

MPIK-NEWS

Liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, liebe Ehemalige,



das herausragende Ereignis der vergangenen Monate war zweifellos die Fertigstellung und Einweihung des neuen riesigen H.E.S.S.-II-Teleskops in Namibia. Darüber freue

ich mich mit Werner Hofmann und Michael Panter sowie allen anderen Beteiligten sehr. Ganz wesentlich dazu beigetragen haben Techniker des Instituts in zahlreichen Arbeits-einsätzen vor Ort. Wie nebenstehend erläutert, beginnt mit H.E.S.S. II ein neues Kapitel in der Erforschung der extremen Phänomene im Universum.

Wie immer gibt es eine ganze Palette von spannenden Forschungsergebnissen der verschiedenen Gruppen, von denen eine Auswahl auf den folgenden Seiten vorgestellt wird.

Mitte November haben wir mit einem Festkolloquium den 80. Geburtstag von Bogdan Povh gefeiert, der von 1975 bis 2000 Direktor am Institut war; einen Bericht mit Fotos finden Sie auf S. 4. An dieser Stelle möchte ich ihm noch einmal meine herzlichen Glückwünsche – auch im Namen des Instituts – aussprechen. Außerdem fand Mitte Oktober ein weiteres festliches Kolloquium aus Anlass des 60. Geburtstags unseres auswärtigen wissenschaftlichen Mitglieds Felix Aharonian statt.

Ende des Jahres steht ein einschneidendes Ereignis an: die Beschleunigeranlagen und der TSR werden stillgelegt, damit Mitte 2013 der CSR seinen Betrieb aufnehmen kann. Wir danken allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für die jahrelange erfolgreiche Arbeit im Beschleunigerbereich.

Im Namen der Geschäftsführung wünsche ich Ihnen frohe Weihnachten und alles Gute zum neuen Jahr, Ihr

Klaus Blaum

Prof. Dr. Klaus Blaum
(Geschäftsführender Direktor)

H.E.S.S. II: Erstes Licht ...

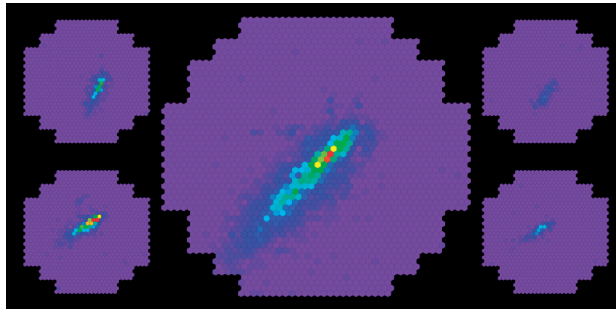
Am 26. Juli 2012 um 0:43 Uhr hat das H.E.S.S.-II-Teleskop in Namibia seine ersten Teilchenschauer beobachtet und ist damit in Betrieb gegangen. Mit seinem 28-Meter-Spiegel ist H.E.S.S. II das größte jemals gebaute Tscherenkow-Teleskop. Es wird die energiereichsten und extremsten Phänomene im Universum im sehr hochenergetischen Gammalicht beobachten, zusammen mit den vier kleineren (12 Meter) Teleskopen, die schon 2002–2004 in Betrieb gingen. Das H.E.S.S.-Observatorium festigt damit seine Position als das Spitzeninstrument der bodengebundenen Gammastrahlen-Astronomie und wird ein tieferes Verständnis bekannter hochener-

getischer kosmischer Strahlungsquellen wie supermassiver Schwarzer Löcher, Pulsare und Supernovae ermöglichen.

Heute sind schon über 100 kosmische Quellen höchstenergetischer Gammastrahlen bekannt – die meisten davon wurden von H.E.S.S. entdeckt. Mit H.E.S.S. II können die Vorgänge in diesen – zum Teil rätselhaften – Objekten detaillierter erforscht werden. Man erwartet, viele neue Quellen und auch neue Klassen von Quellen zu entdecken. Insbesondere wird H.E.S.S. II den Gammastrahlenhimmel bei Energien im Bereich von einigen zehn Gigaelektronenvolt erkunden. Dieser wenig erforschte Übergangsbereich

zwischen Satelliteninstrumenten und den derzeitigen Teleskopen am Boden bietet ein riesiges Potenzial für Entdeckungen.

Die MPG war mit einem Anteil an der Finanzierung von knapp 50% der mit Abstand größte Geldgeber für H.E.S.S. II.



... und feierliche Einweihung

Gut 10 Jahre nach der Einweihung des ersten der vier H.E.S.S.-I-Teleskope wurde am 28. September 2012 im Khomas-Hochland von Namibia das weltgrößte Tscherenkow-Teleskop, H.E.S.S. II, feierlich eingeweiht. Die Zeremonie begann mit einem kurzen Überblick über H.E.S.S. II und einer Reihe von Grußworten. Der Bildungsminister von Namibia, Abraham Iyambo, hielt den Festvortrag. Er würdigte die bisherigen bahnbrechenden Entdeckungen von H.E.S.S., das Namibia zu einem wichtigen Punkt auf der wissenschaftlichen Weltkarte gemacht habe.

Anschließend setzte Abraham Iyambo mit einem Druck auf den ‚roten Knopf‘ das neue Teleskop in Bewegung.

Die Feierlichkeiten begannen am Vortrag mit einem wis-

senschaftlichen Symposium und fanden ihren Abschluss mit einem gut besuchten Tag der offenen Tür am Sonntag danach.

H.E.S.S. II kann jeden Punkt am Himmel ansteuern, und zwar trotz seines Gewichts von 580 t schneller als seine kleineren Geschwister. Es dreht sich auf einer exakt horizontalen, kreisrunden Schiene von 36 m Durchmesser; seine Elevationsachse befindet sich in 24 m Höhe. Der parabolische Spiegel, der aus 875 sechseckigen Facetten besteht, hat eine Fläche von 614 m². Die Kamera in der Brennebene 36 m darüber kann mit

ihren 2048 Photomultipliern von 42 mm Durchmesser 3600 Bilder pro Sekunde aufnehmen. Sie hat vier mal mehr ‚Pixel‘ pro Himmelsfläche als die Kameras der H.E.S.S.-I-Teleskope.



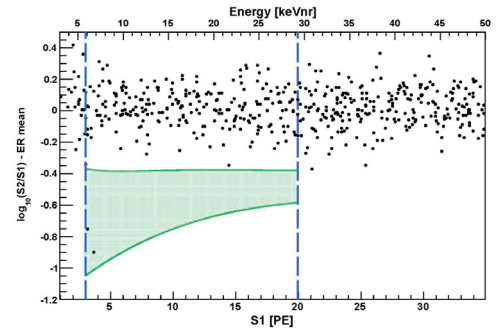
Noch kein Beweis für WIMPs

Kosmologische Beobachtungen zeichnen in konsistenter Weise ein Bild unseres Universums, in dem die gewöhnliche uns bekannte Materie nur etwa 4% ausmacht, während die bislang unbeobachteten Formen – Dunkle Materie und Dunkle Energie – den Rest beitragen. Dies entspricht den Erwartungen aus der Physik der allerkleinsten Bereiche des Mikrokosmos, wonach Erweiterungen des Standardmodells der Elementarteilchen die Existenz neuer exotischer Teilchen vorhersagen, welche perfekte Kandidaten für Dunkle Materie sind: WIMPs (Weakly Interacting Massive Particles), also schwere Teilchen, die nur schwach wechselwirken und somit sowohl durch Kosmologie als auch Teilchenphysik motiviert sind. Die Suche danach ist also wohl begründet und ihre

Entdeckung würde dieses neue Bild des Universums bestätigen.

Die Analyse der Daten von 13 Monaten Laufzeit des XENON100-Detektors ergab jedoch keinen Beweis für die Existenz von WIMPs. Es wurden zwei Ereignisse beobachtet, die statistisch mit dem einen Ereignis konsistent sind, das aufgrund der Untergrundstrahlung erwartet wird. Die neuen Daten verbessern die Grenze auf $2.0 \times 10^{-45} \text{ cm}^2$ für elastische Streuung einer WIMP-Masse von 50 GeV, also um einen weiteren Faktor 4 und dringen bereits signifikant in die erwartete WIMP-Parameterregion ein. Das Ergebnis schränkt Modelle für „Neue Physik“ mit WIMP-Kandidaten stärker als bisher ein und hilft dabei, künftig gezielter nach WIMPs zu suchen.

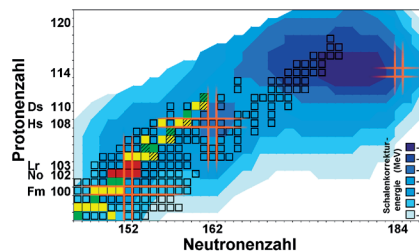
Weitere Messungen mit XENON100 und mit dem Nachfolgeexperiment XENONIT, das ca. 1 t flüssiges Xenon als Detektor verwenden wird und bereits in Bau ist, sollten entweder Beweise für WIMPs finden oder es müssen andere Formen von Dunkler Materie in Betracht gezogen werden.



Schaleneffekte in den schwersten Elementen

„Superschwer“ genannte Elemente werden durch Schaleneffekte im Atomkern stabilisiert und können nur deshalb überhaupt existieren, wenn auch in der Regel nur für kurze Zeiten. Die starke Wechselwirkung führt dazu, dass die Bausteine der Atomkerne in Schalen angeordnet sind. Bei jeweils einer bestimmten als „magisch“ bezeichneten Anzahl von Protonen und Neutronen sind Schalen komplett gefüllt und die Bausteine besonders stark gebunden.

Theoretische Vorhersagen lassen erwarten, dass gefüllte Protonen- und Neutronenschalen bei superschweren Atomkernen zu sehr langen Lebensdauern führen, der „Insel der Stabilität“. Wo genau diese liegen, ist allerdings zurzeit noch umstritten. Einige theoretische Ansätze sagen beispielsweise die nächste magische Protonenzahl für Element 114 vorher, andere für Element 120 oder sogar 126. Unklar ist auch, welche Lebensdauern diese Atomkerne haben, ob „nur“ hunderte von Jahren oder vielleicht doch Jahrtausende oder sogar Jahrmillionen.



Für genauere theoretische Vorhersagen ist die Kenntnis der Stärke der Schaleneffekte, die eine erhöhte Bindungsenergie der Kernbausteine bei gefüllten Schalen bewirken, extrem wichtig. Die Bindungsenergie ist nach Einsteins berühmter Formel $E=mc^2$ direkt mit der Masse verknüpft. Mit der Ionenfallenanlage SHIPTRAP, der genauesten Waage der Welt für die schwersten Elemente, gelang es jetzt erstmals, sehr schwere Atomkerne im Bereich der magischen Neutronenzahl $N=152$ sehr genau zu wiegen. Insbesondere wurden die Verhältnisse bei Nobelium (Element 102) und Lawrencium (Element 103) untersucht. Da diese Elemente nicht in der Natur vorkommen, mussten die Wissenschaftler sie am GSI-Teilchenbeschleuniger herstellen und dann mit der Ionenfalle einfangen. Die Herausforderung bestand unter anderem in der geringen Anzahl von Teilchen, die zur Verfügung standen, zum Beispiel beim Isotop ^{256}Lr gerade einmal knapp 50 Atome während einer Messzeit von etwa vier Tagen.

Stark verbesserte Auflösung mit MOTReMi

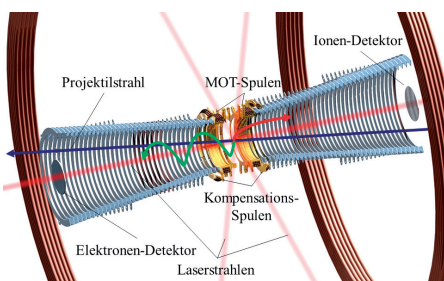
Eine neue Apparatur, MOTReMi genannt, kombiniert ein Reaktionsmikroskop (ReMi) mit einer magneto-optischen Falle (MOT) und ist in den TSR eingebaut. In einer MOT lassen sich Atome durch drei senkrecht zueinander angeordnete Paare von gegenläufigen Laserstrahlen kühlen und durch ein Magnetfeld einfangen. Beschießt man Atome mit einem Ionenstrahl, verlieren sie ein oder mehrere Elek-

tronen. Ein Reaktionsmikroskop lenkt die Ionen und Elektronen mittels elektrischer und magnetischer Felder auf großflächige orts- und zeitempfindliche Detektoren. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Anforderungen an die Felder erscheinen diese beiden Techniken – MOT und ReMi – auf den ersten Blick jedoch unvereinbar.

Mit einigen Tricks gelang es aber, MOT und ReMi doch unter einen Hut zu bringen. Die MOT hat besonders kleine Magnetspulen, die zudem koaxial zum ReMi angeordnet sind. Kompensationspulen begrenzen das Magnetfeld auf den inneren Fallenbereich. So kann das Magnetfeld schnell ab- und wieder angeschaltet werden, ohne dass die gefangenen Atome aus der Falle entkommen. In diesem Zeitraum erfolgen die nun unge-

störten Messungen mit dem ReMi. Damit die Laserkühlung auch bei abgeschaltetem Magnetfeld funktioniert, wird eine spezielle Polarisation der Kühl-Laserstrahlen entlang der Achse des ReMi eingesetzt.

In ersten Experimenten mit dem neuen Instrument wurden Lithiumatome in der MOT gefangen und mit Sauerstoffkernen beschossen. Dabei werden die Lithiumatome auf 2 verschiedenen Reaktionswegen ionisiert: der erste ist die direkte Abgabe des Valenzelektrons, im anderen Prozess wird gleichzeitig eines der inneren Elektronen auf ein höheres Energieniveau angehoben. Durch die sehr niedrige Target-Temperatur im MOTReMi zeigen sich diese beiden Prozesse nun zum ersten Mal klar getrennt in den Daten, so dass sich neue Einblicke in ihre Dynamik ergeben.



ASTROLAB

Die neue ERC-Nachwuchsgruppe betreibt Laborastrophysik und versucht Schlüsselprozesse wie den Beginn organischer Chemie oder die Bildung von Wasser im Weltraum aufzuklären. Dabei stehen die Eigenschaften von Molekülonen und kalte Kollisionen zur Simulation der Molekülbildung im interstellaren Raum im Mittelpunkt.

Die Gruppe entwickelt ein Experiment für den CSR, um darin kalte Molekülonen mit neutralen Atomen unter kontrollierten Bedingungen reagieren zu lassen und die Produkte aufzufangen. In einer kryogenen 22-Pol-Ionenfalle werden gekühlte Molekülonen präpariert und mittels Laserspektroskopie charakterisiert. Als dritte Methode kommt Coulomb-Explosion zum Einsatz, um „Schnappschüsse“ der Struktur von schwingenden und rotierenden Molekülonen aufzunehmen.



PhenoCOND

Die neue Otto-Hahn-Nachwuchsgruppe beschäftigt sich mit Erweiterungen des Standardmodells der Teilchenphysik, um nach Antworten auf einige der fundamentalsten Fragen der modernen Physik zu suchen: Wie wird die elektroschwache Symmetrie gebrochen? Was ist die Natur der Dunklen Materie? Warum gibt es drei Generationen von Elementarteilchen? Was bestimmt die Muster der Teilchenmassen und Mischungswinkel?

Eine besondere Rolle spielt dabei die Phänomenologie von energiereichen Kollisionen wie am LHC, von Neutrino-Experimenten und bei der Suche nach Dunkler Materie. Die Forschung reicht von der Konstruktion neuer theoretischer Modelle bis zum direkten Vergleich von Vorhersagen der Modelle mit experimentellen Ergebnissen. Die eingesetzten Methoden umfassen analytische Rechnungen, Computeralgebra und numerische Simulationen.



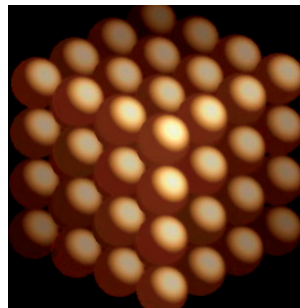
Gespeicherte Röntgenphotonen

Röntgenstrahlen in einer Box ‚auf Eis zu legen‘ und später nach Belieben wieder freizusetzen, klingt nach Science Fiction. Neue Rechnungen zeigen jedoch, dass mithilfe eines Magnetfelds einzelne Röntgenquanten eingefangen und ohne Qualitätsverlust wiedergewonnen werden können. Außerdem ist es möglich, das gespeicherte Röntgenquant zu manipulieren, insbesondere seine Phase kontrolliert zu ändern. Die Rolle der Box übernehmen dabei Eisenkerne. Sie nehmen die Energie des Röntgenquants auf und speichern sie als angeregter Zustand. Entscheidend ist, dass sich Röntgenstrahlen extrem scharf, im Prinzip auf die Größe eines Atoms, fokussieren lassen. So eröffnet sich die Möglichkeit, eines Tages die in einem kohärenten Röntgenstrahl kodierte Infor-

mation in einer Matrix aus Eisenatomen in einem Edelstahlplättchen zu speichern. Das wäre der dichteste Datenspeicher überhaupt.

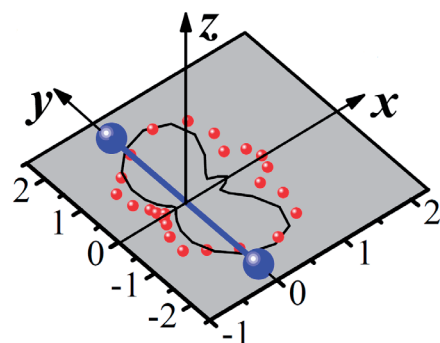
In dem Szenario befindet sich ein Edelstahlplättchen in einem Magnetfeld, das die Energieniveaus der ⁵⁷Eisen-Kerne aufspaltet. Senkrecht zur Richtung des Magnetfelds wird polarisiertes kohärentes Röntgenlicht eingestrahlt, dessen Intensität so eingestellt ist, dass in der Probe pro Puls nur 1 Photon absorbiert, also 1 Kern angeregt wird. Abschalten des Magnetfelds kurz nach dem Röntgenpuls blockiert den ‚Rückweg‘: die Anregung einschließlich aller quan-

tenmechanischen Eigenschaften des Photons wie Polarisation und Phase wird quasi eingefroren, also die Information gespeichert. Wiedereinschalten des Magnetfelds zu einem späteren Zeitpunkt setzt das Photon mit seinen ursprünglichen Eigenschaften wieder frei – die Information wird ausgelesen. So sollten Speicherzeiten von rund 100 Nanosekunden möglich sein. Wird die Richtung des Magnetfelds beim Wiedereinschalten umgekehrt, ist die Phase des freigesetzten Photons um einen halben Schwingungszyklus verschoben. Das ließe sich zum gezielten Auslesen von Photonen mit bestimmter Phase nutzen.



Richtungsweisende Molekülachse

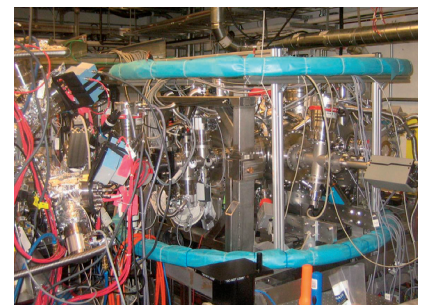
Auf welche Weise Atome und Moleküle im Stoß mit Elektronen ionisiert werden, hat wichtige Konsequenzen für das Verhalten von vielen physikalischen Systemen, von Gasentladungen in Lampen und Lasern bis zu astrophysikalischen Plasmen. Erstmals konnte nun eine starke Abhängigkeit der Elektronenstoßionisation von Wasserstoffmolekülen von deren räumlicher Ausrichtung beobachtet werden. Die Ausrichtung der gasförmig vorliegenden Moleküle wurde nach dem Stoß anhand der Flugrichtung



molekularer Bruchstücke bestimmt. Offenbar wird das aus dem Molekül herausgeschlagene Elektron durch die positiven Atomkerne stark abgelenkt und vorzugsweise entlang der Molekülachse emittiert.

36 auf einen Streich

Mit einem einzigen Blitz des Röntgenlasers LCLS in Stanford konnten Forscher der ASG am CFEL die Rekordzahl von 36 Elektronen auf einmal aus einem Xenon-Atom herauschießen. Das sind deutlich mehr als die 26 Elektronen, die mit der Energie der eingesetzten Röntgenstrahlung rechnerisch freigesetzt werden können. Ursache für die „unmögliche“ Ionisation ist eine Resonanz: Im verwendeten Energiebereich können die Xenon-Elektronen sehr viel Röntgenstrahlung aufnehmen. Manche werden dadurch direkt aus dem Atom geschlagen, andere gehen in einen angeregten Zustand über, sind aber noch gebunden. Fällt eines der angeregten Elektronen in seinen Ausgangszustand zurück, wird wiederum Energie frei, die ein anderes angeregtes Elektron aus dem Atom befördern kann.



Marc Schuh bei den Paralympics in London

Das MPIK freut sich, dass mit Marc Schuh einer seiner Studenten an den diesjährigen Paralympischen Spielen in London teilgenommen hat. Er trat beim Rollstuhlsprint über 100 m und 400 m an und erreichte in beiden Disziplinen das Finale, wo er den 5. (100 m) bzw. 6. (400 m) Platz belegte.

Marc Schuh ist Europarekordhalter über 400 m, errang in dieser Disziplin bei der IPC-Weltmeisterschaft 2011 die Bronzemedaille und ist Inhaber der zweitschnellsten jemals über 400 m erzielten Zeit. 2008 qualifizierte er sich erstmals für die Paralympics und konnte über 400 m das Halbfinale erreichen.

Seit 2007 studiert Marc Schuh Physik an der Universität Heidelberg. 2011 schrieb er in der Abteilung Blaum seine Bachelorarbeit über numerische Simulationen der elektrostatischen Eigenschaften der THE-TRAP-Penningfalle. Für das Sommersemester 2013 plant er seine Masterarbeit am MPIK zu beginnen.

Nach seiner Rückkehr hat ihm die Geschäftsführung des MPIK bei einem kleinen Empfang zu diesem Erfolg gratuliert. Auch das Max-Planck-Journal wird über ihn berichten.



Festkolloquium zu Ehren von Prof. Povh

Zu dem Festkolloquium waren zahlreiche ehemalige Mitarbeiter und Kollegen des Jubilars ans MPIK gekommen. Nach einem Empfang in lockerer Atmosphäre bei Tee und Keksen begrüßte Klaus

Henning Krüger, heute Managing Director E.ON IT Sverige AB in Malmö, der unter dem Titel „The change of the energy supply system – a look ahead“ über Möglichkeiten referierte, den steigenden Energiebedarf der Menschheit zu decken.



Blaum die Gäste und überreichte Bogdan Povh ein Präsent des Instituts. In seiner Laudatio würdigte Dirk Schwalm den wissenschaftlichen Werdegang Povhs, der sich dafür mit einer Anekdote bedankte.

Den Hauptvortrag hielt der letzte Doktorand von Bogdan Povh am MPIK,



Personalia

Preise und Ehrungen

Dr. Pauline Ascher wurde von der Société Française de Physique (SFP) der „Prix Jeune Chercheur Saint-Gobain 2011“ zugesprochen.

Dennis Gordt erhielt den Azubipreis der MPG. **Pascal Seyffert** wurde im Leistungswettbewerb des deutschen Handwerks Kammersieger.

Neue Nachwuchsgruppen

Dr. Holger Kreckel leitet mit einem ERC Starting Grant seit 01.09.2012 die selbstständige Gruppe „Kalte Kollisionen und Wege zum Leben im interstellaren Raum (ASTROLAB)“.

Dr. Joachim Kopp leitet seit 01.09.2012 die Otto-Hahn-Nachwuchsgruppe „Phänomenologie von Kollidern, Neutrinos und Dunkler Materie (PhenoCOND)“.

Geburtstage 2012

Prof. Dr. Bogdan Povh: 80 Jahre

Prof. Dr. Till Kirsten: 75 Jahre

Prof. Dr. Eberhard Grün: 70 Jahre

Prof. Dr. Wolfgang Krättschmer: 70 Jahre

Prof. Dr. Felix Aharonian: 60 Jahre

Prof. Dr. Werner Hofmann: 60 Jahre

Dienstjubiläum

25 Jahre MPG: **Peter Gahn**

Betriebsausflug nach Frankfurt

Die Teilnehmer fuhren mit 2 Bussen nach Frankfurt und besichtigten dort den Palmengarten, das Senckenbergmuseum oder den Maintower.



Anschließend ging es zum gemeinsamen Abendessen nach Praunheim zu hessischen Apfelspezialitäten in Schuch's Restaurant.

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

Jahresabschluss

Die diesjährige Jahresabschlussversammlung findet **am Mittwoch, den 19. Dezember um 15 Uhr** im Otto-Hahn-Hörsaal statt. Auf den Bericht des Geschäftsführenden Direktors folgt ein Vortrag von Andreas Wolf: „Heiß und kalt zwischen den Sternen – vom TSR zum CSR“. Zum anschließenden geselligen Zusammensein sind alle Institutsmitglieder und Ehemaligen herzlich eingeladen.