



MPIK-NEWS

Liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,
Ehemalige und Freunde des MPIK,



Beginn dieses Jahres habe ich turnusgemäß die Geschäftsführung von Werner Hofmann übernommen. Besonderer Dank und Anerkennung gilt ihm für seinen nun dreimaligen engagierten Dienst als

Geschäftsführer, insbesondere in einer kritischen Zeit der Neuorientierung des MPIK um die Jahrtausendwende: Hier wurde eine Saat gepflanzt, die aufgeht: Weltweit herausragende Forschung, die ständig neue Früchte trägt.

Das ist mehr als ein Grund zum Feiern: Wir alle sind eingeladen, am 3. Juli die 60 Jahre unserer aller Erfolgsgeschichte in einem Festakt zu begehen. Der Max-Planck-Tag (14.9.) sowie unser Tag der offenen Tür (16.9.) helfen durch die öffentliche Vorstellung unserer vielfältigen Arbeitsbereiche, dass unsere Arbeit und Erkenntnisse nicht nur der wissenschaftlichen „Community“, sondern der ganzen Gesellschaft bekannt werden. Und zeigen, dass erfolgreiche Forschung vom Zusammenwirken vieler Personen aus Wissenschaft, Technik und Verwaltung lebt.

Auf die kommenden, noch ungeschriebenen, Kapitel unserer gemeinsamen Erfolgsgeschichte freut sich

Ihr

Prof. Dr. Thomas Pfeifer
(Geschäftsführender Direktor)

In dieser Ausgabe

Die Milchstraße im Gammalicht..... 1
In die „Terra incognita“ der Nuklidkarte. 2
Empfindlichkeitsrekord bei DM-Suche.... 2
Kurzmeldungen, Namen & Notizen..... 3
Einladung zum Institutsjubiläum..... 4
Tag der offenen Tür und Max-Planck-Tag 4

Die Milchstraße im Gammalicht

Seit 15 Jahren erforschen die H.E.S.S.-Teleskope die Milchstraße im Gammalicht. Aus diesem Anlass erschien nun eine Sonderausgabe der Zeitschrift Astronomy & Astrophysics.

Noch während der Bauzeit des H.E.S.S. Tscherenkow-Teleskopsystems wurden im Frühjahr 2003 die beiden ersten Teleskope auf das Zentrum der Milchstraße und den Überrest eines explodierten massereichen Sterns gerichtet. Von beiden Zielen registrierten sie Gammastrahlung und haben so ein neues Fenster zur Erforschung der Milchstraße im sehr hochenergetischen Gammalicht geöffnet. In den folgenden 15 Jahren haben die H.E.S.S.-Teleskope kontinuierlich die Milchstraße und ausgewählte einzelne Quellen ins Visier genommen. Dabei hat H.E.S.S. zahlreiche neue Quellen und neue Arten von Objekten entdeckt, und so das Gebiet der bodengebundenen Gamma-Astronomie wesentlich vorangetrieben. Die wichtigsten Ergebnisse erscheinen nun gebündelt als eine Serie von Publikationen in einer Sonderausgabe von Astronomy & Astrophysics.

Die aktualisierte H.E.S.S.-Durchmusterung der Galaktischen Ebene (HGPS) ist eine sorgfältige systematische Studie, die einen deutlich tieferen Einblick in den inneren Teil unserer Galaxis liefert, und die zugleich zum ersten Mal Daten aus diesem Energiebereich allen Astrophysikern zur Verfügung stellt. Mit der Veröffentlichung von Fluss- und Empfindlichkeitskarten bekommen wesentlich mehr Astronomen mit Interesse an nicht-thermischen Phänomenen und kosmischen Teilchenbeschleunigern Zugang zu den Ergebnissen; außerdem ist das ein Testlauf für die Datenfreigabe bei CTA.

Die HGPS ist auch die Basis, um generelle Eigenschaften von Gammaquellen wie den häufigen Pulsarwindnebeln und Supernova-Überresten – darunter drei neu entdeckte – zu studieren. In den 15

Jahren hat H.E.S.S. beinahe 80 Quellen höchstenergetischer Gammastrahlen in der Milchstraße gefunden.

In einer zweiten Gruppe von Beiträgen präsentieren H.E.S.S.-Wissenschaftler Präzisionsmessungen einzelner Teilchenbeschleuniger wie RXJ1713-3946 oder ganzer Regionen wie dem Galaktischen Zentrum. Diese Studien zeigen detailliert die Eigenschaften der betreffenden Teilchenbeschleuniger und werfen ein neues Licht darauf, wie sich kosmische Strahlen durch den interstellaren Raum bewegen und ihre Umgebung formen. Weitere Beiträge suchen in den H.E.S.S.-Daten nach



Gammastrahlenquellen in der Milchstraße über den H.E.S.S.-Teleskopen in Namibia (Fotomontage).

der Emission von neuen Arten von Objekten wie schwarzen Löchern mit der Masse von Sternen, die um Riesensterne kreisen, oder Ausreißer-Sternen.

Die Vielfalt der Themen in dieser Sonderausgabe zeigt deutlich, dass sich die bodengebundene Hochenergie-Gammastrahlungs-Astronomie zu einem ausgereiften Gebiet entwickelt hat, das unser Wissen über hochenergetische astrophysikalische Prozesse in der Milchstraße stetig vergrößert.

Kontakt:

Werner Hofmann, Jim Hinton,
Christoph Deil

Publikation:

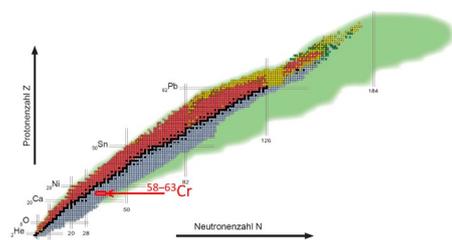
H.E.S.S. phase-I observations of the plane of the Milky Way, Astronomy & Astrophysics Vol 612, April 2018

Neue Wege in die „Terra incognita“ der Nuklidkarte

Hochpräzise Massenmessungen an neutronenreichen Chromisotopen.

Die Nuklidkarte spielt in der Kernphysik eine ähnliche Rolle wie das Periodensystem der Elemente in der Chemie. Derzeit kennt man ca. 3300 Nuklide, ihre Gesamtzahl wird auf gut 7000 geschätzt.

Es gibt fundamentale Grenzen der Stabilität, an denen ein weiteres zusätzliches Proton bzw. Neutron nicht mehr gebunden würde. Bisher größtenteils unerforschten Nuklide mögen exotisch wirken, sind aber z. B. für die Synthese schwererer Elemente jenseits von Eisen von Bedeutung. Denn nur bis hier kann im Zentrum von Sternen durch Kernfusion Energie gewonnen werden. Elemente wie Gold oder Blei



Nuklidkarte der bekannten Kerne, schwarz: stabil, blau/rot: Betazerfall, gelb: Alphazerfall. Grün schattiert: „Terra incognita“.

entstehen beim Verschmelzen von Neutronensternen sowie in Sternexplosionen (Supernovae). Die dabei beteiligten radioaktiven Zerfallspfade folgen wie Schachfiguren festen „Zugregeln“ und es ist entscheidend, welche Flächen auf dem Spielfeld der Nuklidkarte zur Verfügung stehen.

Als Maß für die Bindungsstärke wird die Zwei-Neutronen-Separationsenergie betrachtet, d. h. die Energie, die erforderlich ist, um zwei Neutronen aus einem Kern zu entfernen. Mit zunehmender Entfernung von der Stabilität wird diese immer kleiner, bis beim Wert Null die Grenze der Stabilität erreicht ist. Diese extrem neutronenreichen Nuklide sind aber so instabil und zugleich schwierig herzustellen, dass Separationsenergien von bekannten Werten mit Unterstützung von theoretischen Modellen extrapoliert werden müssen.

Neue Messungen an Chromisotopen der Massenzahl 58 bis 63 verbessern die Genauigkeit gegenüber früheren Experimenten um bis zu einem Faktor 300. Dabei war es herausfordernd, diese Nuklide zu erzeugen und ihre Masse innerhalb ihrer kurzen Lebensdauer zu bestimmen. Über Einsteins Gleichung $E = mc^2$ lässt sich daraus die Zwei-Neutronen-Separations-

energie bestimmen. Der in früheren Daten nur angedeutete und zudem unklare Trend eines deutlich geringeren Abfalls zu höheren Neutronenzahlen bestätigte sich. Dieses Verhalten geben auch phänomenologische Modelle, die eine Deformation des Atomkerns begünstigen, sehr gut wieder. Neue „ab initio“ Vielteilchenrechnungen sagen die Messdaten bis ^{59}Cr ebenfalls sehr gut voraus, ergeben aber für neutronenreichere Cr-Isotope eine zu schwache Bindung. Zur Weiterentwicklung dieser Rechnungen sind die neuen Messdaten sehr wichtig; es gibt klare Hinweise, dass die Deformation des Kerns hier noch besser zu berücksichtigen ist.

Die neuen Resultate sind ein wichtiger Schritt auf dem Weg in die „Terra incognita“ der Nuklidkarte. Einen wesentlichen Beitrag wird das neue FAIR in Darmstadt leisten, welches eine Produktion von mehreren 100 neuen Isotopen verspricht.

Kontakt:

Klaus Blaum, Achim Schwenk

Publikation:

Precision Mass Measurements of $^{58-63}\text{Cr}$: Nuclear Collectivity Towards the N = 40 Island of Inversion, PRL 120, 232501, 2018

Empfindlichkeits-Rekord bei der Suche nach Dunkler Materie

XENONIT setzt neue Grenzen für „WIMPs“.

WIMPs (weakly interacting massive particles) sind aussichtsreiche Kandidaten für Dunkle Materie und werden von vielen Theorien vorhergesagt. Nach ihnen läuft eine intensive Suche mit verschiedenartigen Experimenten. Obwohl geschätzt eine Milliarde WIMPs pro Sekunde durch jeden Quadratmeter der Erdoberfläche fliegen, sind sie äußerst schwer nachzuweisen. Die Empfindlichkeit von Dunkle-Materie-Detektoren wie XENONIT steigt mit der Detektormasse, der Messzeit sowie der erreichten Unterdrückung von radioaktiver Hintergrundstrahlung. Der jetzt analysierte, umfangreiche Datensatz von 1 Tonne \times Jahr stimmt mit der Erwartung für den Hintergrund überein und setzt damit die stärkste Grenze für Spin-unabhängige Wechselwirkung von WIMPs mit normaler Materie für eine WIMP-Masse von mehr als $6 \text{ GeV}/c^2$. Diese Ergebnisse zeigen, dass WIMPs, falls sie tatsächlich existieren, ein derart seltenes Signal erzeugen, dass selbst der größte und empfindlichste bisher gebaute Detektor es wohl nicht nachweisen kann.

Die Empfindlichkeit von XENONIT ist um rund vier Größenordnungen besser als die von XENON10, dem ersten Detektor des XENON-Projekts, der ab 2005 im Gran-Sasso-Untergundlabor (LNGS) in Betrieb war. Durch kontinuierliches Steigern der für die Suche verwendeten Masse flüssigen Xenons von anfänglichen 5 kg auf aktuell 1300 kg und gleichzeitiges Reduzieren der Hintergrundsignale um einen Faktor 5000 gelang es der XENON-Kollaboration, immer tiefer in den vorhergesagten Parameterbereich für WIMPs vorzudringen.

Die größte Herausforderung bei der Entwicklung des Detektors war die Reduktion des dramatisch größeren Hintergrunds, verursacht von natürlicher Radioaktivität und kosmischer Strahlung. Aktuell ist XENONIT das größte Dunkle-Materie-Experiment mit dem niedrigsten je erreichten Hintergrund im für die WIMP-Suche interessanten Energiebereich.

XENONIT sammelt weiter Daten, bis die größere Version des Detektors einsatzbereit ist, für die die meisten Komponenten schon ausgelegt sind. Mit dreimal mehr Xenon in der Zeit-Projektionskammer

und zehnmals geringerer Hintergrundleistung wird XENONnT ab 2019 eine neue Phase der Suche nach Dunkle-Materie-Teilchen starten – und dabei eine Empfindlichkeit erreichen, die zu Projektbeginn 2002 unvorstellbar schien.



Das XENONIT-Experiment im Gran-Sasso-Untergundlabor mit Wassertank zur Strahlungsabschirmung, der den Detektor enthält (links), und Technikgebäude (rechts). © XENON-Kollaboration

Kontakt:

Manfred Lindner, Teresa Marrodán, Hardy Simgen

Publikation: Dark Matter Search Results from a One Tonne \times Year Exposure of XENON1T, arXiv:1805.12562

+ + + Kurzmeldungen + + +

STEREO bringt 4. Neutrino in Bedrängnis

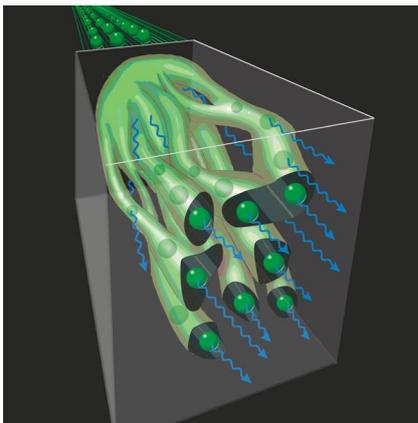
Gibt es mehr als drei Neutrinoarten? Diese Frage gewann 2011 große Bedeutung. Französische Forscher vom Irfu-Saclay stellten damals fest, dass sich verschiedene experimentelle Ergebnisse mit der Existenz eines vierten Neutrinos besser erklären lassen. Mit einer Masse im Bereich von 1 eV wäre dieses sogenannte „sterile Neutrino“ schwerer als die drei bekannten Neutrinoarten. Der Nachweis eines solchen zusätzlichen Neutrinos wäre eine bahnbrechende Entdeckung. Um die Existenz dieses hypothetischen Teilchens entweder zu bestätigen oder zu widerlegen, vermisst das deutsch-französische STEREO-Experiment exakt die Raten und die Energieverteilungen der im Kernreaktor des Institut Laue-Langevin (Grenoble) erzeugten Neutrinos. Das Team hat nun erste Ergebnisse veröffentlicht, die wesentliche Bereiche des möglichen Parameterbereichs ausschließen.

Kontakt: Christian Buck, Manfred Lindner
Meldung vom 21.03.2018

Gammastrahlungsblitze aus Plasmafäden

Anhand von Modellrechnungen wurde eine neue Methode für eine effiziente und brillante Gammastrahlungsquelle vorgeschlagen. Ein gigantischer Gammastrahlungsblitz wird hier durch die Wechselwirkung eines dichten ultra-relativistischen Elektronenstrahls (2 Milliarden eV) mit einem dünnen (0,5 mm) leitenden Festkörper wie z. B. einem Metall erzeugt. Die effiziente Produktion energetischer Gammastrahlen beruht auf der Aufspaltung des Elektronenstrahls in einzelne Filamente, während dieser den Festkörper durchquert. Die erreichbare Energie und Intensität der Gammastrahlung eröffnet neue und fundamentale Experimente in der Kernphysik. Allerdings können die erforderlichen dichten Elektronenstrahlen bisher noch nicht erzeugt werden.

Kontakt: Matteo Tamburini, Christoph Keitel
Meldung vom 16.04.2018



Aufspaltung eines ultra-relativistischen Elektronenstrahls in einer dünnen Metallfolie zur Erzeugung von Gammastrahlung.

Suche nach ultrakaltem Antiwasserstoff

Mehrere Experimente verfolgen das Ziel, die Eigenschaften von Antiwasserstoff genau zu messen, um die Materie-Antimaterie-Symmetrie (CPT) zu überprüfen und die Schwerebeschleunigung von Antimaterie zu bestimmen. Dafür ist es unerlässlich, Antiwasserstoff möglichst kalt herzustellen. Ein neues Verfahren basiert darauf, das Antiproton durch lasergekühlte negative Ionen vorzukühlen. Der vielversprechendste Kandidat, das Lanthan-Anion, ist jetzt durch eine Kombination von hochauflösender Spektroskopie und theoretischen Berechnungen vollständig charakterisiert worden. Es zeigte sich, dass Lanthan-Ionen einen gangbaren Weg zur Herstellung von ultrakaltem Wasserstoff darstellen.

Kontakt: Alban Kellerbauer
Meldung vom 12.04.2018

Temperaturänderung von Clustern

In der Ionenfalle CTF gelang die zeitaufgelöste Messung der inneren Energieverteilung gespeicherter Co_4^- -Clusteranionen. Die Wärme als in den Teilchen gespeicherte Energie kann sich auf ein Elektron übertragen, das dann den Cluster verlassen kann. Bei den Untersuchungen reichte die innere Energie dafür zunächst nicht aus. Sie wurde den Clustern daher mit Laserpulsen zugeführt. Die Elektronenabgabe als Funktion der Laserwellenlänge diente dann als Sonde für die innere Energieverteilung der gespeicherten Cobaltcluster. Diese wurde mit einer neuen Methode in Schritten von 50 ms bis zu 6 s nach Einfang in der Falle ermittelt. So ließ sich verfolgen, wie Co_4^- -Cluster aus einer heißen bzw. kalten Ionenquelle auf die Temperatur der Falle abkühlen bzw. sich erwärmen, und daraus ein Strahlungsgesetz ableiten.

Kontakt: Andreas Wolf
Meldung vom 20.06.2018

CONUS

Anfang April hat das CONUS-Experiment seinen Messbetrieb am Kernkraftwerk in Brokdorf aufgenommen. Es sucht nach der kohärenten elastischen Neutrino-Kern-Streuung bei niedrigen Energien, d.h. Neutrinos streuen am Kern als Ganzem. Dazu verwendet es hochreine Halbleiterdetektoren aus Germanium mit besonders niedriger Schwelle, die von einer Abschirmung aus mehreren Schichten Blei und Polyethylen mit aktivem Veto vor radioaktiver Strahlung geschützt sind. Zusätzlich ist der Aufbauort am Reaktor durch Beton und Wasser gegen die kosmische Strahlung abgeschirmt. Zu Beginn war der Reaktor – dank seiner hohen Leistung eine starke Neutrinoquelle – abgeschaltet und wurde dann wieder angefahren. So war eine erste Charakterisierung des Untergrunds möglich. Ein Vergleich der Daten aus beiden Phasen ergab bereits einen Hinweis auf den gesuchten Prozess.

Kontakt: Manfred Lindner, Werner Maneschg, Christian Buck

Namen & Notizen

Preise und Ehrungen

Dr. Kilian Heeg: ESRF Young Scientist Award und Carl Zeiss Award for Young Researchers

Dr. Lisa Schmöger: Otto-Hahn-Medaille und Otto Hahn Award

Dr. Kirsten Schnorr: Physikerin der Woche des Arbeitskreises Chancengleichheit (AKC) in der DPG

Dienstjubiläen

25 Jahre

Dr. Manfred Grieser (MPG)

Frank Owsle, Dr. Jochen Schreiner (MPG + ö. D.)

40 Jahre

Monika Sauter (MPG + ö. D.)

Walfried Bernhardt (ö. D.)

Herzliche Einladung
zur
Jubiläumsfeier
60 Jahre
Max-Planck-Institut
für Kernphysik

Dienstag, 03.07.2018, 14 Uhr
Otto-Hahn-Hörsaal
MPI für Kernphysik



Programm:

Kaffee/Tee (ab 13:30)

Beginn: 14:00

Chopin: Grande Valse Brillante Es-Dur, op. 18

Begrüßung

Prof. Dr. Thomas Pfeifer

Grußworte

Dr. Andrea Fischer – Bundesministerium für Bildung und Forschung

Prof. Dr. Eckart Würzner – Oberbürgermeister der Stadt Heidelberg

Prof. Dr. Bernhard Eitel – Rektor der Universität Heidelberg

Rüdiger Willems – Generalsekretär der MPG

Rachmaninoff: Prélude D-Dur, op. 23 Nr. 4

Festvorträge

Prof. Dr. Werner Hofmann – Direktor am MPIK

**Helles Licht und dunkle Teilchen:
das Institut im Wandel**

Prof. Dr. Joachim Ullrich – Präsident der PTB

„Für alle Zeiten und Culturen!“

Das revidierte Internationale System der Einheiten

Chopin: Scherzo Nr. 2 b-Moll op. 31

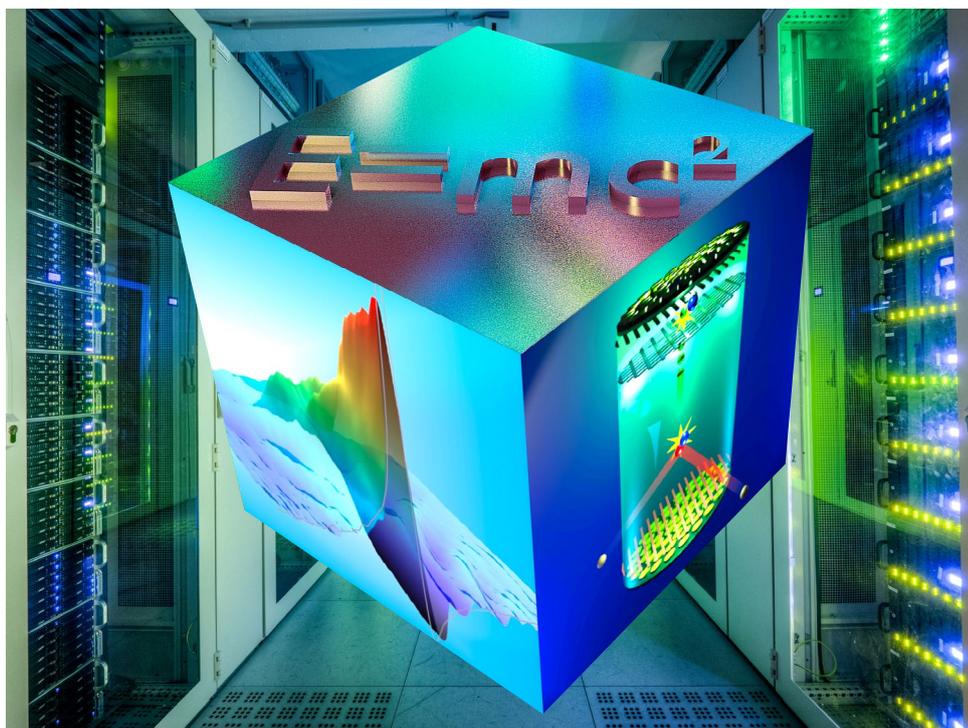
Erik Reischl, Klavier

Empfang (gegen 16:30)

Tag der offenen Tür und Max-Planck-Tag

Aus Anlass seines 60. Geburtstags lädt das MPIK am 16.09. von 10 bis 17 Uhr zu einem Tag der offenen Tür ein. Unter dem Motto „Helles Licht und dunkle Teilchen“ können alle Interessierten einen Blick auf die vielfältige Forschung am Institut werfen. Auf dem Programm stehen zahlreiche Vorführungen, Versuche zum Mitmachen, Laborbesichtigungen, Exponate, Poster und Vorträge.

Am Freitag davor (14.09.) findet der bundesweite Max-Planck-Tag statt; dazu veranstalten die vier Heidelberger MPIs einen gemeinsamen Abend im DAI über „große Fragen“ der Wissenschaft. Außerdem ist ein Science Slam von Doktoranden und PostDocs geplant. Zusätzlich gibt es in der Woche davor von jedem Institut einen Abendvortrag, ebenfalls im DAI. Das MPIK beginnt die Reihe am Montag; es folgen Astronomie, Völkerrecht und medizinische Forschung.



Impressum

Herausgeber:
Redaktion:

Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg · info@mpi-hd.mpg.de
Dr. Bernold Feuerstein, Dr. Gertrud Hönes