



MPIK-NEWS

Liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, liebe Ehemalige,



für Ihre durchweg positive Resonanz auf MPIK-News Nr. 1 möchte ich Ihnen – auch im Namen des Redaktionsteams – sehr herzlich danken.

In den vergangenen Monaten konnten die Wissenschaftler des Instituts wieder eine ganze Reihe von Ergebnissen publizieren, die über die Fachwelt hinaus Beachtung fanden. Diese Highlights bilden den thematischen Schwerpunkt der folgenden Seiten.

Unsere neu eingerichtete Graduiertenschule IMPRS-PTFS startete zum Sommersemester und wird zu Beginn des Wintersemesters ihre Einweihung feiern. Der nebenstehende Beitrag stellt ihr Forschungsgebiet vor.

Die Sanierung der technischen Infrastruktur des Instituts kommt wie geplant voran. Die Renovierung von Hörsaal und Foyer ist fast abgeschlossen, so dass im Hörsaal bald wieder Vorträge stattfinden können. Auch die Gästehäuser stehen jetzt wieder zur Verfügung. Der neue Rechnerraum im Keller des Bothelabors geht im Sommer in Betrieb. Nachdem bereits im März Baumfällarbeiten erfolgt waren, werden ab August die Außenanlagen im zentralen Teil des Institutsgeländes umgestaltet. Insbesondere werden die Verbindungswege repariert oder treppenlos neu trassiert, einige Parkplätze umgelegt und Gehölz gepflanzt.

Nach Verzögerungen konnten die auf Grund von Vorgaben erforderlich gewordenen Schranken an der Einfahrt in das Institutsgelände im April in Betrieb gehen. Damit ist das zum Jahresanfang eingeführte Zugangskontrollsystem komplett.

Nun wünsche ich Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre der MPIK-News Nr. 2, Ihr

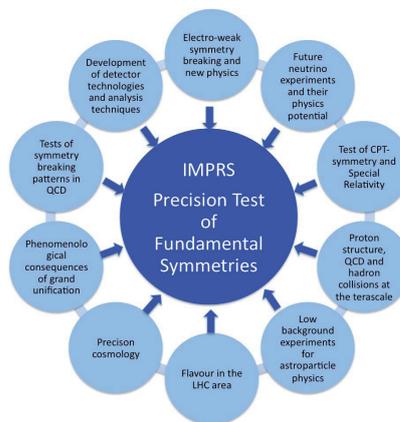
Manfred Lindner

Prof. Dr. Manfred Lindner
(Geschäftsführender Direktor)

Neue IMPRS

In Kooperation mit der Universität startete am 01.04. unter Federführung des MPIK die International Max Planck Research School (IMPRS) „Precision Tests of Fundamental Symmetries“. Sprecher der IMPRS-PTFS ist Manfred Lindner und sein Stellvertreter Klaus Blaum; Koordinator ist Werner Rodejohann.

Ergänzend zu den bestehenden IMPRS „Astronomy and Cosmic Physics“ und „Quantum Dynamics in Physics, Chemistry and Biology“ wird nun ein weiteres aktuelles Forschungsgebiet abgedeckt, welches sich speziell fundamentalen Problemen der Teilchen-, Kern-, Atom- und Astroteilchenphysik widmet. Hier treffen die Physik des „Allergrößten“ (Kosmologie) und „Allerkleinsten“ (Teilchenphysik) aufeinander und zugleich wird eine experimentelle Präzision gefordert,



wie sie die modernsten Technologien aus Atom- und Teilchenphysik liefern.

Symmetrien spielen in den mathematischen Grundlagen – den Gesetzen, wie Teilchen miteinander wechselwirken und welche Eigenschaften sie haben – eine fundamentale Rolle. Damit verbunden sind Fragen nach der Asymmetrie von Materie und Antimaterie im Kosmos, der wir letztlich unsere Existenz verdanken, und der Natur von „Dunkler Materie“ und „Dunkler Energie“, die zusammen mehr als 95% der Gesamtenergie des Kosmos ausmachen.

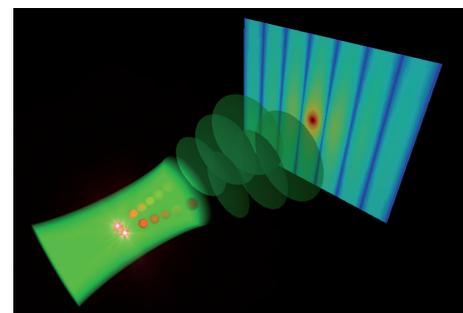
Neben Präzisionsexperimenten sind auch innovative Ansätze in der Theorie gefordert und aus der Vernetzung der zehn Teilgebiete untereinander ergibt sich ein bemerkenswerter Grad von Interdisziplinarität, die zu fördern ein besonderes Ziel der IMPRS-PTFS ist.

Licht streut Licht

Einen Doppelspalt, normalerweise eine Wand mit zwei Längsschlitzen, könnte es auch ganz ohne Materie geben: Zwei extrem intensive, fast parallele Laserstrahlen werden so fokussiert, dass die Brennpunkte ganz nahe beieinander liegen. Für einen dritten Laserstrahl, der aus der entgegengesetzten Richtung kommt, wirken die beiden Brennpunkte dann wie ein Doppelspalt. In dem vorgeschlagenen Experiment hat ein Photon aus dem Prüflaser die Wahl, mit welchem der beiden ultra-intensiven Laserstrahlen es in Wechselwirkung tritt. Diese erfolgt mit Hilfe von Quantenfluktuationen im Vakuum: Das Vakuum ist nämlich nicht leer, sondern es entstehen ständig virtuelle Paare aus Elektronen und Positronen, die nach der unvorstellbar kurzen Zeit von 10^{-21} s wieder zerfallen. Wenn ein virtuelles Elektron-Positron-Paar entsteht, absorbiert es zwei Photonen: eines von dem Prüflaser und eines von einem der beiden

ultra-intensiven Laser. Sobald das Paar wieder zerfällt, emittiert es wieder zwei Photonen – in einer anderen Richtung als der ursprünglichen. Eine Simulation zeigt, dass auf dem Schirm das charakteristische Interferenzbild eines Doppelspalts zu sehen ist mit hellen und dunklen Streifen genau dort, wo es nach der klassischen Formel zu erwarten ist.

So eröffnet sich in Zukunft die Möglichkeit, Licht mit Licht zu kontrollieren und gleichzeitig mehr über die Struktur des Vakuums zu erfahren.



Röntgenblitze in der Nanowelt

Ein internationales Team hat einzelne Nanopartikel mit Röntgen-Lichtblitzen der LINAC Coherent Light Source (LCLS), des weltweit ersten Röntgen-Freie-Elektronen-Lasers (FEL) am SLAC National Accelerator Laboratory an der Universität Stanford abgebildet. Die in den Bildern enthaltene Information offenbart erstmals Details mit einer Auflösung im Bereich von Nanometern. Möglich wurden die ultraschnellen Schnappschüsse dank einer Apparatur, die an der ASG zusammen mit dem MPIK entwickelt wurde. Das CFEL ASG Multi Purpose (CAMP) Instrument erlaubt es, die Signale der Experimente extrem schnell und präzise zu messen. Mit den Pioniersuchen des letzten Winters wird eine Hoffnung greifbar, die sich mit Röntgen-FELs verbindet: die Aufklärung der Architektur einzelner Viren oder Proteine.



Hyperfeinstruktur von Os^-

Osmium ist das einzige bekannte Element, dessen negatives Ion einen möglicherweise für die Laserkühlung geeigneten angeregten Zustand besitzt. Messungen der Wechselwirkung der Elektronenhülle mit dem Eigendrehimpuls des Atomkerns (Hyperfeinstruktur) ermöglichten nun Rückschlüsse auf die Quantenzahlen des angeregten Zustands. Daraus ergab sich das Termschema von Os^- im Magnetfeld einer Ionenfalle und ein geeigneter Übergang für die Laserkühlung. Die Ergebnisse legen nahe, dass die Laserkühlung von Os^- zwar technisch aufwendig, aber prinzipiell möglich ist. Sollte sie gelingen, könnte durch die Überlagerung von Ionenwolken auch jedes beliebige andere negative Ion auf ultrakalte Temperaturen abgekühlt werden. Von besonderem Interesse ist dies für Antiprotonen, die so effizient gekühlt werden könnten, um durch Rekombination mit Positronen ultrakalten Antiwasserstoff für Präzisionsexperimente an Antimaterie herzustellen.

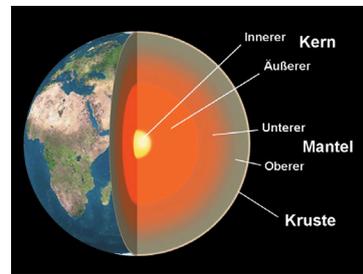


Borexino misst Geoneutrinos

Die Hitze im Erdinneren ist verantwortlich für die konvektiven Bewegungen im Erdmantel, welche die vulkanische Aktivität und die Plattentektonik und damit die seismischen Vorgänge (Erdbeben) beeinflussen, wie auch für den Geodynamo, der das Erdmagnetfeld erzeugt. Schon seit langem wird der Zerfall von natürlich vorkommenden radioaktiven U-, Th-, K- und Rb-Isotopen als wesentliche Wärmequelle angenommen, deren genauer Anteil aber bislang unbekannt blieb.

Diese Isotope verraten sich durch die beim radioaktiven Betazerfall entstehenden Antineutrinos, die dank ihres ungeheuren Durchdringungsvermögens die gesamte Erde passieren können und so globale Informationen über das Erdinnere liefern. Erste Hinweise auf niederenergetische Antineutrinos aus dem Erdinneren lieferten im Jahr 2004 Messungen des KamLAND-Experiments in Japan, dessen Detektor aber unter einem recht hohen Untergrund interner Radioaktivität sowie naher Kernkraftwerke leidet. Dagegen weist der Borexino-Detektor eine 100fach geringere Rate an unerwünschten Untergrundeignissen auf, was der Schlüssel zum Nachweis der Geoneutrinos war. Die dafür erforderlichen Technologien wurden unter anderem am MPIK entwickelt. Außerdem hilft am Standort in Italien die Abwesenheit naher Kernkraftwerke.

Nachdem Borexino seit einigen Jahren erfolgreich Neutrinos aus dem Kern der Sonne nachweist, eröffnet sich nun ein neuer Blick in das verborgene Erdinnere: Es wurde ein klares Signal von Antineutrinos beobachtet, die anhand ihrer Energieverteilung dem Zerfall von U und Th zugeordnet werden können. Der definitive Nachweis dieser Geoneutrinos bestätigte, dass Radioaktivität zumindest erheblich, wenn nicht sogar überwiegend zur geothermischen Heizleistung von 40 TW beiträgt. Somit ist man der Lösung dieser grundlegenden Frage der Geologie einen Schritt näher gekommen. Unter den weiteren Energiequellen spielt die aus der Erdentstehung herrührende Restwärme die wichtigste Rolle. Ein leistungsstarker natürlicher Kernreaktor im Zentrum der Erde konnte dagegen als signifikante Energiequelle anhand der beobachteten Rate an Geoneutrinos ausgeschlossen werden.



Wolkenbedeckung unbeeinflusst von kosmischer Strahlung

Vor einigen Jahren haben dänische Wissenschaftler die Hypothese aufgestellt, dass die galaktische kosmische Strahlung die globale Wolkenbedeckung beeinflusst. Dies leiteten sie aus der Auswertung von Strahlungs- und Wolkendaten über einen Sonnenzyklus ab. Da insgesamt die Sonnenaktivität im vergangenen Jahrhundert zugenommen hat, vermuteten die dänischen Autoren, dass die Wolkenbedeckung und somit die Wolkenkühlung abgenommen haben.

Für einen unabhängigen Test dieser Hypothese wurden nun sogenannte Forbush-Ereignisse analysiert. Dabei verursachen sporadisch auftretende Sonneneruptionen einen plötzlichen Rückgang der in die Erdatmosphäre eindringenden kosmischen Strahlung, der innerhalb weniger



Tage wieder abklingt. Die Abnahme ist ähnlich stark ausgeprägt wie im Maximum des Sonnenzyklus.

Wie können kosmische Strahlen die Wolkenbildung beeinflussen? Wolken brauchen zu ihrer Entstehung Kondensationskeime, die dann zu Tröpfchen anwachsen. Solche Kondensationskeime sind Aerosolteilchen, die im Prinzip auch aus Ionen entstehen können, die durch die kosmische Strahlung aus neutralen Luftmolekülen gebildet werden.

Laborexperimente zur Bildung von Aerosolteilchen aus Ionen zeigten, dass die Ionen hauptsächlich durch Anlagerung

von gasförmiger Schwefelsäure wachsen. Schwefelsäure entsteht in der Atmosphäre aus Schwefeldioxid. Das begrenzte Angebot an Schwefeldioxid ist allerdings ein Flaschenhals für die Wolkenbildung durch kosmische Strahlung.

So lag es nahe, aus Messdaten der galaktischen kosmischen Strahlung die Ionenkonzentration in der Atmosphäre zu berechnen und mit Satellitendaten der Wolkenbedeckung zu vergleichen. Als Ergebnis der detaillierten Analyse von 6 markanten, ungestörten Forbush-Ereignissen steht fest, dass sich Ionenkonzentration und Wolkenbedeckung völlig unkorreliert zeitlich ändern. In keinem Wolkenstockwerk fanden sich globale oder regionale Effekte, weder für ein einzelnes Ereignis noch gemittelt über alle 6 Ereignisse.

„Schneekanonen“ auf Enceladus und der E-Ring um Saturn

Durchflüge der Saturnsonde Cassini von oben nach unten durch den E-Ring ermöglichten Messungen seiner Dicke und Struktur. Das wichtigste Instrument dafür war der Staubdetektor CDA des MPIK, dessen Daten unerwartete Details darüber lieferten, wie der Ring mit Material versorgt wird. Mit Modellrechnungen und Simulationen konnte nun aus den Daten auch der Teilchenausstoß einzelner Eisgeysire abgeleitet werden.

Die meisten der ausgestoßenen Teilchen werden von Enceladus während der folgenden 2 Umläufe wieder eingesammelt, während die restlichen Teilchen vermutlich 50 bis 400 Jahre im Ring bleiben.

Bei ungefähr senkrechten Durchflügen durch den E-Ring fand sich die erwartete glatte Glockenkurve für die Verteilung

der Teilchen. Unerwartete Spitzen in der Verteilung – vor allem in der Nähe von Enceladus – spiegeln den Teilchenausstoß einzelner Eisgeysire wider. Die Aktivität jedes einzelnen Geysirs ist in der vertikalen Struktur des Rings abgebildet. Die Stärke der Spitzen zeigt, dass einige Geysire mehr ausstoßen als andere.

Die Berechnungen von Teilchenflugbahnen ergaben, dass größere Teilchen mit



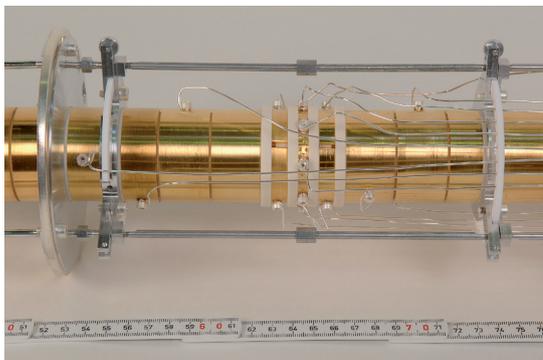
Durchmessern über 0,7 μm nur dauerhaft von Enceladus in den E-Ring entkommen können, wenn sie deutlich schneller sind als 207 m/s, die Fluchtgeschwindigkeit von der Enceladusoberfläche. Dagegen werden kleinere Teilchen von den elektromagnetischen Kräften im rotierenden Magnetfeld des Saturns mitgerissen und können so leichter von Enceladus entkommen. Die zunächst neutralen Teilchen werden durch dort vorhandene Ionen aufgeladen.

Mit dem Modell wurde berechnet, wo auf der Enceladusoberfläche wie viel des Auswurfmaterials der Eisgeysire niedergeht. Unabhängig von ihrer Größe landen die meisten Eispartikel in unmittelbarer Nähe der Schlotte im Südpolargebiet des Enceladus. Allerdings wächst die „Schneedecke“ auch dort nur um 0,5 mm pro Jahr!

Zur Insel der Stabilität

Wie viel superschwere Atomkerne auf die Waage bringen, sagt aus, wie stark die Bestandteile des Kerns, Neutronen und Protonen, aneinander gebunden sind. Denn die Masse des Kerns ergibt sich aus der Summe der Massen seiner Bausteine und – nach Einsteins berühmter Formel $E = mc^2$ – der Bindungsenergie des Kerns. Stabilität und Masse hängen also zusammen. Verschiedene Theorien sagen für die Lage der erwarteten Insel der Stabilität und die Massen superschwerer Atomkerne, die bereits erzeugt werden können, unterschiedliche Werte voraus. Hochpräzise Massenmessungen erlauben, die Theorien zu testen und das Gebiet einzugrenzen, in dem sich die Insel der Stabilität vermutlich befindet.

Mit dem Penningfallen-Massenspektrometer SHIPTRAP der GSI gelang es nun, die Massen von $^{252-254}\text{No}$ ca. 10 mal exakter zu bestimmen als mit der bisher üblichen indirekten Methode, bei der die beim radioaktiven Zerfall frei werdende Energie und die Massen der leichteren, wägbaren Zerfallsprodukte addiert werden. Um die erforderliche Anzahl von einigen Hundert Nobeliumionen innerhalb weniger Stunden in die Falle zu schleusen, kam eine neu entwickelte Abbremstechnik mit einer Helium-Gaszelle und einem elektrischen Feld zum Einsatz. Die Nobeliumionen wurden durch Beschuss einer Bleifolie mit Kalziumionen erzeugt.



Mit dieser Apparatur könnten im Prinzip auch eventuell entstandene langlebige superschwere Elemente nachgewiesen werden.

Da noch schwerere Kerne jedoch noch seltener entstehen, ist eine weitere Verbesserung von SHIPTRAP in Arbeit, die mit einer kryogenen Gaszelle einen höheren Anteil der Ionen einfangen soll. Außerdem ist ein Ersatz der verbrauchenden Flugzeit-Zyklotronresonanzmethode durch die mehrere Messungen mit ein und demselben Ion ermöglichende Spiegelstrommethode geplant.

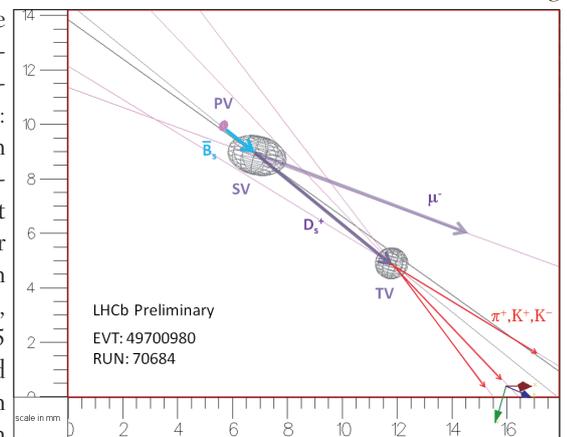
LHCb sieht ersten B-Zerfall

Das LHCb-Experiment am Large Hadron Collider (LHC) des CERN ist spezialisiert auf die Untersuchung seltener Zerfälle schwerer, sogenannter B-Mesonen, aus denen man neue Erkenntnisse über den Ursprung der Materie-Antimaterie-Asymmetrie des Universums und die Grenzen der Gültigkeit des Standardmodells der Elementarteilchenphysik erwartet.

Nach mehreren Verzögerungen durch technische Probleme ist der LHC Ende 2009 in Betrieb gegangen, und die LHC-Experimente konnten endlich mit der Datennahme beginnen. LHCb hat seither Messdaten von ca. 300 Millionen Proton-Proton-Kollisionen aufgezeichnet, die meisten davon bei einer Energie von 7 TeV, also bei 3,5 mal höherer Energie als bisher an Beschleunigerexperimenten zugänglich war. Würde die gesamte in einer Kollision verfügbare Energie in Masse umgewandelt, so könnte man daraus 7000 Wasserstoffatome erzeugen. Außer für Physikanalysen sind die ersten Daten essentiell für die Kalibration des Detektors. Sie schaffen damit die Voraussetzung für das eigentliche Messprogramm von LHCb.

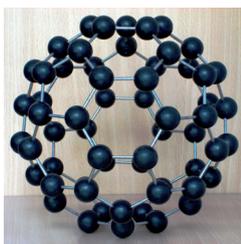
Ein erster B-Zerfall wurde bereits beobachtet. Die Abbildung zeigt die Rekonstruktion der Zerfallskette: ein B-Meson wird am Kollisionspunkt (PV) zweier Protonen erzeugt, fliegt 1,5 mm weit und zerfällt dann (SV) in ein

D-Meson, ein Myon und ein Neutrino. Das Neutrino wird nicht nachgewiesen. Das D-Meson seinerseits fliegt eine Strecke von 6,5 mm, bevor es in ein Pion und zwei Kaonen zerfällt (TV), die ebenso wie das Myon aus dem ersten Zerfall im LHCb-Detektor nachgewiesen werden. Mit dem Erreichen des nominellen Stromes im LHC und der Inbetriebnahme seines komplexen Trigger-Systems wird LHCb jährlich Tausende solcher Zerfälle beobachten.



Verleihung des European Inventor Award an Wolfgang Krätschmer

Prof. Dr. Wolfgang Krätschmer erhielt den European Inventor Award 2010 in der Kategorie „Lebenswerk“ für die Entwicklung der Synthese von Fullerenen wie C_{60} , dem Fußballmolekül. Die Preisverleihung, eine feierliche Gala, fand am 28. April in Anwesenheit des spanischen Kronprinzenpaares in Madrid statt, da Spanien derzeit die Europäische Ratspräsidentschaft innehat. In jeder der 4 Kategorien waren 3 Erfinder(teams) nominiert, die mit ihren Erfindungen in Filmporträts vorgestellt wurden. Danach gab die Jury ihre Entscheidung bekannt und der Gewinner erhielt den Preis aus den Händen der Präsidentin des Europäischen Patentamts.



Der European Inventor Award wird vom Europäischen Patentamt und der Europäischen Kommission seit 2006 jährlich vergeben. Es ist die höchste europäische Auszeichnung für Erfinder und wird als Trophäe in Form eines Segels aus einem innovativen Material – dieses Jahr glasfaserverstärkter Beton – verliehen. Die 7-köpfige Jury besteht aus führenden Persönlichkeiten aus Geschäftswelt, Forschung, Technologie und Industrie.



Girls' Day am MPIK

Zum ersten Mal beteiligte sich das MPIK offiziell am jährlichen Mädchen-Zukunftstag, der dieses Jahr am 22. April stattfand. Das Angebot unter dem Motto „Die wundersame Welt der Quanten“ war mit 31 Mädchen und 1 Jungen rasch ausgebucht. Fasziniert gewannen sie an 5 Stationen einen Einblick in die vielfältige Arbeitswelt eines Forschungsinstituts.

Aufgeteilt in 4 Altersgruppen konnten die Kinder an den Stationen unter fachkundiger – meist weiblicher – Anleitung selbst experimentieren und Originalapparaturen bewundern. In kurzen Vorträgen wurden einige Forschungsprojekte anschaulich erläutert.

So erfuhren sie, wie man Atome wiegen kann, ...



... wie kosmische Gammastrahlung beobachtet wird ...



... und wie sich die Wellennatur des Lichts auswirkt.



Im Elektroniklabor durften sie eine Platine bestücken ...



... und im Konstruktionsbüro einen geometrischen Körper basteln.



Begeistert gingen sie mit ihren selbstgebaute Leuchtaugen-Smilies, Versuchsergebnissen und viel Informationsmaterial nach Hause.

Personalia

Geburtstag

Prof. Dr. Dirk Schwalm, Direktor am MPIK von 1993 bis 2005, feierte am „29.“02.2010 seinen 70. Geburtstag.

Preise und Ehrungen

Prof. Dr. Felix Aharonian, **Prof. Dr. Werner Hofmann**, **Prof. Dr. Heinz Völk** und die **H.E.S.S.-Kollaboration** erhielten den Rossi-Preis 2010 der High Energy Astrophysics Division of the American Astronomical Society. **Prof. Dr. Wolfgang Krätschmer** erhielt den European Inventor Award 2010 in der Kategorie „Lebenswerk“.

Dr. German Hermann und **Prof. Dr. Till Kirsten** wurden als Distinguished Fellow of the McDonnell Center for the Space Sciences eingeladen.

Prof. Dr. Klaus Blaum erhielt den Membership Award der GSI Exotic Nuclei Community.

Dr. Jörg Evers wurde mit dem Sigrid-und-Viktor-Dulger-Preis 2010 der Heidelberger Akademie der Wissenschaften ausgezeichnet.

Dr. Joachim Kopp erhält eine Otto-Hahn-Medaille 2009 der Max-Planck-Gesellschaft und eine Otto-Hahn-Nachwuchsgruppe.

Ruf

Dr. Ralf Srama erhielt einen Ruf als Assistant Professor with tenure track an die University of Colorado at Boulder.

Habilitation

Dr. Ralf Srama: Cassini-Huygens and Beyond – Tools for Dust Astronomy.

Dienstjubiläen

40 Jahre MPG: **Norbert Müller**

25 Jahre öffentlicher Dienst: **Michael Meisel, Thomas Schiffmann**

Impressum

Herausgeber: Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg · info@mpi-hd.mpg.de

Redaktion: Dr. Bernold Feuerstein, Dr. Gertrud Hönes

Weitere Informationen zu den Artikeln unter: www.mpi-hd.mpg.de/mpi/de/aktuelles/presseinformationen