



MPIK-NEWS

Liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, liebe Ehemalige,



MPIK-News – unter diesem Titel gibt es ab jetzt etwa zwei mal jährlich Neuigkeiten aus unserem Institut.

Die erste Ausgabe berichtet über einige herausragende wissenschaftliche Ergebnisse des Jahres 2009.

Via Presseinformation fand eine Reihe davon ihren Weg auch in die Medien. Wichtige Personalien und einen kurzen Bildbericht von unserem Betriebsausflug finden Sie auf Seite 4.

Anfang April wurde das Institut vom Fachbeirat begutachtet, der – wie auch das Kuratorium – wieder zu einer sehr positiven Beurteilung kam. Im November wurde die neue IMPRS „Precision Tests of Fundamental Symmetries in Particle, Nuclear, Atomic, and Astroparticle Physics“ bewilligt (Sprecher: M. Lindner und K. Blaum).

Die Fenster auf der Westseite des Bothelabors wurden mit Mitteln aus dem Konjunkturprogramm ausgetauscht. Außerdem startete im Herbst die zweite Runde der Sanierung der technischen Infrastruktur. Als erstes begann der Bau des neuen Rechnerraums im Bothelabor. Die dafür erforderliche Trafostation wird auf den Fundamenten des alten großen Kamins hinter dem Heizwerk errichtet, der, da nicht mehr genutzt, jetzt abgerissen wurde. Derzeit läuft die Renovierung der Gästehäuser und demnächst beginnen die Bauarbeiten im Neubauflügel des Gentnerlabors. Ab Februar 2010 wird dann der Hörsaal renoviert.

Zu Weihnachten endet der Kantinebetrieb am MPIK. Ab Januar kann die Kantine des EMBL genutzt werden. Dort dienen die neuen MPIK-Betriebsausweise (Chipkarten mit Schließfunktion) als Geldkarten.

Mit den besten Wünschen für die Feiertage und das Jahr 2010

Manfred Lindner

Prof. Dr. Manfred Lindner
(Geschäftsführender Direktor)

Neues Rn-Isotop in die Falle gegangen

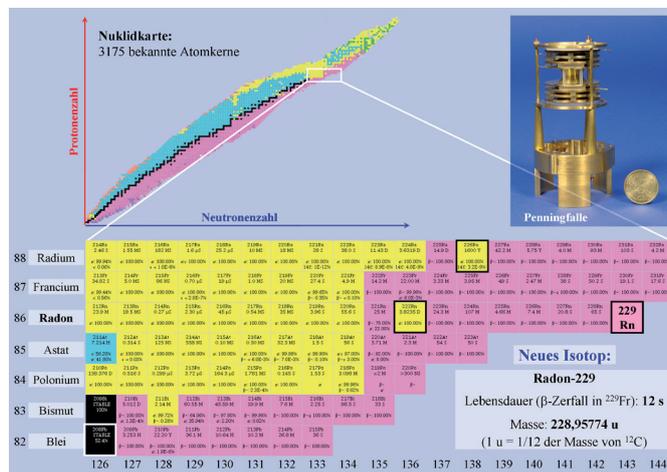
Forscher des MPIK und der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald haben am CERN ein neues Isotop des Elements Radon entdeckt. Erstmals hat in diesem Fall die Methode der Präzisionsmassenspektrometrie in einer Penningfalle zum direkten Nachweis eines neuen instabilen Nuklids geführt. Zugleich konnten die Kernmassen von sechs weiteren neutronenreichen Radon-Isotopen erstmalig bestimmt werden. Die Erzeugung solcher

in der Natur nicht vorkommenden Kerne erfolgt am Isotopenlabor ISOLDE des CERN durch Beschuss eines Urantargets mit hochenergetischen Protonen.

Der Ausschnitt aus der Nuklidkarte (Abbildung) für den Bereich zwischen Blei und Radium zeigt in Schwarz die stabilen Nuklide. Die Farben geben den jeweils wichtigsten Zerfallsprozess der radioaktiven Nuklide an (hellblau/rosa: Betazerfall; gelb: Alphazerfall). Hervorgehoben

sind die natürlichen Nuklide ^{208}Pb (links unten), ^{222}Rn und ^{226}Ra (Mitte oben) sowie das neu entdeckte ^{229}Rn (rechts).

In Penning-Fallen (rechts oben in der Abbildung) können einzelne Ionen auf Kreisbahnen gespeichert und deren Massen über die Anzahl der Umläufe pro Sekunde gemessen werden.



Der kalte Mond und das Meer

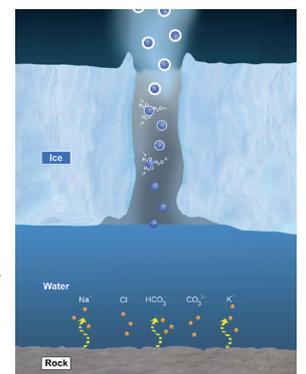
Auf dem Saturnmond Enceladus sind Eisvulkane aktiv, die Wasserdampf und Eispartikel ausstoßen und so den diffusen äußeren E-Ring um Saturn speisen. Die Eispartikel im Ring wurden mit dem Staubanalysator CDA an Bord von Cassini genauer unter die Lupe genommen.

Bereits bekannt waren reine Eiskörner und solche mit Einschlüssen aus organischen Verbindungen oder Silikaten. Die nun identifizierte dritte Sorte enthält bis zu 2% Natriumsalze, insbesondere NaCl und Na_2CO_3 , dazu Spuren von Kaliumsalzen. Deuteten die früheren Ergebnisse bereits auf flüssiges Wasser hin, das aber inzwischen gefroren sein könnte, so beweisen die Salze, dass es noch vorhanden sein muss. Denn beim langsamen Gefrieren von Meerwasser bleibt das Salz – anders als viele organischen Verbindungen und Silikat – im Wasser: das Eis ist salzfrei.

Die mit dem CDA aufgenommenen Massenspektren konnten im Labor mit

zerstäubten Salzlösungen reproduziert werden, die je ~1% NaCl und Na_2CO_3 enthielten. Modellrechnungen für einen Ozean auf Enceladus, der aufgrund

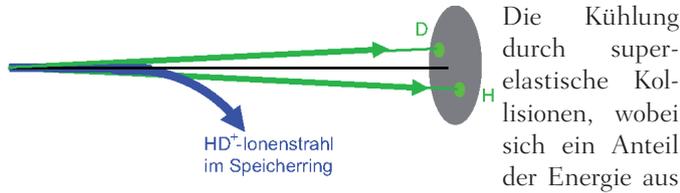
seiner Dichte einen felsigen Kern haben muss, ergaben sehr ähnliche Konzentrationen. Vermutlich versprühen aufsteigende Gasblasen unter einer Spalte in der Eiskruste Meerwassertropfchen, die während des Aufstiegs durch den Kanal gefrieren. Einzelne Eisvulkane sind jahrelang aktiv und stoßen so viel Wasserdampf aus, dass eine sehr große Wasseroberfläche unter einem großen Dampfservoir angenommen werden muss.



Molekülionen schockgefrostet

Die Wechselwirkung von Molekülionen mit freien Elektronen nimmt für das Verständnis der physikalischen und chemischen Eigenschaften kalter astrophysikalischer Umgebungen wie z. B. interstellaren Molekülwolken eine Schlüsselrolle ein.

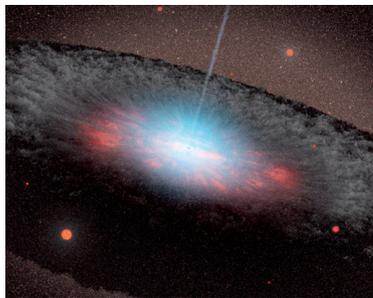
Im TSR wurde ein HD-Molekülionenstrahl mit kalten Elektronen einer Temperatur von 33 K überlagert. Dadurch reduzierte sich die Rotationstemperatur der Ionen innerhalb von nur 8 Sekunden von anfänglichen 1200°C auf -150°C und stabilisierte sich auf diesem niedrigen Wert. Dabei laufen die Ionen pro Sekunde etwa 175 000mal durch das Kältebad der Elektronen.



der inneren Bewegung des Ions auf die lineare Bewegung des Elektrons überträgt, wird durch diese Experimente zum ersten Mal für Molekülrotationen unter Beweis gestellt.

Extragalaktische Beschleuniger

Hochenergetische Gammastrahlung aus den Zentren aktiver Galaxien ist ein unvermeidbares Nebenprodukt der sich dort ereignenden extremen Beschleunigung von geladenen Elementarteilchen auf sehr hohe Energien, d.h. fast auf Lichtgeschwindigkeit. Modellrechnungen haben nun aufgezeigt, dass diese Teilchenbeschleunigung durch gewaltige Magnetfelder in der unmittelbaren Umgebung supermassiver Schwarzer Löcher möglich ist. Das Bild zeigt eine künstlerische Darstellung des dabei herauschießenden Jets hochenergetischer Partikel.



Ergebnisse liefern einen wichtigen Beitrag zum Verständnis neuester Beobachtungen der nahen Riesengalaxie Messier 87 im Radio- und Hochenergie-Gamma-Bereich, die auf eine effiziente Teilchenbeschleunigung nahe am zentralen Schwarzen Loch hinweisen.

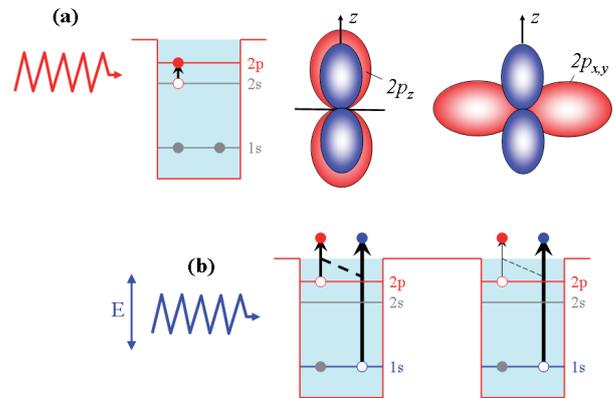
Ein atomarer Schalter

Mehrteilchenprozesse in Atomen nicht nur besser zu verstehen, sondern auch kontrolliert zu manipulieren, ist am Beispiel der Doppelionisation von Lithium durch UV-Photonen durch gezielte Präparation der räumlichen Struktur des Atoms gelungen.

Ermöglicht wurden die Messungen durch Kombination dreier hochmoderner Techniken: Photonen von 85 eV Energie aus dem Freie-Elektronen-Laser FLASH treffen auf ultrakalte Lithiumatome, die in einer magneto-optischen Falle auf 1 mK gekühlt und durch Laser-Lichtkräfte gefangen gehalten werden. Dort lassen sie sich durch weitere Laser speziell präparieren. Schließlich befindet sich diese Falle in einem Reaktionsmikroskop, welches den simultanen und sehr effizienten Nachweis aller Reaktionsprodukte mit hoher Auflösung erlaubt.

Das 2s-Elektron eines Li-Atoms wurde mit einem optischen Laser in ein 2p-Orbital angeregt, wobei dessen räumliche Ausrichtung gezielt präpariert werden kann (rote Keulen in Abbildung (a)). Im zweiten Schritt wurde dann durch Bestrahlung mit polarisierten UV-Laserpulsen ein Elektron aus der 1s-Schale freigesetzt. Das Elektron wird bevorzugt in Richtung des elektrischen Laserfeldes (E) emittiert (blaue Keulen). Das präparierte 2p-Orbital kann parallel oder senkrecht zum Laserfeld ausgerichtet sein, was die Wahrscheinlichkeit für Doppelionisation stark beeinflusst – bei paralleler Ausrichtung ist sie erhöht, im anderen Fall deutlich unterdrückt (Abbildung (b)).

Dieser Effekt tritt ausschließlich bei sehr niedrigen Energien der beiden emittierten Elektronen auf: Dem Potentialtopf des Ions können sie hier nur in gegenüberliegenden Richtungen entrennen, was bei paralleler Ausrichtung bevorzugt funktioniert.



Kürzeste Lichtblitze aus ultraheißer Materie

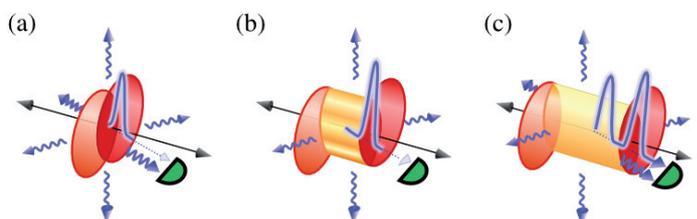
Das Quark-Gluon-Plasma gilt als der Zustand der Materie, aus dem das Universum unmittelbar nach dem Urknall bestand. Darin sind die Temperaturen so hoch, dass selbst die Bausteine der Atomkerne, die Neutronen und Protonen, in ihre Bestandteile, die Quarks, aufgebrochen werden. Ein solcher Materiezustand kann heute in modernen Beschleunigeranlagen realisiert werden.

In der Kollision von Schwerionen bei relativistischen Geschwindigkeiten entsteht für einige Yoktosekunden (10^{-24} s) ein solches Quark-Gluon-Plasma in Atomkerngröße. Es erzeugt neben vielerlei anderen Teilchen auch Photonen mit einigen GeV Energie, also Gammastrahlung. Diese hochenergetischen Lichtblitze sind so kurz wie die Lebensdauer des

Quark-Gluon-Plasmas und bestehen aus nur wenigen Photonen.

Nun wurde die Expansion und innere Dynamik des Quark-Gluon-Plasmas in ihrem zeitlichen Verlauf simuliert (Bild). Es zeigte sich, dass die Photonen zwischen durch nicht in alle Richtungen, sondern bevorzugt senkrecht zur Stoßrichtung abgestrahlt werden (Teilbild (b)). Blickt ein Detektor (grüner Halbkreis) nahezu entlang der Stoßachse (schwarzer Doppelpfeil), empfängt er deshalb in diesem Zeitraum praktisch nichts, sieht also insgesamt einen Doppelpuls. Durch geeignete Wahl von Stoßgeometrie und Beobachtungsrichtung sind die Doppelpulse im Prinzip gezielt variierbar.

Somit eröffnen sie die Möglichkeit von zukünftigen Pump-Probe-Experimenten im Yoktosekundenbereich bei hohen Energien. Dies könnte zu einer zeitaufgelösten Beobachtung von Kernprozessen führen. Umgekehrt würde eine genaue Analyse der Gammablitzes Rückschlüsse auf die Vorgänge im Quark-Gluon-Plasma ermöglichen.



Galaxien im Gammalicht

Mit dem H.E.S.S.-Teleskopsystem wurde in insgesamt 119 Stunden Beobachtungszeit in den Jahren 2005 bis 2008 die lang gesuchte Gammastrahlung aus der Starburst-Galaxie NGC 253 bei Energien oberhalb von 220 GeV nachgewiesen. Die Quelle dieser Strahlung liegt genau in ihrem optischen Zentrum und erscheint für H.E.S.S. punktförmig. Damit handelt es sich um die schwächste bisher aufgespürte Quelle im sehr hochenergetischen Gammastrahlungsbereich.

Der gemessene Strahlungsfluss aus dem Sternentstehungsgebiet von NGC 253 bedeutet eine enorme Dichte der kosmischen Teilchenstrahlung – mehr als 1000-fach höher als im Zentrum der Milchstraße. Außerdem ist aufgrund der hohen Gasdichte die Umwandlung von

Teilchen- in Gammastrahlung um rund eine Größenordnung effizienter. Dementsprechend leuchtet die zentrale Region von NGC 253 im Gammalicht etwa 5 mal heller als die gesamte restliche Galaxie.

Centaurus A ist eine der hellsten Galaxien an unserem Nachthimmel und zugleich die nächstgelegene Radiogalaxie mit einem aktiven Kern. Diese Nähe ermöglicht einzigartige Studien des aktiven



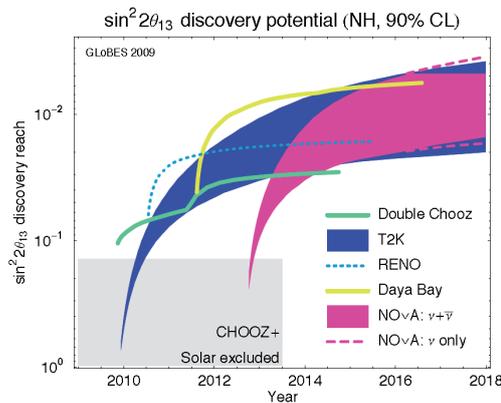
Galaxienkerns und seiner Umgebung. Die von Centaurus A nachgewiesene hochenergetische Gammastrahlung ist so schwach, dass mehr als 100 Stunden Beobachtungszeit notwendig waren, um ein Bild zu erhalten. Die Strahlung kommt aus Richtung des Zentrums der Galaxie und den inneren Regionen der Jets.

Diese Entdeckung wirft die Frage auf, ob die Emission von Gammastrahlung eine grundlegende Eigenschaft aller aktiven Galaxienkerne ist. Sollte das der Fall sein, könnten zukünftige Instrumente mit höherer Empfindlichkeit wie H.E.S.S. II (links ein Foto vom Bauzustand im Juni 2009) weitaus mehr Quellen entdecken als bisher angenommen und so zur Aufklärung der zugrunde liegenden Prozesse beitragen.

Neutrinos und Dunkle Materie

Neutrino-Oszillationen, also die Verwandlung von einer der drei Sorten in eine andere, werden durch drei Mischungswinkel (Umwandlungswahrscheinlichkeiten) beschrieben. Die augenscheinlichen Regelmäßigkeiten dieser Mischungswinkel und der Massen von Neutrinos und geladenen Leptonen (Elektron, Myon und Tau), sowie analoge Parameter der Quarks lassen auf unterliegende Symmetrien schließen. Geeignete Modelle, die auf Symmetriegruppen basieren, liefern Vorhersagen für Massen und Mischungswinkel, die mit den Messwerten vereinbar sind. Zukünftige Präzisionsmessungen, wie z. B. mit dem im Aufbau befindlichen Double Chooz Detektor, an dem das MPIK maß-

geblich beteiligt ist, können also Aufschluss geben über die den Neutrino-Eigenschaften zugrunde liegenden Symmetrien. Die mit anderen zukünftigen Experimenten erreichbare Präzision lässt



sich mit der GLOBES-Software bestimmen (s. Abbildung), was ein wichtiger Beitrag zur Optimierung geplanter Projekte ist.

Der Mößbauer-Effekt funktioniert prinzipiell auch mit Neutrinos, als rückstoßfreie Emission bzw. Absorption von Elektron-Antineutrinos z. B. in der Reaktion $T = {}^3\text{He} + e^-_{(\text{geb.})} + \bar{\nu}_e$ in einem Nb-Kristall. Eine volle quantenfeldtheoretische Berechnung ergab, dass Mößbauer-Neutrinos auch unter den extremen kinematischen Bedingungen dieses Prozesses oszillieren.

Andere Rechnungen beschäftigen sich mit den Eigenschaften der Dunklen Materie, die den Großteil der Materie des Universums ausmacht, und wie ihre Vernichtung zur kosmischen Strahlung beiträgt. Sogenannte WIMPs (weakly interacting massive particles) stellen die überzeugendsten Kandidaten für die Dunkle Materie dar. Sie soll zukünftig mit einem Detektor, der flüssiges Xenon verwendet, im Rahmen des XENON-Projekts untersucht werden.

Bau des CSR

Nachdem am Prototyp der Designdruck von $1,5 \cdot 10^{-13}$ mbar erreicht worden war, wurde dieser umgezogen und der für den CSR vorgesehene Platz bis auf die Kälteanlage geräumt. Nach dem Vermessen der Halle wurden die Betonfundamente im August geliefert und aufgestellt. Anschließend begann der Aufbau der ersten Ecke, deren Außenkammern bereits im Juli abgenommen und geliefert worden waren. Die Halterungen für die Außenkammern der ersten Ecke wurden mit Hilfe von Dummies justiert und konnten Ende Oktober in den Fundamenten mit Beton vergossen werden. Inzwischen sind auch schon die Außenkammern montiert (Foto). Wenn alles gut geht, sollte der gesamte Ring in 3 Jahren für die ersten Experimente bereit sein.



GERDA am Start

Das Experiment im Gran-Sasso-Untergrundlabor in Italien zur Suche nach dem neutrinolosen doppelten Betazerfall in Germanium ist fertig aufgebaut. Der Kryostat ist bereits gekühlt und wird zur Zeit mit flüssigem Argon gefüllt. Demnächst werden die ersten Germaniumkristalle eingefahren und der äußere Tank mit hochreinem Wasser gefüllt. Anfang 2010 starten dann die Messungen, die mehrere Jahre dauern werden.

Das GERDA-Experiment soll klären, ob Neutrinos tatsächlich ihre eigenen Antiteilchen sind, und welche effektive Masse sie haben. GERDA verwendet hochreines, mit ${}^{76}\text{Ge}$ angereichertes Germanium als Quelle und Detektor des neutrinolosen doppelten Betazerfalls zugleich. Die Detektoren (Bild) befinden sich im Zentrum eines mit flüssigem Argon gefüllten Tanks. Das Argon kühlt die Detektoren und schirmt radioaktive Strahlung ab. In einem äußeren Tank mit hochreinem Wasser wird störende kosmische Strahlung nachgewiesen. Diese wird vom Gran-Sasso-Massiv großenteils abgeschirmt.



Betriebsausflug

Am 06.10. in den Rheingau: Rüdesheim und Kloster Eberbach

Organisatoren: Volker Mallinger mit Martin Beckmann und Ralf Schmittbauer

Ein einladendes Poster ...

... und etwa 115 Teilnehmer – Aktive und Rentner – fuhren in drei Bussen nach Rüdesheim am Rhein.

Weil morgens das Wetter mild und noch weitgehend trocken war, entschieden sich die Meisten für Schifffahrt und Wanderung durch die Weinberge. Aber auch die Drosselgasse und die Rüdesheimer Museen fanden ihre Besucher. Dass es am Nachmittag dann kräftig regnete, störte bei der Besichtigung der alten Weinkeller im Kloster Eberbach mit Weinprobe in den Hessischen Staatsweingütern nicht. Dank an die Organisatoren!

Einige Bilder, fotografiert von Rainer Heldner, Hans Fuchs und Bernd Schaller:



Personalia

Geburtstag

Prof. Dr. Hugo Fechtig, Direktor am MPIK von 1974 bis 1994, feierte am 05.10.2009 seinen 80. Geburtstag.

Preise und Ehrungen

Prof. Dr. Volker Soergel, auswärtiges wissenschaftliches Mitglied des MPIK, wurde mit der Ehrendoktorwürde der Universität Hamburg ausgezeichnet.

Dr. Erik Viktor Lötstedt und **Dr. Michael Andreas Schmidt** erhielten für ihre herausragenden Dissertationen die Otto-Hahn-Medaille der Max-Planck-Gesellschaft für das Jahr 2008.

Prof. Dr. Manfred Lindner wurde in den Vorstandsrat der DPG gewählt.

Dr. Jörg Evers wurde als Outstanding Referee 2009 für die Zeitschriften der American Physical Society ausgezeichnet.

Sebastian Hummel und **Kevin Zink** erhielten den Abzubipreis 2009 der MPG.

Berufungen

PD Dr. Dieter Bauer hat einen Ruf auf einen Lehrstuhl für Theoretische Physik an der Universität Rostock zum 01.09.2009 angenommen.

Prof. Dr. Selim Jochim erhielt einen Ruf auf eine W3-Professur für Experimentalphysik an der Universität Heidelberg und einen Ruf als Assistant Professor with tenure track an die University of Chicago. Zum 01.11.2009 hat er den Ruf nach Heidelberg angenommen.

Dr. Stefan Schönert erhielt einen Ruf auf den Lehrstuhl für experimentelle Astroteilchenphysik an der Technischen Universität München.

Neue Nachwuchsgruppen

Dr. Thomas Pfeifer: Spektroskopie und Quantenkontrolle mit starken Laserfeldern im Attosekundenbereich – MPG seit 01.02.2009

Dr. Daniel Fischer: Ein ultrakaltes Target für Präzisionsuntersuchungen von Schwerionen-Atom-Stößen (PRIOC) – Emmy-Noether (DFG) seit 01.03.2009

Habilitation

Dr. Dr. Carsten Müller: Laser-induced high-energy processes in atomic, nuclear, and particle physics.

Dienstjubiläen

40 Jahre MPG: **Eberhard Göldner, Karl-Heinz Hallatschek, Werner Heibel, Volker Mallinger, Gerhard Schneider, Willi-Ernst Schreiner**

40 Jahre öffentlicher Dienst: **Karl Bechberger**
25 Jahre MPG: **Bettina Mörk**

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