Lehrer sind mit einem „L“ gekennzeichnet, alle anderen Events richten sich an die interessierte Öffentlichkeit.

22. - 24.09.2014, 10:15 - 15:15 Uhr	PhD Lectures mit Prof. Dr. Stephan Paul (TUM): Introductory Course on Particle and Nuclear Physics	Exzellenzcluster Universe, Boltzmannstr. 2 (MIAPP-Gebäude, Seminarraum), Garching
23.09.2014, 19:00 Uhr	Café & Kosmos: Prof. Dr. Gerhard Haerendel (MPE): „Raumsonde Rosetta – Verabredung mit einem Kometen“	Ampere/Muffatwerk, Zellstr. 4, München
26.09.2014, 14:00 - 18:15 Uhr	L Lehrerfortbildung „Variabilitätsphänome im Kosmos“ im Rahmen der Jahrestagung der Astronomischen Gesellschaft www.ag-bildungsausschuss.de	Universität Bamberg, Markusstr. 8a (Seminarraum MG1/02.06), Bamberg
29.09. - 01.10.2014, 10:15 - 15:15 Uhr	PhD Lectures mit Prof. Dr. Andreas Burkert (LMU): Introductory Course on Astrophysics and Cosmology	Exzellenzcluster Universe, Boltzmannstr. 2 (MIAPP-Gebäude, Seminarraum), Garching
07.10.2014, 9:00 - 17:00 Uhr	L Lehrerfortbildung „Aspekte der modernen Kosmologie“ www.universe-cluster.de/lehrerfortbildungkosmologie	Deutsches Museum, Museumsinsel 1, München
08.10.2014, 16:30 - 17:30 Uhr	Semester-Start des Universe Colloquiums mit anschließendem Wein & Käse Vortragsthemen unter www.universe-cluster.de	Exzellenzcluster Universe, Boltzmannstr. 2 (Seminarraum Untergeschoss), Garching
08.10.2014, 19:00 Uhr	Wissenschaft für jedermann Prof. Dr. Klaus Baum (MPI für Kernphysik, Heidelberg): „Vom Elektron und Proton zum kosmischen Antimaterie-Rätsel“	Deutsches Museum, Museumsinsel 1 (Ehrensaal), München
09.10.2014, 9:00 - 18:00 Uhr	L Lehrerfortbildung „Relativitätstheorie“ www.universe-cluster.de/lehrerfortbildungrelativitaetstheorie	Exzellenzcluster Universe, Boltzmannstr. 2 (Seminarraum Untergeschoss), Garching
11.10.2014, 11:00 - 18:00 Uhr	Tag der offenen Tür auf dem Campus Garching www.forschung-garching.de	Garching-Forschungszentrum
15.10.2014, 19:00 Uhr	Wissenschaft für jedermann Prof. Dr. Helmut Dosch (DESY): „2014 - Odyssee im Nanokosmos“	Deutsches Museum, Museumsinsel 1 (Ehrensaal), München
21.10.2014, 19:00 Uhr	Café & Kosmos: Florian Reindl (MPP): „CRESST – Licht ins Dunkel der Materie“ weitere Termine unter www.cafe-und-kosmos.de	Muffat-Café/Muffatwerk, Zellstr. 4, München
03. - 05.11.2014	Interdisciplinary Workshop on Statistical and Analysis Methods in Nuclear, Particle and Astrophysics www.universe-cluster.de/trento2014	European Center for Theoretical Studies in Nuclear Physics and Related Areas, Villazona, Italien
19.11. 2014, 19:00 Uhr	Wissenschaft für jedermann PD Dr. Torsten Enßlin (MPA): „Vom Anfang der Zeit – unser Kosmos im Mikrowellenlicht“	Deutsches Museum, Museumsinsel 1 (Ehrensaal), München
26.11.2014, 19:00 Uhr	Wissenschaft für jedermann Prof. Dr. René Reifarh (Uni Frankfurt): „Nukleare Uhren und das Alter des Universums“	Deutsches Museum, Museumsinsel 1 (Ehrensaal), München
01. - 04.12.2014	Science Week des Exzellenzclusters Universe www.universe-cluster.de/scienceweek2014	MPI für Astrophysik, Karl-Schwarzschild-Str. 1 (großer Seminarraum E.0.11), Garching



Prof. Dr. Paola Caselli, seit 1. April 2014 Direktorin am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik, ist als Principal Investigator auch neues Mitglied am Exzellenzcluster Universe. Nach Stationen unter anderem am Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics war sie zuletzt Mitglied der Astrophysik-Gruppe an der Universität Leeds, UK. Ihre Schwerpunkte sind Astrochemie, Sterne und Planeten sowie molekulare Astrophysik und Astrobiologie.



Dr. Andreas Kronfeld, wurde mit einem TUM-IAS Hans-Fischer-Senior-Stipendium für das Forschungsprojekt „Zusammenspiel von effektiver Quantenfeldtheorie und numerischer Gittereichtheorie“ mit Prof. Dr. Nora Brambilla ausgezeichnet. Andreas Kronfeld ist theoretischer Physiker am Fermilab, USA. Nora Brambilla leitet die Forschungsgruppe „Theoretische Teilchen- und Kernphysik“ am Physik-Department der TUM und ist Mitglied des Exzellenzclusters.



Dr. Jens Jasche, kommt zum 1. Oktober 2014 als Fellow an den Exzellenzcluster Universe. Nach seinem Physik-Studium an der Leibniz-Universität Hannover, promovierte er 2010 am Max-Planck-Institut für Astrophysik bei Prof. Dr. Simon White. Zuletzt arbeitete mit einem Feodor-Lynen-Forschungsstipendium am Institut d'Astrophysique, Paris. Der theoretische Kosmologe beschäftigt sich mit der Simulation der großräumigen Strukturen des Universums.



Dr. Xavier Defay, ist ab 1. November 2014 Fellow am Exzellenzcluster Universe. Der Astroteilchenphysiker beschäftigt sich mit Neutrinos und der direkten Suche nach Dunkler Materie. Als Experimentator ist er zudem Experte für kryogene Detektoren. Er studierte Physik an den Universitäten Montpellier und Clermont und promovierte 2008 am CSNSM in Orsay, Frankreich. Zuletzt forschte er als PostDoc an der University of Wisconsin, Madison, USA.

Fotos: privat (3), Reidar Hahn/Fermilab

AKTUALISIERT
UND ERWEITERT

Entwicklung des Universums

Die Ausstellung im Deutschen Museum
Abteilung Astronomie, 5. Stock

1 Milliarde Jahre
1 Billion Years

5 Milliarden
5 Billionen

Deutsches Museum

IMPRESSUM

Redaktion: Petra Riedel, Dr. Andreas Müller

Layout: Sabine Kwauka

Druck: flyeralarm GmbH, Alfred-Nobel-Str. 18, 97080 Würzburg

Abonnement: www.universe-cluster.de/newsletter

Abmeldung: E-Mail an: presse@universe-cluster.de,
Textinhalt: „ucnews abbestellen“

Der Newsletter erscheint drei Mal pro Jahr am Exzellenzcluster Universe, Technische Universität München, Boltzmannstr. 2, D-85748 Garching, Tel. +49.89.35831-7100, Fax: +49.89.3299-4002, E-Mail: info@universe-cluster.de
Web: www.universe-cluster.de

Leitung: Prof. Dr. Stephan Paul (TUM),
Prof. Dr. Andreas Burkert (LMU)

Der Exzellenzcluster Universe wird von der Deutschen Exzellenzinitiative gefördert.

