



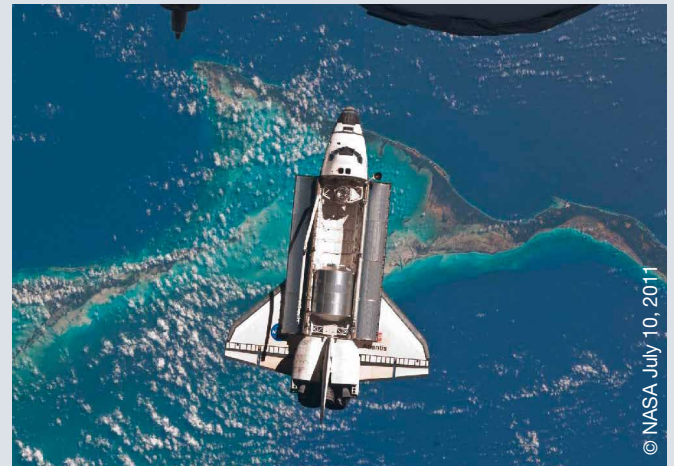
Liebe Leserinnen und Leser,

„Wissen“ hat ein begrenztes Haltbarkeitsdatum: eine Erkenntnis gilt nur solange sie nicht widerlegt ist. Vielleicht sind die Untersuchungen von Viola Allevato über aktive Schwarze Löcher in Galaxien ein erster Schritt zu „neuem“ Wissen?

Außerdem werfen wir einen Blick ins Kristall-Labor der TUM. Hier werden die Kristalle für das CRESST-Experiment gezüchtet, das Dunkle-Materie-Teilchen aufspüren soll. Dunkle Materie ist auch das Thema einer Konferenz, die vom 5. bis 9. September im Münchner Künstlerhaus stattfindet. Hier treffen sich fast 400 Wissenschaftler, um „Topics in Astrophysics and Underground Physics“ zu diskutieren. Und wie immer stellen wir eine Arbeitsgruppe des Clusters vor: Die Wissenschaftler von „Heavy Quarks“ versuchen, dem Rätsel der verschwundenen Antimaterie ein Stück näher zu kommen. Viel Freude beim Lesen!

Barbara Wankerl, PR Manager

BILD DES MONATS



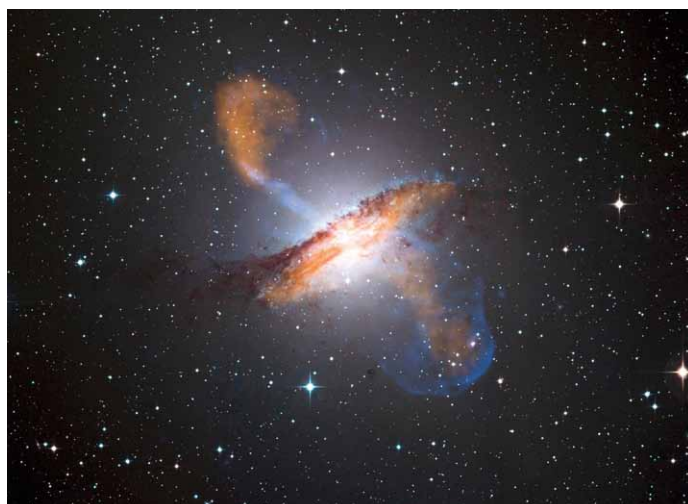
Abschiedsflug

Eine Ära geht zu Ende - eine der letzten Aufnahmen der Raumfähre Atlantis, die am 21. Juli 2011 ihre letzte Mission erfolgreich beendete. Das Bild wurde von der International Space Station aufgenommen und zeigt die Atlantis beim Flug über die Bahamas.

FORSCHUNG

Wie werden supermassereiche Schwarze Löcher aktiv?

Eine aktuelle Studie wirft neues Licht auf die Aktivität der massereichen Schwarzen Löcher im Zentrum von Galaxien. Demnach wird der Übergang von einem ruhenden zu einem aktiven Schwarzen Loch – anders als bislang vermutet – nicht durch die Verschmelzung von zwei Galaxien ausgelöst. Das ist das Ergebnis einer Forschungsarbeit unter der Leitung des Exzellenzclusters Universe an der Technischen Universität München. Die Studie beruht auf Daten des Very Large Telescope der ESO und des Röntgensatelliten XMM-Newton der ESA und erscheint in der August-Ausgabe des Fachmagazins *Astrophysical Journal*.



Das Schwarze Loch im Zentrum der Galaxie Centaurus A

Im Herzen der meisten, wenn nicht sogar aller großen Galaxien, lauert ein supermassereiches Schwarzes Loch mit einer Masse, die Millionen oder sogar Milliarden Mal größer ist als die unserer Sonne. In vielen Galaxien, wie auch in unserer Milchstraße, befindet sich das Schwarze Loch in einem Zustand der Ruhe. Allerdings gibt es auch Kandidaten, die enorme Mengen an Materie verschlingen. Diese Schwarzen Löcher sind insbesondere in Galaxien zu finden, die früh im Universum entstanden sind. Wenn die Materie in das Schwarze Loch stürzt, sendet sie eine intensive Strahlung aus. So wird aus einem Schwarzen Loch ein so genannter aktiver Galaxienkern (englisch Active Galactic Nucleus, abgekürzt AGN).

Wie das Material, das die Aktivität auslöst und die gewaltigen Ausbrüche in den Zentren der Galaxien verursacht, in die Nähe des Schwarzen Lochs gerät, ist noch ungeklärt. Bisher vermuteten Astronomen, dass AGN aktiviert werden, wenn die regulären Bahnen der Materie in Galaxien durch eine Verschmelzung oder einen Beinahe-Zusammenstoß zweier Galaxien gestört werden, und damit neue Materie in Richtung des Schwarzen Loches fällt. Die aktuelle Untersuchung weist darauf hin, dass dies auf viele aktive Galaxien nicht zutreffen dürfte.

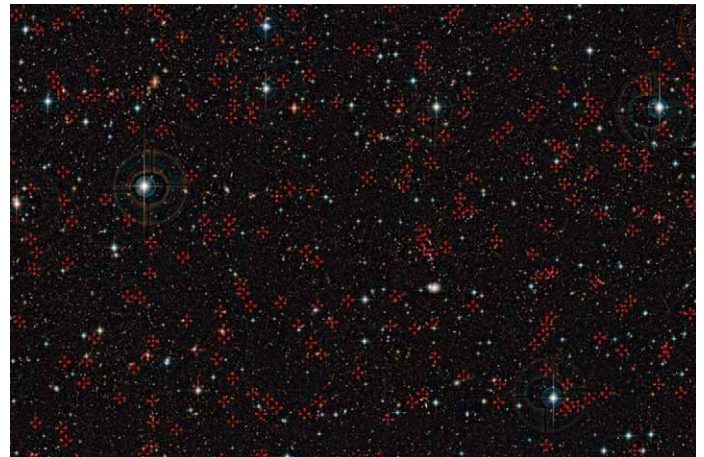
Viola Allevato vom Exzellenzcluster Universe hat zusammen mit einem internationalen Wissenschaftlerteam mehr als 600 aktive Galaxien untersucht, die sich im COSMOS-Feld befinden, einem besonders gut untersuchten Gebiet des Himmels. Genau wie sie erwartet hatten, stellten die Wissenschaftler fest, dass die meisten aktiven Galaxien während der vergangenen 11 Milliar-

den Jahre mäßig hell leuchteten, während extrem leuchtkräftige aktive Galaxienkerne eher selten waren. Zu ihrer Überraschung fanden die Astronomen allerdings auch heraus, dass die überwiegende Mehrheit der häufigeren und weniger hellen AGN offenbar nicht durch Galaxienverschmelzungen aktiviert wurden.

Ein aktiver Galaxienkern verrät sich durch Röntgenstrahlung, die aus der Umgebung des Schwarzen Loches stammt und vom Satelliten XMM-Newton nachgewiesen werden kann. Die auf diese Weise herausgefilterten Galaxien wurden anschließend mit dem Very Large Telescope beobachtet, um ihre Entfernung zu bestimmen. Die Kombination beider Beobachtungsverfahren ermöglichte es dem Team, eine dreidimensionale Karte der Positionen der aktiven Galaxien zu erstellen.

Die Astronomen untersuchten anhand dieser Karte die Verteilung der aktiven Galaxien und verglichen sie mit theoretischen Vorhersagen. Außerdem waren sie in der Lage festzustellen, wie sich diese Verteilung über den Zeitraum von vor etwa 11 Milliarden Jahren bis in die Gegenwart veränderte.

Dabei zeigte sich, dass die meisten aktiven Kerne in großen Galaxien zu finden sind, die einen hohen Anteil an Dunkler Materie enthalten. Das war eine Überraschung und steht im Widerspruch zu theoretischen Vorhersagen: Wenn die Mehrzahl der aktiven Kerne durch Kollisionen und Verschmelzungen von Galaxien entstünden, wäre zu erwarten, dass sie sich bevorzugt in Galaxien mittlerer Masse (mit etwa einer Billion Sonnenmassen) befinden. Das Team fand dagegen heraus, dass sich die meisten aktiven Kerne in Galaxien befinden, deren Masse rund zwanzigmal größer war als von der Theorie der Galaxienverschmelzungen vorhergesagt.

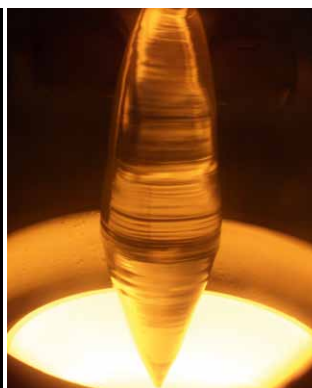
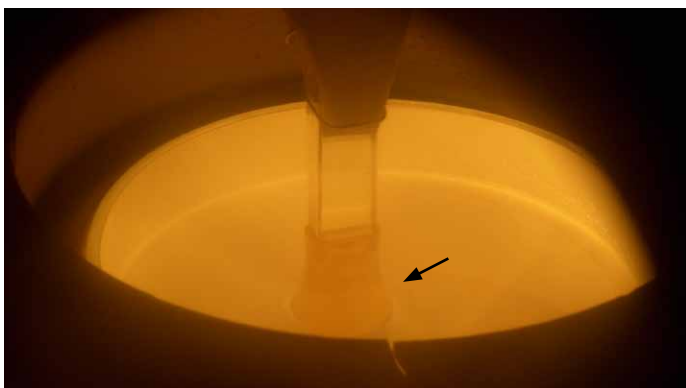


Das von den Wissenschaftlern untersuchte COSMOS-Himmelsfeld

„Diese Ergebnisse eröffnen uns einen völlig neuen Blick darauf, was den Aktivitätsschub supermassereicher Schwarze Löcher auslöst“, sagt Viola Allevato, die Erstautorin des Fachartikels, in dem die Ergebnisse der Studie beschrieben werden. „Offenbar erhalten Schwarze Löcher ihre ‚Nahrung‘ in den meisten Fällen durch Vorgänge innerhalb der Galaxie selbst, zum Beispiel durch Scheibeninstabilitäten oder durch die rasche Bildung vieler neuer Sterne, nicht aber durch Kollisionen mit anderen Galaxien.“

Originalpublikation: „The XMM-Newton Wide field survey in the COSMOS field: redshift evolution of AGN bias and subdominant role of mergers in triggering moderate luminosity AGN at redshift up to 2.2“, The Astrophysical Journal, (Allevato et al. 2011, ApJ, 736, 99), <http://stacks.iop.org/0004-637X/736/99>

Mit Kristallen auf der Suche nach Dunkler Materie



Links: Keimkristall und wachsender Kristall nach etwa drei Stunden; der Pfeil markiert die Wachstumsfront.

Rechts: Gezüchteter Kristall über der Schmelze bei einer Temperatur 1600 Grad Celsius.

Auf der Suche nach Dunkler Materie wurde in den letzten Jahren im italienischen Gran Sasso Untergrundlabor das Tieftemperatur-Kalorimeter CRESST (Cryogenic Rare Event Search with Superconducting Thermometers) vollständig installiert. Damit möchten Astroteilchenphysiker sogenannte WIMPs (Weakly Interacting Massive Particles) nachweisen. Dabei handelt es sich um relativ schwere, nur schwach wechselwirkende Teilchen, aus denen die astrophysikalisch beobachtete Dunkle Materie beste-

hen könnte. CRESST ist ein Projekt mehrerer Forschungseinrichtungen, darunter das Max-Planck-Institut für Physik und die Technische Universität München (TUM) mit dem Exzellenzcluster Universe.

Als Detektormaterial kommen im CRESST-Experiment Kalziumwolframat-Kristalle (CaWO_4) zum Einsatz. Trifft ein WIMP auf einen Atomkern, gerät das Kristallgitter in leichte Schwingung. Um diesen winzigen Impuls messen zu können, müssen allerdings potenzielle

Störsignale ausgeschaltet werden, zum Beispiel die thermische Bewegung der Kristallmoleküle. Daher werden die Kristalle im Experiment auf Temperaturen knapp über dem absoluten Nullpunkt gekühlt.

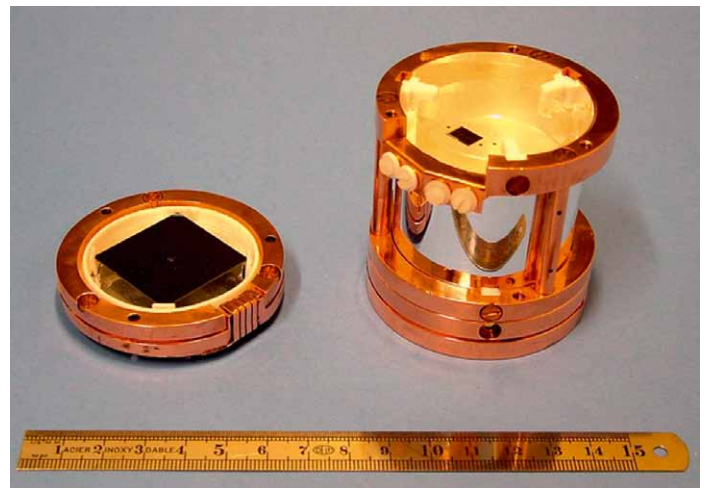
Das sensible Experiment stellt höchste Anforderungen an die Reinheit der CaWO_4 -Kristalle, die kommerzielle Anbieter nicht zuverlässig erfüllen können. Die CRESST-Kooperation setzt

daher auf Eigenproduktion im Kristall-Labor des TUM Physik-Departments. Das Labor wurde 1970 von Heinz Maier-Leibnitz, ehemals Ordinarius für Technische Physik an der TUM gegründet, derzeit steht das Labor unter der Leitung von Dr. Andreas Erb vom Walther-Meißner-Institut. Im Labor werden Einkristalle gezüchtet, charakterisiert und nachbearbeitet, um physikalische Eigenschaften neuer Materialien zu untersuchen. Vor diesem Hintergrund entstand eine enge Zusammenarbeit zwischen der Cluster-Nachwuchsgruppe „Astroteilchenphysik“ von Dr. Jean-Côme Lanfranchi und dem Kristall-Labor.

Versuche an einer älteren Kristallzuchtanlage zeigten bereits 2007 die prinzipielle Möglichkeit, solche Detektorkristalle an der TUM herzustellen. Um jedoch für das CRESST Experiment ausreichend große und reine Kristalle produzieren zu können, musste das Labor modernisiert werden: So war die Anschaffung einer neuen Czochralski-Apparatur erforderlich, mit der sich die Kristalle bei hohen Temperaturen bis zu 1.600 Grad aus einem Tiegel ziehen lassen. Dieser Kristallzuchtungssofen und der dazugehörige Tiegel aus 1,4-Kilogramm reinem Rhodium wurden vom Exzellenzcluster Universe finanziert.



Kristall aus Kalziumwolframat (1 Kilogramm) nach 18-stündiger Züchtung: Zu sehen ist auch der keramische Keimhalter, aus dem der orientierte Keim herausragt, ist zu sehen. Der Pfeil markiert die Ankeimstelle.



Fertiges CRESST-Detektormodul aus einem Kalziumwolframat Einkristall mit aufgedampftem Phasenübergangsthermometer und einem „Silicon on Sapphire“ (SOS) Lichtdetektor.

Seit Juni 2011 werden im Kristall-Labor der TUM hochreine Kalziumwolframat-Kristalle mit einem Gewicht von bis zu 1,8 Kilogramm hergestellt. Die eigentliche Produktion der Kristalle folgt dem üblichen Czochralski-Verfahren: Ein kleiner Keimkristall aus Kalziumwolframat wird an einem rotierenden Keramikhalter befestigt und knapp über der Schmelztemperatur in das geschmolzene Material eingetaucht. Bei geeigneter Temperatur kristallisiert das geschmolzene Kalziumwolframat am Keimkristall und übernimmt dessen Orientierung. Ab diesem Moment kann der Keim langsam nach oben gezogen werden. Der Durchmesser des Kristalls lässt sich über Temperaturveränderungen in der Schmelze bestimmen. Auf diese Weise verfestigt sich das geschmolzene Material zu einem flaschenförmigen Kristall, der über sein gesamtes Volumen die Kristall-Orientierung des Keims aufweist (s. Abbildungen auf S. 2).

Zukünftig wird die Gruppe „Astroteilchenphysik“ neben CRESST auch das geplante europäische Großexperiment EURECA (European Underground Rare Event Calorimeter Array) nutzen – dort werden dann ebenfalls die Garching Kalziumwolframat-Kristalle zum Einsatz kommen.

Universe Cluster und SISSA schließen Partnerschaft



Der Exzellenzcluster Universe und die „Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati“ (SISSA) in Triest haben kürzlich ein Kooperationsabkommen unterzeichnet. Darin verständigen sich die beiden Institutionen auf eine intensive Kooperation, die sowohl den

Austausch von Wissenschaftlern und Promotionsstudenten als auch von Forschungsgegenständen betrifft, die für beide Seiten von Interesse sind. Einen besonderen Stellenwert nehmen dabei

wissenschaftliche Kolloquia und Konferenzen ein: Die Institutionen vereinbaren hier eine enge Zusammenarbeit mit wechselseitigen Einladungen an Forscher der jeweiligen Partnerinstitution.

Die SISSA wurde im Jahr 1978 gegründet und gehört zu den führenden Forschungseinrichtungen für Spitzenforschung und für die Ausbildung von Doktoranden in Italien. Die Universität hat sich auf naturwissenschaftliche Forschung in den Bereichen Physik, Astrophysik, Mathematik, Biologie und Neurowissenschaften spezialisiert und war die erste italienische Universität, die den international anerkannten PhD-Abschluss einführte.

■ VERANSTALTUNGEN

Nachtschichten mit dem Nuclear Reaction Network Code

In Kooperation mit dem Joint Institute for Nuclear Astrophysics (JINA) veranstaltete der Exzellenzcluster Universe die Schule „Nuclear Reaction Network“, die vom 10. bis 17. April 2011 auf der Chiemsee-Insel Frauenwörth stattfand. Das einwöchige Training hatte das Ziel, Doktoranden und Postdocs mit der Anwendung des „Nuclear Reaction Network Code“ vertraut zu machen, der in der nuklearen Astrophysik zum Einsatz kommt.

Mit diesem Code lassen sich die unterschiedlichen Arbeitsmethoden von experimentell arbeitenden Wissenschaftlern und Forschern, die Sternexplosionen in Simulationen und Modellen darstellen, überbrücken. Mit dem Einsatz des Nuclear Network Reaction Codes können die Forscher verschiedenste, im Experiment gewonnene Kernreaktionen darstellen und sie mit thermodynamischen Supernova-Modellen verknüpfen.

Die Schule bot insgesamt 34 jungen Forscherinnen und Forschern u.a. aus Deutschland, Russland, USA, Japan und Kanada, die Möglichkeit den Code zu erlernen und in der Praxis anzuwenden. Zu den Dozenten zählten der Erfinder des Nuclear Reaction Network, Prof. Bradley Meyer, Prof. Hendrik Schatz von der Michigan State University sowie die zwei Cluster-Mitglieder Prof. Shawn Bishop (TUM) und Dr. Friedrich Röpke vom Max-Planck-Institut für Astrophysik.

In zwei Vormittagsvorlesungen erhielten die Studenten eine Einführung in den Code, und diskutierten die Physik verschiedener astrophysikalischer Szenarien und Prozesse. Die Nachmittage waren ausschließlich der Gruppenarbeit vorbehalten: Die Teil-



Abschied von einer intensiven und erfolgreichen Arbeitswoche in der Schule „Nuclear Reaction Network“.

nehmer arbeiteten mit dem Code und lernten schließlich, ihn effektiv auf selbst gewählte Szenarien aus der Astrophysik anzuwenden. Das Spektrum reichte dabei von Supernovae über Gammastrahlen-Ausbrüche bis hin zu R- und P-Prozessen.

Ihre Abende konnten die Teilnehmer frei gestalten. Allerdings stellten die Tutoren mit Erstaunen fest, dass viele Studenten freiwillig bis tief in die Nacht an ihrer Gruppenaufgabe arbeiteten. Insgesamt war das Ergebnis dieser Schulwoche ein „durchschlagender Erfolg“, wie Shawn Bishop, einer der Organisatoren konstatierte. Bishop hofft nun, „dass viele der Teilnehmer den Code nutzen, und davon für ihre Forschungsarbeit und ihre Publikationen profitieren.“

„Bereicherung für den Unterricht“

Die Geschichte der Lehrerfortbildungen des Universe Clusters reicht zurück bis ins Frühjahr 2008. Damals kontaktierte die Physiklehrerin eines Münchner Gymnasiums den stellvertre-



Hans-Ulrich Käußel demonstriert den Teilnehmern die Gasflammen-Spektroskopie.

tenden Cluster-Leiter Prof. Andreas Burkert mit der Bitte, eine Lehrerfortbildung zu den „Aspekten der modernen Kosmologie“ anzubieten – einem Themenbereich des Lehrplans für die 10. Klasse Gymnasium.

Der Cluster entwarf daraufhin ein Konzept für eine eintägige Fortbildung, die beim ersten Termin im Sommer 2008 so gut ankam, dass sie seitdem jedes Jahr Ende Juli im Deutschen Museum stattfindet. Anfang 2011 entstand darüber hinaus die Idee, zusätzlich ein Lehrertraining für Astrophysik zu veranstalten. Zielgruppe sollten Physiklehrer sein, die in der 12. Jahrgangsstufe die Lehrplanalternative „Astrophysik“ unterrichten. Vom 6. bis zum 8. Juni fand die Fortbildung nun zum ersten Mal statt – und war ein voller Erfolg.

Der Lehrplan für das neue Wahlfach umfasst die fünf Themengebiete „Orientierung am Himmel“, „Überblick über das Sonnensystem“, „Die Sonne“, „Sterne“ und „Großstrukturen im Weltall“. Da jedes dieser Themengebiete hohe Ansprüche stellt und gut vermittelt werden sollte, wurde die Schulung auf zweieinhalb

Tage angesetzt. Der Teilnehmerkreis war darüber hinaus auf 20 Lehrerinnen und Lehrern beschränkt, sodass die Lehrer genügend Raum für den Austausch und Diskussionen mit den Wissenschaftlern hatten.

Das bayernweit erste Fortbildungsangebot fand von Beginn an große Resonanz – innerhalb kürzester Zeit waren alle Plätze vergeben. Der Erfolg der Veranstaltung ist dem Engagement der Referenten Hans-Ulrich Käußl (ESO), Harald Lesch

(Universitätssternwarte), Andreas Müller (Universe Cluster), Ewald Müller (MPA) und Simon White (MPA) zu verdanken. Die Qualität des Trainings wurde von den Lehrern überwiegend positiv bewertet – entsprechend fiel auch das Urteil eines Teilnehmers aus: „Die Experten lieferten gute Anregungen für eine interessante Unterrichtsgestaltung, weil sie auf überraschende Aspekte aufmerksam machten, die den Unterricht bereichern können.“

Hadron2011: Auf der Jagd nach exotischen Teilchen



Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Hadron2011 im Hof des Münchner Künstlerhauses

Das Künstlerhaus in München war vom 13. bis 17. Juni Schauplatz einer großen internationalen Tagung. Auf der „Hadron2011“, die in diesem Jahr zum 14. Mal stattfand, befassten sich etwa 250 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit den kleinsten Bausteinen, die das Universum zu bieten hat – den Elementarteilchen. Thema der Konferenz waren die Teilchen Quarks und Gluonen, die zusammen die Hadronen bilden. Als Bausteine von Protonen und Neutronen stellen sie außerdem wesentliche Bestandteile der Materie dar.

Durch ihre Untersuchungen erhoffen sich Teilchenphysiker weitere Erkenntnisse über das Zusammenspiel der verschiedenen Quarks und der Gluonen – letztere sind die Teilchen, welche die Quarks wie ein Superkleber zusammenhalten. Die Wissenschaftler gehen davon aus, dass ein besseres Verständnis der Quark-Gluon-Konstellationen auch die Frage klärt, wie sich aus dem heißen Plasma des frühen Universums stabile Materie bilden konnte.

Auf der Hadron2011 konnten die Wissenschaftler einige Erfolge vermelden: Sie präsentierten einige „Neuentdeckungen“ aus der Teilchenwelt, die mit Hilfe von Beschleuniger-Experimenten in den USA, Japan und dem Large Hadron Collider in Genf gefunden wurden. Wissenschaftler des COMPASS-Experiments berichteten von einem Durchbruch in der Hadronenforschung: Einem Team unter Leitung von Wissenschaftlern der Technischen

Universität München (TUM) gelang es, die Existenz exotischer Teilchen zu bestätigen, die theoretische Berechnungen schon länger vorausgesagt hatten.

Für besonderes Aufsehen und viel Diskussionsstoff sorgten Teilchenkombinationen mit einem schweren b-Quark, deren Eigenschaften noch unklar sind. Offensichtlich treten sie als Partner anderer, leichterer Teilchen in Erscheinung. Diese Teilchen bereiten den Physikern seit einigen Jahren Kopfzerbrechen, da sie bisher noch nicht im Rahmen der Standardmodelle der Hadronenphysik klassifiziert werden konnten. Die Beobachtungen deuten darauf hin, dass die Wechselwirkung von Quarks und Antiquarks bei großen Abständen noch immer für Überraschungen gut ist.

Prof. Stephan Paul, Leiter des Exzellenzclusters ‚Universe‘ an der TUM und einer der beiden Hauptorganisatoren der Hadron2011, zeigte sich mit dem Verlauf der Konferenz überaus zufrieden: „Wir konnten in einer Reihe von Gebieten der Hadronen-Physik wichtige Fortschritte erzielen. Ich bin sehr zuversichtlich, dass insbesondere die Hochenergie-Experimente am Large Hadron Collider am CERN, aber auch zukünftige Experimente in Japan weitere spannende Resultate liefern werden, die uns dabei helfen, das Rätsel der Materiebildung im Universum nach und nach aufzuklären.“



Links: Prof. Stephan Paul eröffnet die Hadron2011.

Rechts: Angeregte Diskussionen nach dem Tagesprogramm.

Astroteilchen und Kosmologie - 12. TAUP findet in München statt



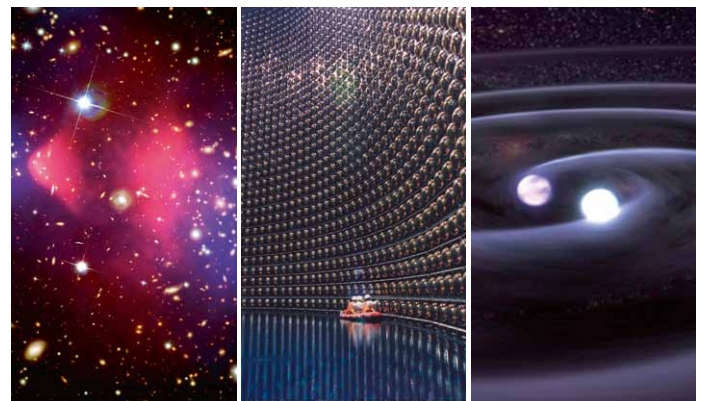
Astroteilchen und ihre Bedeutung für unser Verständnis des Universums stehen im Mittelpunkt der TAUP-Konferenz: Vom 5. bis 9. September 2011 diskutieren Wissenschaftler neue Forschungsansätze und Ergebnisse aus diesem Themenfeld im Münchner Künstlerhaus.

Die internationale Tagung „Topics in Astroparticle and Underground Physics“ findet seit 1989 im zwei-Jahres-Turnus an wechselnden Orten statt und kommt in diesem Jahr erstmals nach Deutschland. Hier hat die Astroteilchenphysik in den vergangenen Jahren einen enormen Aufschwung erfahren. Die TAUP, zu der in diesem Jahr fast 400 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der ganzen Welt erwartet werden, behandelt Themen wie Kosmologie, Gravitationswellen und die Dunkle Materie – sowohl unter theoretischen als auch experimentellen Gesichtspunkten. Eine besondere Bedeutung kommt dabei Laborexperimenten zu, die von der natürlichen kosmischen Strahlung abgeschirmt tief unter der Erde durchgeführt werden („Untergrundphysik“).

Die Organisatoren der diesjährigen TAUP sind Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Physik, der Technischen Universität München und des Exzellenzclusters Universe. Das wissenschaftliche Plenarprogramm untergliedert sich in die Themenschwerpunkte Kosmologie, Dunkle Materie, die Physik der Neutrinos sowie Gravitationswellen, hochenergetische Teilchen und Photonen, die als astrophysikalische Botschafter wichtige Informationen bergen. Insbesondere das Thema Dunkle Materie verspricht

spannend zu werden: Seit Jahren versuchen Wissenschaftler, Teilchen aufzuspüren, aus denen die Dunkle Materie besteht. Als aussichtsreiche, aber nicht ausschließliche Kandidaten gelten die WIMPs, schwach wechselwirkende schwere Teilchen.

Als Vortragende konnten die Organisatoren renommierte internationale Experten gewinnen. So spricht Francois Bouchet, der wissenschaftliche Leiter der 2009 gestarteten „Planck“-Satellitenmission, über die aktuellen Forschungsergebnisse zum kosmischen Mikrowellenhintergrund. Eli Waxman vom Weizman Institute in Israel berichtet über neue Erkenntnisse aus der Astronomie mit hochenergetischer Strahlung. Mit Manfred Lindner vom Max-Planck-Institut für Kernphysik und Angela Olinto von der University of Chicago heißen die Organisatoren zwei weitere namhafte Forscher aus dem Feld der Astroteilchenphysik willkommen. Als Schlussprecher wird Hitoshi Murayama, Leiter des Institute for Mathematics and Physics of the Universe in Tokio, die Ergebnisse der Plenarsitzungen zusammenführen und einen Ausblick auf die kommenden Jahre geben.



Die Bilder repräsentieren die Themen der TAUP: Dunkle Materie im Bullet-Cluster, das Neutrino-Observatorium Super-Kamiokande und die Entstehung von Gravitationswellen nach der Fusion zweier Neutronensterne (von links nach rechts.)

■ PORTRÄT

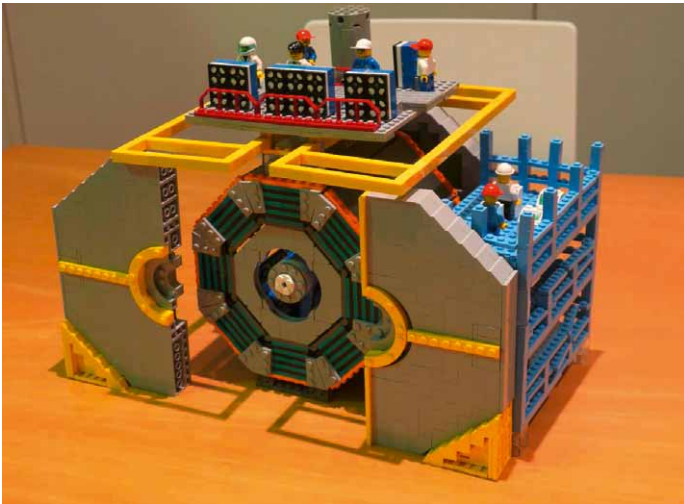
Auf der Suche nach der verlorenen Antimaterie

Antimaterie beflügelt nicht nur die Phantasie von Buch- und Filmautoren: Weltweit arbeiten Physiker an theoretischen Modellen und Experimenten, die erklären sollen, warum das ursprüngliche Gleichgewicht zwischen Materie und Antimaterie im jungen Universum aus dem Lot geraten ist. Dieses „Missverhältnis“ sorgt dafür, dass wir in einem Materie-dominierten Universum leben, in dem es Galaxien, Sterne und Planeten gibt. Mit Prof. Dr. Jochen Schieck von der LMU, der am Universe Cluster die Gruppe „Heavy Quarks“ leitet, stellen wir einen Wissenschaftler vor, der sich auf die Fährte der Antimaterie geheftet hat. Er ist an zwei großen Experimenten beteiligt, die klären sollen, was die physikalischen Grundlagen für die „CP-Verletzung“ sind, eine notwendige Voraussetzung für das Materie-Antimaterie-Ungleichgewicht.

Treffen Materie- und Antiteilchen aufeinander, löschen sie sich unter Freisetzung von Energie gegenseitig aus – sie annihilieren. Nach heutigem Verständnis entstanden beim Urknall vor 13,7 Milliarden Jahren gleich viele schwere Materie- und Antimaterieteilchen, die nach kurzer Zeit zerfielen und dabei die uns bekannten Teilchenfamilien Quarks und Leptonen – genauso wie die dazu passenden Antiteilchen – hervorbrachten. Aus den Quarks werden Protonen gebildet, die zusammen mit Neutronen den Atomkern formen. Zu den Leptonen zählt man Elektronen, Myonen und Tauonen. Aus unbekanntem Gründen verlief der Zerfall der schweren Urteilchen nicht gleichmäßig, sodass schließlich mehr Protonen entstanden als Antiprotonen. Dieser minimale Überschuss an Materie sorgte dafür, dass den Mate-

rieteilchen nach und nach ihre Anti-Reaktionspartner abhandeln kamen und so am Ende Materie übrigblieb.

Mit ihrer Forschung tasten sich Jochen Schieck und seine Gruppe an die Frühzeit des Universums heran. Ihr Instrument ist ein Beschleunigerexperiment, mit dem die Ereignisse kurz nach dem Urknall simuliert werden. Der Large Hadron Collider (LHC) beschleunigt Protonenstrahlen in gegenläufiger Richtung auf nahezu Lichtgeschwindigkeit. Im ATLAS-Experiment werden die Protonen dann zur Kollision gebracht. Ihre Zerfallsspuren werden mithilfe verschiedener Detektoren untersucht. „Für die Untersuchung der CP-Verletzung konzentrieren wir uns auf einen bestimmten Teilchentyp, der B-Meson genannt wird,“ erklärt Jochen Schieck. „Die theoretische Grundlage für die CP-Verletzung beim Zerfall von Teilchen und ihren Antiteilchen legten die Physiker Makoto Kobayashi und Toshihide Maskawa. 2001 wurde sie in B-Mesonen entdeckt, und dafür erhielten die beiden Wissenschaftler 2008 den Nobelpreis für Physik.“

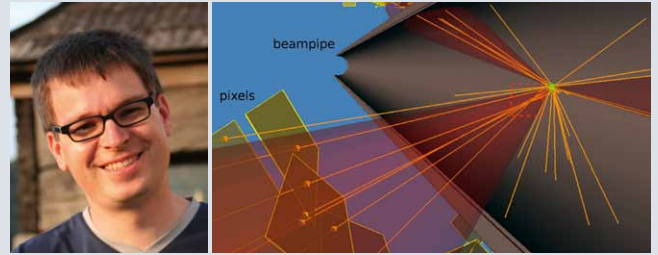


Studenten der University of Tokyo haben ein besonderes Modell des künftigen Belle II-Detektors angefertigt ... aus Lego.

Die Aufgabe für die experimentellen Physiker lautet jetzt, einen stichhaltigen Beweis für ein abweichendes Zerfallsmuster zu finden. „Um die verschiedenen Aspekte der CP-Verletzung sicher belegen zu können, müssen wir extrem viele Daten auswerten“, sagt Schieck. „Außerdem versuchen wir, das Problem von verschiedenen Seiten anzugehen.“ Daher beteiligt sich Schieck mit seiner Gruppe an einem zweiten Großexperiment, das in den kommenden Jahren an der KEK-Beschleunigeranlage in Japan gebaut wird. In Anlehnung an seinen Vorläufer heißt das neue Instrument Belle II – und im Unterschied zum LHC werden hier die Kollisionsprodukte von Elektronen und deren Antiteilchen, den Positronen, studiert.

Jochen Schieck beschreibt die Besonderheiten und Vorteile der beiden Experimente: „Die beiden Experimente produzieren unter anderem verschiedene B-Mesonen, womit sich ein breiteres Untersuchungsspektrum eröffnet. Außerdem arbeiten die Experimente unterschiedlich. Durch seine hohe Energiedichte produziert der LHC enorm viele Zerfallsereignisse, was statistisch gesehen die Wahrscheinlichkeit erhöht, ein relevantes Ergebnis zu finden. Der KEK-Beschleuniger liefert zwar sehr viel geringere Energien als der LHC (10 Gigaelektronenvolt vs. 14 Teraelektro-

Junior Research Group: Heavy Quarks



Seit dem 1. April 2010 leitet Prof. Dr. Jochen Schieck (LMU) die Gruppe „Heavy Quarks“ am Exzellenzcluster Universe. Er promovierte in Heidelberg und kam nach einem zweijährigen Aufenthalt am Stanford Linear Accelerator Center (SLAC) in Kalifornien an das Max-Planck-Institut für Physik in München. Dort war er am Aufbau des ATLAS-Experiment für den Large Hadron Collider (LHC) am CERN und am OPAL/JADE-Experiment beteiligt.

Der Schwerpunkt seiner Forschungsgruppe liegt in der Analyse von Kollisionsereignissen mit bottom (b)-Quarks im ATLAS-Detektor. Darüber hinaus beteiligt sich sein Team am Aufbau eines Pixel-Vertex-Detektors (DEPFET) für das Belle-II-Experiment, das im japanischen Forschungszentrum für Teilchenphysik KEK eingerichtet wird und sich mit B-Physik, speziell mit der CP-Verletzung von B-Mesonen beschäftigt.

Forschungsgruppe

Die Gruppe „Heavy Quarks“ setzt sich aus den Wissenschaftlern Dr. Stefan Rummel, Dr. Louise Oakes, Pavel Reznicek, dem Doktoranden Claudio Heller und gegenwärtig zwei Diplomanden zusammen. Mit Andreas Seiler hat das Team auch einen Ingenieur an Bord.

Aktuelle Aktivitäten

- Analyse von Daten aus dem ATLAS-Detektor am Large Hadron Collider (LHC) am CERN
- Messung der CP-verletzenden Phase von B_s -Mesonen
- Entwicklung eines Algorithmus zur Identifizierung von Teilchen mit Hilfe des TRT-Detektors im ATLAS-Experiment
- Performance-Messungen für den Spurdetektor des ATLAS-Experiments
- Beteiligung am Bau des DEPFET-Pixel-Detektors für das neue Belle II-Experiment am KEK-Labor in Japan
- Entwicklung eines Systems zur Stromversorgung
- Performance-Messungen
- Studien zur Einbindung des DEPFET-Detektor in das Belle II-Experiment

Wissenschaftliche Kooperationen

Innerhalb der DEPFET-Kollaboration arbeitet Jochen Schieck mit Forschern der Universitäten in Bonn, Gießen, Göttingen und Heidelberg sowie des Karlsruher Instituts für Technologie zusammen. Beim ATLAS-Experiment kooperiert er mit Wissenschaftlern vom CERN, der Universität Lancaster und der Universität Valencia. Daneben unterhält der Physiker im Exzellenzcluster einen engen wissenschaftlichen Austausch mit theoretischen und experimentell arbeitenden Arbeitsgruppen der Research Area B (Symmetrie zwischen Materie und Kräften), Research Area C (Massen und Hierarchien von Teilchen), der Research Area E (Dunkle Komponenten des Universums).

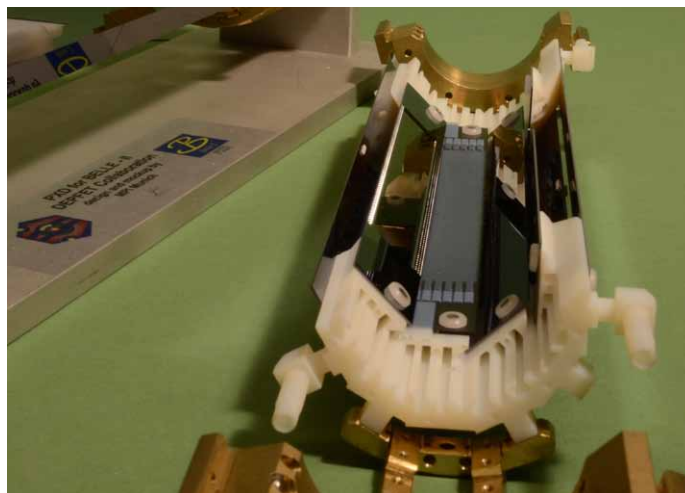
nenvolt), der Belle II-Detektor ist aber auf B-Mesonen ‚spezialisiert‘. Daher stehen die Chancen gut, dort auf interessante Zerfälle zu stoßen.“ Mit der Kombination aus Belle II und ATLAS hofft Schieck neue Indizien für die CP-Verletzung zu finden, und damit das Standardmodell der Teilchenphysik zu erweitern.

Allerdings ist Belle II noch Zukunftsmusik. Voraussichtlich im November wird der Grundstein für das neue Experiment gelegt, die ersten Messungen werden für 2015 erwartet. Der Beitrag des deutschen Konsortiums besteht in einem hochpräzisen Detektor im Inneren von Belle II. Schieck erklärt, was der Detektor leistet. „Wenn man ein Wasserglas zu Boden schleudert, zersplittert

es in unzählige Scherben, die sich in alle Richtungen verteilen. Ähnlich verhält es sich bei der Kollision der Teilchen, wo man zunächst vor einem unübersichtlichen Durcheinander an Spuren steht. Allerdings kennen die Physiker Masse und Energie der Teilchen beim Zusammenprall ganz genau, so dass sie aus der Länge und Krümmung der Spuren Rückschlüsse auf den Zerfall ziehen können. Dank des hohen Auflösungsvermögens des Detektors lassen sich die Zerfälle der B-Mesonen fast zweifelsfrei identifizieren.“

Für die Entwicklung und Bau des DEPFET-(Depleted P-Channel Field Effect Transistor) Detektors, so die genaue Bezeichnung, kooperieren sieben deutsche Universitäten und das Max-Planck-Institut für Physik. Die Gruppe am Exzellenzcluster Universe ist für die Spannungsversorgung zuständig. Um ein von 20 DEPFET-Modulen zu betreiben, müssen 20 verschiedene Spannungswerte erzeugt werden. Damit steht das Team vor einer anspruchsvollen, interdisziplinären Aufgabe. Neben Physikern beschäftigt Schieck daher auch Elektrotechniker. Bei den wichtigen Themen Spannungskontrolle und Ausfallsicherheit arbeitet Schiecks Team unter anderem mit einer Spin-Off-Firma des Lehrstuhls „Robotics and Embedded Systems“ an der TUM zusammen, die für die Steuerung des DEPFET die Software entwickelt.

„Neuland“ betreten die Physiker um Schieck nicht nur beim Bau des Detektors: Auch für die Zusammenarbeit zwischen experimentellen und theoretischen Physikern ergeben sich völlig neue Perspektiven. „Am Exzellenzcluster Universe beschäftigen sich



Jochen Schiecks Gruppe ist am Bau des hochpräzisen Pixel-Vertexdetektors beteiligt, mit dem sich B-Mesonen-Zerfälle messen lassen.

Wissenschaftler diverser Fachrichtungen mit den gleichen Fragestellungen. Am Beispiel der CP-Verletzung lernen wir gerade, eine gemeinsame Sprache zu sprechen. Damit können wir von der Theorie geforderte Teilchenkombinationen besser in das Design unserer Experimente übersetzen. Andererseits können unsere Ergebnisse von Physikern verschiedener Spezialgebiete gemeinsam diskutiert und interpretiert werden: Wir setzen uns mit Experten für Astro- und Flavourphysik an einem Tisch und besprechen, inwieweit die Resultate einen Hinweis z.B. auf die Supersymmetrie liefern. Diese Konstellation ist in Deutschland einmalig.“

LEUTE

Neue Leitung für die Nachwuchsgruppe „Astroteilchenphysik“



Jean-Côme Lanfranchi

Die Nachwuchsgruppe (JRG) „Astroteilchenphysik“ des Exzellenzclusters Universe hat einen neuen Leiter. Jean-Côme Lanfranchi trat kürzlich die Nachfolge von Tobias Lachenmaier an, der im Herbst 2010 an die Universität Tübingen wechselte.

Jean-Côme Lanfranchi, geboren und aufgewachsen in der Schweiz, gehört seit seiner Studentenzzeit der Technischen Universität München an. Er studierte und promovierte am Lehrstuhl für Experimentalphysik E15 im Bereich der experimentellen Neutrinophysik. Im Anschluss daran blieb er dem Lehrstuhl als Postdoktorand und später als Leiter der „Cryogenic Group“ erhalten.

Lanfranchis Forschungsschwerpunkt ist unter anderem die direkte Suche nach Dunkler Materie mit Hilfe des Tieftemperatur-Kalorimeters CRESST (Cryogenic Rare Event Search with Superconducting Thermometers) im Gran-Sasso-Labor in Italien und des zukünftigen europäischen Großexperiments EURECA (European Underground Rare Event Calorimeter Array).

Auf der Suche nach Dunkler Materie nutzt die JRG „Astroteilchenphysik“ auch das Untergrund- und das Kristall-Labor auf dem Campus Garching. Beide Einrichtungen wurden vom Exzellenz-

cluster Universe mitfinanziert. Das Untergrundlabor ist eine über 130 Quadratmeter große Laborfläche unter einem sechs Meter hohen Erdhügel und dient als Entwicklungs- und Teststation für Nachweisgeräte, mit denen sich Neutrinos und die elementaren Teilchen der Dunklen Materie aufspüren lassen. Diese Detektoren kommen in internationalen Forschungsprojekten zum Einsatz; dazu zählen auch CRESST und EURECA. Dank der neuen Technologien und Instrumente im Kristall-Labor der TUM ist die Arbeitsgruppe von Lanfranchi seit kurzem sogar in der einzigartigen Lage, Kalziumwolframat-Kristalle herzustellen, die als Target-Materialien in diesen beiden Experimenten verwendet werden (s. Beitrag S. 2).

IMPRESSUM

Produktion: Ulrike Ollinger (Layout), Barbara Wankler (Konzeption & Text)

Redakteurinnen: Barbara Wankler, Alexandra Wolfelsperger-Essig

Bildquellen: Seite 1: (1) NASA July 10, 2011, (2) X-ray: NASA/CXC/CfA/R.Kraft et al.; Submillimeter: MPIfR/ESO/APEX/A.Weiss et al.; Optical: ESO/WFI; Seite 2: (1) CFHT/IAP/Therapix/CNRS/ESO, (2-3) Andreas Erb/TUM, Seite 3: (1) Andreas Erb/TUM, (2) CRESST, (3) SISSA; Seite 4: (1) Shawn Bishop, (2) UC; Seite 5: (1) Wenzel Schürmann, (2-3) Bernhard Ketzer; Seite 6: (1) UC, (2) NASA/CXC/CfA/ M.Markevitch et al./STScI/ESO/Magellan/U.Arizona/ D.Clowe et al., Kamioka Observ., ICRR, Univ. of Tokyo, ASA/T. Strohmayer (GSFC)/D. Berry (Chandra X-Ray Observ.); Seite 7: (1) KEK, (2) J. Schieck (3) CERN; Seite 8: (1) MPP (2) Jean-Côme Lanfranchi

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

Abonnement: <http://www.universe-cluster.de/newsletter>

Abmeldung: E-Mail an „dlmanager@ph.tum.de“; Textinhalt: „unsubscribe ucnews“

Der Newsletter erscheint vierteljährlich 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, www.universe-cluster.de

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

Der Exzellenzcluster Universe wird von der Deutschen Exzellenzinitiative gefördert.