



# MPIK-NEWS

Liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, liebe Ehemalige,



auch im zweiten Halbjahr 2010 gab es wieder zahlreiche schöne wissenschaftliche Ergebnisse, von denen einige auf den folgenden Seiten vorgestellt werden.

Für einige von uns standen aber auch „Events“ ganz oben auf der Tagesordnung. Das war zum einen die Einweihungsfeier des GERDA-Experiments im italienischen Gran-Sasso-Untergrundlabor und zum anderen die offizielle Eröffnung der IMPRS-PTFS. Über beide Veranstaltungen finden Sie Berichte in dieser Ausgabe.

Ein Höhepunkt im Institutsleben war die Wanderung zum MPI für Astronomie, wo wir über das in Bau befindliche Haus der Astronomie informiert wurden, und das anschließende Institutsfest rund um und in der alten Kantine, siehe S. 4.

Stark beschäftigt haben uns in den vergangenen Monaten wieder die Bauarbeiten im Rahmen der Sanierung der technischen Infrastruktur und die Planungen für die Kindertagesstätte, zu der die alte Kantine umgebaut werden soll.

Im Herbst sind die Arbeiten im Gelände gestartet, zunächst im Bereich unterhalb der Bibliothek. Dort wird ein barrierefreier Zugang zum Zentralen Seminarraum über die Terrasse mit Verbindungen zum Eingang des Foyers und zum Haupteingang des Gentnerlabors gebaut. Die bisherigen Wege in diesem Bereich bleiben erhalten und werden saniert. An weiteren Stellen im zentralen Teil des Institutsgeländes werden demnächst Pflasterarbeiten beginnen, sofern es die Witterung zulässt.

Mit den besten Wünschen für die Feiertage und das Jahr 2011, ihr

*Manfred Lindner*

Prof. Dr. Manfred Lindner  
(Geschäftsführender Direktor)

## GERDA-Einweihungsfeier

Am 09. November wurde im italienischen Gran-Sasso-Untergrundlabor vor zahlreichen geladenen Gästen das GERDA-Experiment feierlich eingeweiht.

Auf einer Pressekonferenz nahmen Vertreter des Experiments und die Direktorin des LNGS, L. Votano, zu verschiedenen Fragen Stellung. Im anschließenden Symposium folgten auf mehrere Grußworte kurze Vorträge zur Entstehung der GERDA-Kollaboration (S. Schönert), das Physikprogramm (C. Cattadori), den Aufbau des Experiments (K.T. Knöpfle) und die zukünftigen Pläne, insbesondere die Produktion von vielen weiteren angereicherten Ge-Dioden (V. Kornoukhov).

Die eigentliche Einweihungszeremonie fand mit allen Gästen untertage in Halle A des LNGS direkt vor dem GERDA-Experiment statt, wobei das Wachpersonal fast alle Augen zudrückte, als GERDA mit echtem

Spumante getauft wurde. Ein Film gab eine sehr anschauliche Einführung in die Physik und den Aufbau von GERDA.

Das Herzstück von GERDA, der am MPIK entwickelte Kryostat, ist seit Dezember 2009 mit 90 Tonnen flüssigem Argon (LAr) gefüllt. Seine aktive Kühlung mit flüssigem Stickstoff funktioniert so gut, dass seit Januar kein Tropfen LAr mehr nachgefüllt werden musste. Seit Juni dieses Jahres sind mit natürlichen (nicht angereicherten) Ge-Dioden Testmessungen im Gange, um die Größe und Art des Untergrundes zu bestimmen. Ein erstes Ergebnis ist, dass der Anteil von radioaktivem <sup>42</sup>Ar wesentlich größer ist als



bislang in der Literatur berichtet wurde. Momentan wird daran gearbeitet, den Untergrund weiter zu reduzieren. Die eigentliche Physikmessung mit angereicherten Dioden soll im Frühjahr 2011 beginnen.

## Heißes Wasser in kalten Kometen

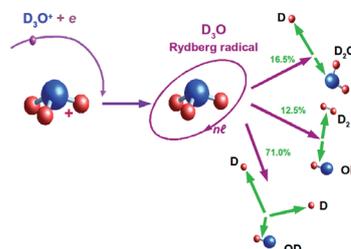
Wasser ist ein Hauptbestandteil von Kometen, die deswegen auch als „schmutzige Schneebälle“ bezeichnet werden. In Kometen und interstellaren Wolken ist der Ausgangsstoff des Wassers das Hydronium-Ion H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>. Es lässt sich von der Erde aus mit Teleskopen nachweisen. In den kosmischen Wolken sind auch freie Elektronen vorhanden, so dass es häufig zu Zusammenstößen kommt. Dabei wird das Hydronium-Ion zu dem neutralen aber instabilen Molekül (ein so genanntes Rydberg-Radikal) H<sub>3</sub>O, das sofort zerfällt. Dabei entsteht entweder H<sub>2</sub>O + H, OH + H<sub>2</sub> oder OH + 2 H.

Im TSR wurde nun diese dissoziative Rekombination mit D<sub>3</sub>O<sup>+</sup> detailliert untersucht und mit dem EMU-Detektor die neutralen Fragmente energie- und ortsaufgelöst registriert. Daraus

ergeben sich Molekülmassen und Impulse aller Zerfallsprodukte, woraus sich die Vorgänge beim Anlagern der Elektronen und anschließenden Auseinanderbrechen des Moleküls exakt rekonstruieren lassen.

Nach Anlagerung des Elektrons zerfällt das D<sub>3</sub>O<sup>+</sup> zu 16,5 Prozent zu Wasser, so dass dies wohl der wichtigste Produktionsweg für Wasser in interstellaren Wolken und Kometen ist. Am häufigsten entsteht jedoch OD + 2 D. Da das D<sub>3</sub>O die gesamte Bindungsenergie aufnimmt, schwingt es mit maximal möglicher Energie. Das entstehende Wasser hat daher Temperaturen von mehreren zehntausend Grad.

Die neuen Erkenntnisse erklären Beobachtungen einiger Kometen, in deren Infrarotspektren Astronomen Banden „heißer“ Wassermoleküle gefunden haben.



## Das XENON-Experiment

Nach heutigem Wissen besteht das Universum nur zu ~5% aus den bekannten Elementarteilchen. Knapp ein Viertel ist Dunkle Materie, die sich nur durch ihre Gravitation bemerkbar macht; der Rest ist die mysteriöse Dunkle Energie. Sogenannte WIMPs (weakly interacting massive particles) sind die vielversprechendsten Kandidaten für Dunkle Materie.

Zu deren Nachweis verwendet XENON das gleichnamige Edelgas in flüssigem Zustand: Streut ein WIMP an einem Xe-Atomkern, so löst dieser in seiner Umgebung eine Ladungswolke aus Elektronen und ein Lichtsignal aus. Letzteres wird direkt registriert, während ein elektrisches Feld die Elektronen in das mit Xe-Gas gefüllte Volumen über dem Flüssigkeitsspiegel transportiert, wo sie ein gegenüber dem direkten Signal verzögertes zweites Lichtsignal erzeugen. Das Verhältnis beider Signale erlaubt es, „falsche“ Untergrundereignisse auszusortieren.



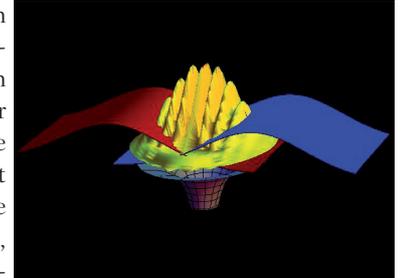
XENON100, benannt nach der zum Nachweis nutzbaren Menge von ca. 100 kg Xe, befindet sich zwecks Abschirmung störender kosmischer Strahlung im Gran-Sasso-Untergroundlabor. Weiter bedarf es zusätzlicher Abschirmungen, aktiven Nachweises von Störereignissen und hochreiner Materialien für den Detektor. Während nur 11 Tagen Datenaufnahme Anfang 2010 wurde bereits die weltweit beste Nachweisgrenze für Dunkle Materie erreicht und WIMP-Hinweise anderer Experimente in Frage gestellt. Simulationsrechnungen stützen diese Interpretation.

Der nächste Schritt ist der Ausbau des Experiments zu XENONIT mit 1 Tonne nutzbarem flüssigem Xe. Gleichzeitig wird eine erhebliche Reduzierung störender Hintergrundsignale angestrebt. Hier erweisen sich die langjährigen Erfahrungen des MPIK, das Ende 2009 der Kollaboration beitrug, mit der extremen Reinigung von Flüssigkeiten und höchstempfindlicher Nachweisttechnik als ausgesprochen wertvoll. Tests von Komponenten wie verschiedener Lichtsensoren und die Suche nach Werkstoffen mit geringster radioaktiver Verunreinigung beginnen in Kürze.

## Geteiltes Elektron

Berechnungen zufolge können zwei freie Teilwellen ein und desselben Elektrons ultrakurze Laserblitze erzeugen, wenn sie Atome oder Moleküle nur streifen. Dabei spüren sie zwar das Potential der Teilchen, werden aber nicht von ihm eingefangen. Bisher war man davon ausgegangen, dass das Elektron mit dem Atomrumpf rekombinieren muss, um diese Art der Strahlung freizusetzen. Außerdem muss das Atom oder Molekül, dessen Potential die freien Elektronenwellen durchlaufen, nicht einmal ionisiert sein, um diesen Effekt hervorzurufen.

Dies eröffnet ganz neue Möglichkeiten zur Strukturanalyse von Molekülen, denn die emittierten ultrakurzen Laserblitze enthalten Informationen über den räumlichen Potentialverlauf auch im tiefen Innern eines Atoms oder Moleküls. Die so erzeugte Strahlung kann somit selbst schon als Sonde für die Potentialstruktur dienen, und dies, ohne in sie einzugreifen und diese womöglich zu verändern.



Ultrakurze Laserpulse lassen sich schon länger anhand einzelner Elektronen erzeugen, wobei die quantenmechanische Wellennatur dieser geladenen Teilchen entscheidend ist. Sie erlaubt es, ein Elektron mit einem extrem starken Laserfeld teilweise von einem Atomrumpf zu lösen, während der restliche Teil desselben Elektrons am Atom verbleibt. Trifft der freie Anteil des Elektrons wieder auf sein Ion, interferiert dieser mit dem gebundenen Elektronanteil und sendet einen ultrakurzen, kohärenten Lichtblitz aus. Dabei rekombiniert das Elektron wieder vollständig mit dem Ion.

Mit den so erzeugten Laserpulsen von nur Femto- oder Attosekunden Länge ( $10^{-15}$  bzw.  $10^{-18}$  s) werden z. B. chemische Prozesse in Molekülen zu studiert. Allerdings erlaubt diese Methode bislang nur den Blick auf die äußersten, nicht jedoch in tiefere, elektronischen Schichten eines Moleküls.

Die neue Methode könnte diese Einschränkung aufheben. Die Ergebnisse zeigen, dass weitere charakteristische Lichtblitze entstehen, wenn sich beide Teile des Elektrons separat ablösen und als Quantenpaar im Potential des Ions interferieren, was eine Verallgemeinerung des oben beschriebenen Prinzips darstellt.

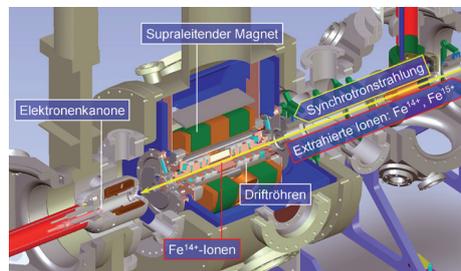
## Der letzte Schrei aus dem Schwarzen Loch

Schwarze Löcher saugen Materie aus Gaswolken in ihrer Umgebung oder z. B. von Begleitsternen in großen Mengen auf. Die einfallende Materie wird immer schneller und dichter und somit extrem aufgeheizt. Kurz vor dem Ereignishorizont, demjenigen Abstand, ab dem die Massenanziehung des Schwarzen Loches so stark wird, dass sogar Licht nicht mehr entweichen kann, emittiert die heiße Materie extrem intensive Röntgenstrahlung ins All. Die  $K_{\alpha}$ -Linie des Eisens ist die letzte erkennbare spektrale Signatur der Materie, bevor sie hinter dem Ereignishorizont für immer verschwindet.

Das emittierte Röntgenlicht wird beim Durchgang durch das in größeren Abständen das Schwarze Loch umgebende Medium absorbiert. Die Strahlung ionisiert

die Atome mehrfach und entrißt den Eisenatomen typisch mehr als die Hälfte der 26 Elektronen, die sie normalerweise enthalten. Unter derartigen Bedingungen kommt Eisen etwa als  $Fe^{14+}$ -Ion vor.

Genau dieser Prozess wurde in der mobilen EBIT an der Synchrotron-Röntgenquelle BESSY II reproduziert. Die gemessenen Spektrallinien ließen sich direkt und problemlos mit denen jüngster



Beobachtungen von Röntgenobservatorien wie Chandra und XMM-Newton vergleichen. Dabei stellte sich heraus, dass die meisten der verwendeten theoretischen Rechenverfahren die Linienpositionen nicht genau genug wiedergeben. Das ist für die Astrophysiker ein großes Problem, denn ohne genaue Kenntnis der Wellenlängen gibt es keine exakte Bestimmung des Dopplereffekts dieser Linien, also der Geschwindigkeit der Ionen im Plasma. So war die Interpretation des aktiven galaktischen Kerns NGC 3783 rätselhaft.

Die Labormessungen haben nun unter mehreren Modellrechnungen ein Verfahren identifiziert, welches die genauesten Vorhersagen macht. Dabei wurde die bisher höchste spektrale Auflösung in diesem Wellenlängenbereich erzielt.

## Kernmaterie am kritischen Punkt

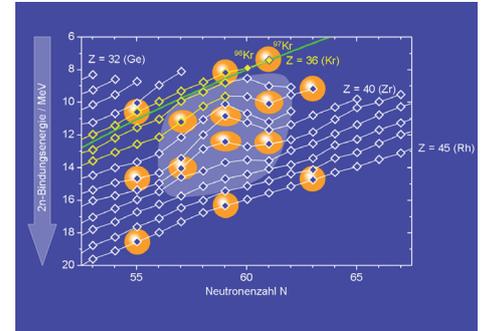
Kernmaterie ist allein schon was ihre Dichte angeht exotisch. Diese ist so ungeheuer groß, dass ein Stück von der Größe eines Würfelzuckers eine Masse von 200 Milliarden kg hätte. Dicht gepackt liegen hier die Kernbestandteile (Nukleonen) und es liegt nahe, den Kern wie ein Flüssigkeitströpfchen zu behandeln. Nach Einsteins berühmter Formel  $E = mc^2$  sind Energie und Masse äquivalent. Dies zeigt sich daran, dass ein Atomkern etwas leichter ist als all seine Nukleonen einzeln zusammen genommen. Dieser „Massendefekt“ entspricht gerade der Bindungsenergie des Kerns.

Hinzu kommen noch Effekte der Quantenphysik, denn ein Atomkern ist ein mikroskopisch kleines Objekt: 100.000mal kleiner als das Atom selbst, enthält aber

99,98% von dessen Masse. Für einen bestimmten Bereich der Neutronenzahl um das Element Yttrium zeigten frühere Messungen deutliche Hinweise auf einen Phasenübergang in der Kernmaterie. Die Phasenänderung ist mit einer Deformation des normalerweise kugelförmigen Kerns verbunden, was sich in einer schwächeren Bindung der Nukleonen und einer Vergrößerung des mittleren Kerndurchmessers äußert.

Die zu untersuchenden Atomkerne wurden vom Isotopenseparator ISOLDE am CERN bereitgestellt und in der Penning-Ionenfalle ISOLTRAP zur Massenbestimmung eingefangen. Das Ergebnis für die Krypton-Isotope  $^{96}\text{Kr}$  und  $^{97}\text{Kr}$ , deren Masse erstmals bestimmt wurde, zeigt, dass hier im Gegensatz zur benach-

barten Reihe der Rubidium-Isotope ( $Z=37$ ) kein Phasenübergang mehr beobachtet wird (Abb.). Damit ist eine untere Grenze, gefunden, was die Abhängigkeit von der Kernladung angeht, und zugleich wird demonstriert, welches Potential die Penningfallen-Massenspektrometrie für die Erforschung von Kernmaterie bietet.



## Eröffnungsfeier IMPRS-PTFS

Am 02. November wurde im Otto-Hahn-Hörsaal des Instituts die International Max Planck Research School for Precision Tests of Fundamental Symmetries feierlich eröffnet.



Zu Beginn begrüßte Manfred Lindner in seiner Eigenschaft als Sprecher der IMPRS-PTFS die Anwesenden, u. a. Vertreter der Universität Heidelberg, und gab einen kurzen Überblick über deren Inhalte und Ziele im Verhältnis zu den anderen IMPRS.

Den Festvortrag hielt Prof. Mikhail Shaposhnikov von der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, der als Humboldt-Preisträger derzeit am MPIK zu Gast ist.

Er sprach über das Thema „What can we say about the Higgs boson mass?“ und beleuchtete diese Frage anhand des wissenschaftstheoretischen Prinzips von „Ockhams Rasiermesser“, wonach unter mehreren Erklärungen diejenige mit der geringsten Anzahl von Annahmen zu bevorzugen ist. Neben experimentellen Befunden z. B. aus der Struktur der kosmischen Hintergrundstrahlung lassen sich theoretisch aus Stabilitätsforderungen Grenzen für die Masse des Higgs-Teilchens ableiten. Die Kopplung an das Gravitationsfeld würde zudem die inflationäre Phase des frühen Kosmos erklären. Letztlich werden aber die Experimente am LHC (CERN) die Wahrheit über die Masse des Higgs-Teilchens berichten.

Die Veranstaltung begann mit einem Empfang für die Studenten der International Max Planck Research School und nach der von Manuel Blessing am Klavier musikalisch umrahmten Feier endete die Einweihung der bereits im April gestarteten IMPRS-PTFS mit einem kleinen Imbiss.



## Vulkane, Klima und Ozon

Vulkane stoßen bei explosiven Eruptionen auch erhebliche Mengen von Schwefel (in Form von  $\text{SO}_2$ ) und Chlor (als HCl oder Kochsalzpartikel) aus. Wenn der Ausbruch heftig genug ist, gelangen Gase und Partikel bis in die Stratosphäre.  $\text{SO}_2$  wird dort photochemisch zu  $\text{H}_2\text{SO}_4$  oxidiert, die mit Wasser feine Aerosoltröpfchen bildet. Diese Aerosole reflektieren das Sonnenlicht und wirken so kühlend auf das Klima. Schon oft in der Geschichte gab es nach großen Vulkanausbrüchen empfindlich kalte Sommer. Gleichzeitig absorbieren die Aerosole Wärmestrahlung vom Erdboden, was die Temperatur der Stratosphäre erhöht. An der Oberfläche der Tröpfchen laufen bei sehr tiefen Temperaturen im Polarwinter aber auch Reaktionen mit Chlorverbindungen ab, die bei Sonnenaufgang zum Ozonabbau führen.

Anfang August 2008 war der Vulkan Kasatotschi auf den Aleuten ausgebrochen und hatte große Mengen von Gasen und Asche bis weit in die Stratosphäre geschleudert. Ende Oktober 2008 gelang es, mit einem Forschungsflugzeug über Europa durch die Eruptionswolke zu fliegen und dabei deren Zusammensetzung unter die Lupe zu nehmen. Vom Cockpit aus waren Aerosolschichten in der unteren Stratosphäre deutlich zu erkennen.



In diesen Schichten fanden sich etwa 10 mal mehr  $\text{SO}_2$  und 4 mal mehr Sulfat-Aerosol als außerhalb. Daraus wurde errechnet, dass sich ungefähr ein Viertel des vom Vulkan ausgestoßenen  $\text{SO}_2$  in den knapp 3 Monaten seit dem Ausbruch noch nicht in  $\text{H}_2\text{SO}_4$  umgewandelt hatte.

Besonders spannend war die Frage, ob das bis in die Stratosphäre geschleuderte HCl dort längere Zeit blieb. Denn Satellitenmessungen 3 Tage nach dem Ausbruch des hoch im Norden gelegenen Vulkans hatten es nachgewiesen. Tatsächlich waren die Messwerte für HCl um ca. 19% erhöht. Dies bestätigt die Satellitendaten und zeigt, dass sich in der sommerlichen polaren Stratosphäre kaum HCl in Aerosolen gelöst hatte. Im folgenden Polarwinter konnte dann aber an der Aerosoloberfläche Chlor aktiviert werden und so den Ozonabbau verstärken.

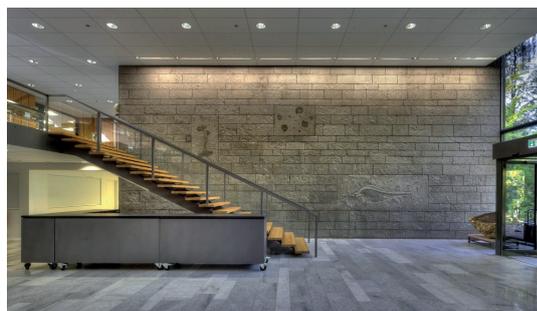
Die Messungen zeigen somit, dass Vulkanausbrüche nicht nur das Klima, sondern auch die Ozonschicht beeinflussen können.

## Hörsaal und Foyer renoviert

Im Zuge der „Sanierung technische Infrastruktur 2“ wurden seit dem Frühjahr der Otto-Hahn-Hörsaal und das Foyer im Bibliotheksgebäude grundlegend renoviert. Die Arbeiten konnten im Sommer abgeschlossen werden, so dass rechtzeitig zum Wintersemester die Räumlichkeiten wieder nutzbar sind. Der Hörsaal erhielt eine



blendfreie Beleuchtung mit 6 indirekten Lichtkanälen in der neuen Decke, neue Vorhänge sowie 5 Bodentanks im erneuerten Fußboden. Der vorgezogene holzvertäfelte Prospekt mit einer Leinwand von 8 m Breite für Doppel-



projektion (vorbereitet) bietet nun Raum für Technik und Stuhllager. Erneuert wurden ferner Lüftungssystem und Beschallung. Die Holzvertäfelung von Hörsaal/Foyer sowie Treppe und Fußboden im Foyer wurden aufgefrischt und dessen Decke mitsamt Beleuchtung überholt. Neu im Foyer sind Infosystem (vorbereitet), 8 einzeln ausklappbare Garderobenausleger und drei fahrbare Tresen für Rezeption und Bewirtung bei Veranstaltungen.

## Institutsfest und Wanderung

Am 30. September hatte die Geschäftsführung des MPIK zu einer Wanderung auf den Königstuhl und zu einem Institutsfest eingeladen.

Vormittags ging es durch die Arboreten mit einer kleinen Pause am großen Mam-



mutbaum zum MPI für Astronomie, wo Herr Pössel das in Bau befindliche Haus der Astronomie vorstellte, in dem auch Exponate des MPIK ihren Platz finden werden.



Eine Gruppe Mountainbiker machte eine „Tour de MPIK“ über den Königstuhl.



Beim Fest rund um und in der alten, festlich dekorierten und beleuchteten Kantine war mit Gegrilltem, Flammkuchen, Salaten, Brötchen und Kuchen sowie einer großen Auswahl an Getränken bestens für das leibliche Wohl gesorgt. Auch Musik, die sogar ins Zelt übertragen wurde, fehlte nicht.

Trotz des nicht perfekten Wetters – nachmittags fing es an zu regnen – waren zahlreiche MPIKler und Ehemalige dabei.



Ein großer Dank geht an alle, die vor, während und nach dem Fest tatkräftig zum Gelingen beigetragen haben.

## Personalia

### Preise und Ehrungen

**Prof. Dr. Werner Hofmann** wurde in die Heidelberger Akademie der Wissenschaften aufgenommen.

**Dr. Yuri Litvinov** erhielt eine „Visiting Professorship for Senior International Scientists“ der Chinesischen Akademie der Wissenschaft.

**Julia Schlicksupp** erhielt den Azubi-Preis der MPG.

Die **MPIK-Ausbildungswerkstätten für Elektronik und für Feinwerktechnik** wurden von der MPG ausgezeichnet.

### Rufannahme

**Dr. Stefan Schönert** hat den Ruf auf den Lehrstuhl für experimentelle Astroteilchenphysik an der Technischen Universität München zum 01.10.2010 angenommen und wurde zum Professor ernannt.

### Ruf

**Dr. Sascha Kempf** erhielt einen Ruf als Assistant Professor with tenure track für Physik an die University of Colorado at Boulder.

### Dienstjubiläen

40 Jahre MPG: **Hans Kandler**

40 Jahre öffentlicher Dienst: **Herbert Frank**

25 Jahre MPG: **Martina Strunz, Dr. Manfred Grieser, Thomas Weber**

### Todestag

am 04.09. vor 30 Jahren starb der Institutsgründer **Prof. Dr. Wolfgang Gentner**.

## 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](http://www.mpi-hd.mpg.de/mpi/de/aktuelles/presseinformationen)