

HIGHLIGHTS 2025

ZIEL: ZUKUNFT!

PRISMA+

AUF EINEN BLICK

Der Blick zu den kleinsten Bausteinen der Materie und in die unendlichen Weiten des Universums – für diese Physik der Extreme steht das Exzellenzcluster PRISMA⁺. Auf der Suche nach „neuer Physik“ loten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Grenzen des Wissens immer wieder aufs Neue aus.

2019 – 2025
Förderzeitraum

52 Mio.
Fördersumme (in Euro)

53 leitende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler,
154 Doktorandinnen und Doktoranden, 93 Postdocs,
16 neue Forschungsgruppen seit 2012
(Stand 12/2025)

Beteiligte Institute:
Institut für Physik, JGU; Institut für Kernphysik, JGU; Department Chemie, JGU; Helmholtz-Institut Mainz (HIM)

PRISMA⁺ (Präzisionsphysik, fundamentale Wechselwirkungen und Struktur der Materie) wird gefördert durch die Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder.

INHALT

04 Vorwort

06 Woran forschen Sie gerade?
- Katarina Bleau – Signale von den Sternen
- Arnau Beltran – Kleine Korrekturen, große Wirkung
- Younggeun Kim – Zwei Experimente erforschen das Universum

12 Vom Labor in Mainz zum Eis am Südpol

16 PRISMA^{++}: Ziel Zukunft

18 Status Report: JUNO

22 Wissen weitergeben
- Masterclasses: Physiker:in für einen Tag

24 Chronik 2025

30 Impressum

LIEBE LESERINNEN UND LESER!



Dies ist das letzte Mal, dass wir beide uns an dieser Stelle an Sie wenden. Grund genug, kurz den Blick in die Vergangenheit zu richten und den großen Einsatz aller am Cluster Beteiligten hervorzuheben. In den 13 Jahren seit der erstmaligen Bewilligung unseres Exzellenzclusters haben wir nicht nur bahnbrechende Forschungsergebnisse erzielt, sondern auch das Fundament für die Zukunft geschaffen – denn seit Januar 2026 sind wir PRISMA++! Ein Meilenstein im Jahr 2025 war die Bewilligung der Exzellenzförderung unseres Clusters bis 2032. Unser Ziel: Auch in Zukunft mit internationaler Kooperation zukunftsweisende Forschung hier an der JGU zu realisieren.

Vom Bau unseres neuen Centrums für Fundamentale Physik bis zu unserem neuen Teilchenbeschleuniger MESA und der Weiterentwicklung unseres Mainzer Instituts für Theoretische Physik (MITP) – der Rahmen für Forschung der nächsten Generation ist geschaffen, und wir freuen uns darauf, daran mitzuwirken.

Die Perspektiven für die Zukunft sind spannend, wie Sie in dieser Ausgabe sehen. Wir haben wieder Nachwuchsforschende gefragt: „Woran forschen Sie gerade?“ Darüber hinaus präsentieren wir Einblicke in das IceCube-Experiment, dessen Sensoren tief im Eis unter dem Südpol installiert sind, sowie JUNO, eine riesige unterirdische Kugel in China, die mit hochmodernem Szintillationsmaterial gefüllt ist. IceCube und Juno sind zwei der größten Experimente zur immer noch rätselhaften Physik der Neutrinos – und Forschende des Exzellenzclusters tragen entscheidend zu ihnen bei.

Wir engagieren uns natürlich weiterhin für die nächste Forschendengeneration. Die Teilchenphysik-Masterclasses begeisterten in 2025 wieder viele Schüler:innen, und vielleicht sehen wir den einen oder die andere in den kommenden Jahren hier auf dem Campus wieder.

Zu Beginn des Jahres 2026 haben wir den Staffelstab für die Leitung des Clusters an Concettina Sfienti und Alfons Weber übergeben, denen wir viel Glück und Erfolg wünschen. Und Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, wünschen wir viel Freude bei der Lektüre. Schauen Sie weiter mit uns nach vorn!



PROF. DR. HARTMUT WITTIG PROF. DR. MATTHIAS NEUBERT

SPRECHER DES EXZELLENZCLUSTERS PRISMA+

WORAN FORSCHEN SIE GERADE?

Katarina Bleau

Katarina Bleau ist seit Oktober 2024 Doktorandin in der Gruppe von Prof. Dr. Joachim Kopp. Ursprünglich aus Kanada, begann sie ihre wissenschaftliche Laufbahn mit der Forschung zur Phänomenologie der Dunklen Materie, was ihr Interesse an der Beantwortung einer grundlegenden Frage weckte: Woraus besteht unser Universum?



Signale von den Sternen

„Wenn Sterne kollabieren und zu Supernovae werden, werden sie extrem kompakt. Das Ergebnis ist ein Neutronenstern: eine Umgebung mit hohem Druck und Dichte, in der wir Veränderungen in der Materie des Sterns erwarten können. Ursprünglich setzen sich Neutronensterne aus Hadronen zusammen, die aus gebundenen Quarks bestehen. Bei zunehmendem Druck und Dichte können sich die Quarks im Kern jedoch lösen. Ähnlich wie bei kochendem Wasser könnte man erwarten, dass sich beim Phasenübergang Blasen aus Quarkmaterie bilden und miteinander kollidieren, wodurch hochfrequente Gravitationswellen entstehen. Die Untersuchung dieses Prozesses und der erzeugten Gravitationswellen steht im Mittelpunkt meines Projekts. Ich entwickle und adaptiere Computercodes, um den Neutronenstern und die Blasendynamik dieser Phasenübergänge zu modellieren. Mithilfe dieser Ergebnisse kann ich das Gravitationswellensignal berechnen und es mit den aktuellen experimentellen Empfindlichkeiten vergleichen, um sein Detektionspotenzial zu ermitteln. Das ist spannend, denn diese Phasenübergänge in Neutronensternkernen, die durch Supernovae (oder durch verschmelzende Neutronensterne) ausgelöst werden könnten, sind unseres Wissens nach die einzigen Quellen hochfrequenter Gravitationswellen, die mit dem Standardmodell der Teilchenphysik vereinbar sind.

Wir wissen wenig über die Eigenschaften von Neutronensternen, da in ihnen so extreme Bedingungen herrschen. Beobachtungen erlauben jedoch die Bestimmung einiger Radien und Massen. Diese wiederum schränken die Gleichungen über die mikroskopischen Eigenschaften, wie Druck und Dichte der Neutronensternmaterie, ein. Trotzdem können verschiedene Annahmen zu realistischen Radien und Massen führen. Deshalb verwende ich unterschiedliche Gleichungen aus einer Datenbank in meinen Berechnungen. Um das Gravitationswellensignal und seine Frequenz zu berechnen, versuche ich zu ermitteln, welche realistischen Annahmen möglich sind, um Berechnungen und Simulationen zu vereinfachen, dabei aber so präzise wie möglich zu bleiben.

Meine aktuellen Ergebnisse zeigen, dass die Amplitude dieser Gravitationswellensignale in zukünftigen Experimenten messbar sein könnte. Das bedeutet, dass wir die Existenz eines Phasenübergangs in Neutronensternkernen möglicherweise in naher Zukunft bestätigen können. Das würde uns enorm dabei helfen, mehr über den Phasenübergangsprozess und die Zusammensetzung von Neutronensternen zu erfahren und unser Universum besser zu verstehen, einschließlich der Phasenübergänge, die auch in seinen frühen Stadien stattfanden.“

WORAN FORSCHEN SIE GERADE?

Arnau Beltran



Arnau Beltran ist seit 2023 Doktorand in der Gruppe von Prof. Dr. Hartmut Wittig und Fellow der Mainz Physics Academy. Er begann seine Forschungen zum anomalen magnetischen Moment des Myons bereits während seines Masterstudiums in Barcelona, was seine Leidenschaft für die theoretische Physik festigte und ihn nach Mainz führte.

Kleine Korrekturen, große Wirkung

„Alle geladenen Elementarteilchen besitzen ein durch ihren intrinsischen Spin erzeugtes Magnetfeld. In meinem Projekt konzentriere ich mich auf die Berechnung des magnetischen Moments, das dieses Magnetfeld charakterisiert. Konkret geht es dabei um das Myon, dessen magnetisches Moment sich mit hoher Präzision messen und mithilfe der Quantenfeldtheorie (QFT) genau berechnen lässt. Dadurch sind präzise Vergleiche zwischen experimentellen und theoretischen Ergebnissen möglich. Im klassischen Elektromagnetismus steht das magnetische Moment im Zusammenhang mit einer Konstante, dem sogenannten g-Faktor, dessen vorhergesagter Wert $g = 2$ beträgt. Die QFT führt jedoch Quantenkorrekturen für diese Konstante ein, was zu einem Wert geringfügig über 2 führt. Die Differenz zwischen der klassischen und der quantenmechanischen Vorhersage wird als „anomalisches magnetisches Moment“ oder „g-2“ bezeichnet.

Um g-2 mithilfe der QFT zu berechnen, müssen wir die Auswirkungen aller bekannten Elementarteilchen berücksichtigen, da diese in diesem Rahmen alle miteinander gekoppelt sind und sich gegenseitig beeinflussen. Jede Diskrepanz zwischen Theorie und Experiment würde auf die Existenz unbekannter Teilchen schließen lassen – und so darauf hindeuten, dass das Standardmodell unvollständig ist.

Deshalb ist die Durchführung hochpräziser Berechnungen von entscheidender Bedeutung. Ich berechne Korrekturen höherer Ordnung für g-2, indem ich elektromagnetische Effekte in die Beiträge der starken Wechselwirkung einbeziehe. Um dies präzise zu tun, stütze ich mich auf die Gitter-QCD. In diesem theoretischen Rahmen werden die Eigenschaften von Quarks und Gluonen, welche die starke Kraft erzeugen, mithilfe eines diskreten Gitters anstelle einer kontinuierlichen Raumzeit simuliert. Das ist unglaublich rechenintensiv und benötigt Supercomputer, wobei mehrere Terabyte an Daten anfallen. Um diese zu analysieren, muss ich nicht nur effiziente Computerprogramme entwickeln, sondern auch die zugrunde liegenden Theorien gründlich verstehen.

Um Verzerrungen zu vermeiden, führe ich eine Blindberechnung durch. Dazu multipliziere ich einen der Terme meiner Analyse mit einer Konstanten, die nur mein Betreuer kennt. Dadurch sind die Auswirkungen meiner Ergebnisse nicht vorhersehbar, da sie keine physikalische Bedeutung haben. Am Ende des Prozesses dividiere ich den multiplizierten Teil meiner Analyse. Anschließend kann ich meine Ergebnisse mit denen anderer Gruppen vergleichen, um festzustellen, ob sie physikalische Phänomene jenseits des Standardmodells vorhersagen.”



WORAN FORSCHEN SIE GERADE?

Younggeun Kim

Younggeun Kim ist Postdoktorand bei Prof. Dr. Dmitry Budker. Während seiner früheren Postdoktorandenzeit in Korea spezialisierte er sich auf den Nachweis hochfrequenter Axionen mithilfe von Mikrowellenresonatoren, einschließlich rauscharmer HF-Auslesung und strenger Kontrolle von Rauschen und systematischen Unsicherheiten.

Zwei Experimente erforschen das Universum

„Ich bin an zwei Experimenten beteiligt, die sich mit zentralen Fragen zu unserem Universum befassen. Einerseits konzentriert sich CASPEr (Cosmic Axion Spin Precession Experiment) auf die Suche nach dunkler Materie durch den Nachweis extrem leichter Teilchen, sogenannter Axionen. Andererseits wird das globale Netzwerk GravNet unbekannte kosmologische Strukturen erforschen, indem es hochfrequente Gravitationswellen nachweist, die von kompakten Objekten wie primordialen Schwarzen Löchern ausgesendet werden.

Das Faszinierendste an diesen Experimenten ist, dass beide nach extrem schwachen Signalen suchen, obwohl sich die Detektorkonzepte und Signalmodelle unterscheiden. Zwar sind die Aufbauten nicht direkt austauschbar, doch lassen sich die grundlegenden experimentellen Fähigkeiten – rauscharme Signalauslesung und sorgfältige Kontrolle systematischer Fehler – übertragen. So kann ich das während meiner Postdoc-Forschung erworbene Fachwissen anwenden und erweitern.

Bei CASPEr kann ich mein Wissen über die Suche nach Axionen der Dunklen Materie auf eine andere Detektionsmethode anwenden: die Kernspinresonanztechnik. Durch die Charakterisierung der Parameter unseres Systems habe ich mich mit dieser Technologie vertraut gemacht und zur Optimierung des Aufbaus beigetragen. Wir sind nun dabei, die letzten Schritte abzuschließen, bevor wir mit der Erfassung physikalischer Daten beginnen können.

Mein Wissen über Mikrowellenresonatoren und quantenbegrenzte Verstärker kommt bei GravNet zum Zug. Ich analysiere Daten aus meiner Postdoc-Forschung erneut. Sie wurden zwar für die Suche nach Axionen erhoben, lassen sich aber auch im Hinblick auf die Eigenschaften von Gravitationswellen interpretieren. Die so gewonnenen Informationen können zur Optimierung des Experiments genutzt werden, das wir in Mainz aufbauen.

Beide Experimente sind Gemeinschaftsprojekte. Ich nutze lokale Messungen als Eingangsdaten für numerische Simulationen, um die Empfindlichkeit abzuschätzen und den Versuchsaufbau zu optimieren. Das bedeutet, dass ich ständig mit den Leuten vor Ort zusammenarbeite. Darüber hinaus nehme ich wöchentlich an mehreren internationalen Meetings teil. So ein aktives Umfeld ermöglicht es mir, von allen zu lernen und eine solide Grundlage für meine Zukunft als leitender Forscher zu schaffen.“



Lea Schlickmann ist Doktorandin in der AG Böser. Bereits als Schülerin kam sie mit der experimentellen Teilchenphysik in Kontakt, als sie an der Mainzer Teilchenphysik-Akademie und an Masterclasses teilnahm, darunter auch an einer zu IceCube. Zu Beginn ihrer Bachelorarbeit stand für sie fest, dass sie in einer internationalen Kollaboration forschen möchte.

INNOVATIVE MODULE FÜR DAS ICECUBE UPGRADE

VOM LABOR IN MAINZ ZUM EIS AM SÜDPOL

Tief im Eis des Südpols misst IceCube Signale von Neutrinos, die aus den Tiefen unseres Kosmos stammen. Dieser gigantische Würfel mit einem Volumen von einem Kubikkilometer, der aus extrem empfindlichen Lichtsensoren besteht, ist nur dank des Beitrags jedes einzelnen der über 450 Forschenden der Kollaboration möglich. Eine von ihnen ist Lea Schlickmann, die zu den 21 Mitgliedern der ersten Welle gehörte, die im November 2025 zum Südpol reisten, um am IceCube Upgrade zu arbeiten.



Das IceCube-Labor im antarktischen Winter.

Bereits seit 2021 ist Lea Mitglied der IceCube-Kollaboration, als sie ihre Bachelorarbeit über die Entwicklung innovativer Hardware für das Experiment begann: die wellenlängenverschiebenden optischen Module (WOMs). Mittlerweile sind die WOMs Realität geworden. Sechs davon sind Teil der über 600 modernen Photodetektoren und Kalibrierungsgeräte, die während des Upgrades zum Experiment hinzugefügt wurden.

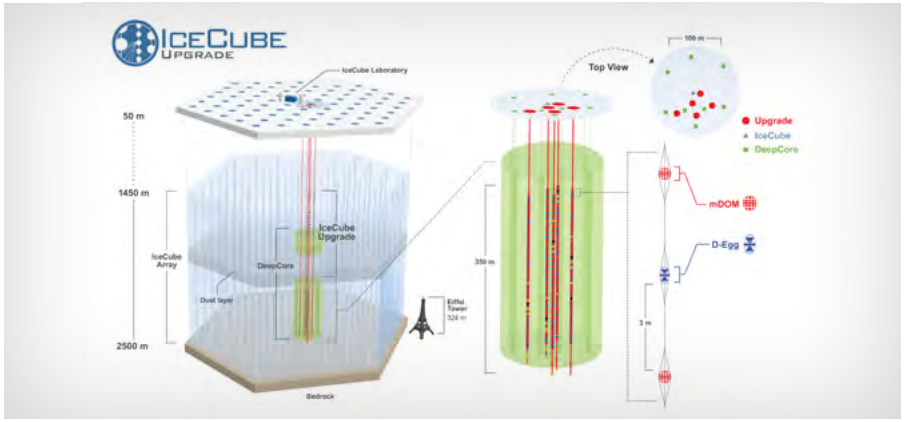
„Zum Zeitpunkt meines Bachelorstudiums befand sich das Projekt noch in einem relativ frühen Entwicklungsstadium. Es ist faszinierend zu sehen, wie die Module sechs Jahre später im Eis installiert wurden“, erklärt Lea. „Ich konnte also die frühen Entwicklungsschritte im Bachelor miterleben und war während meiner Promotion für ihren Bau verantwortlich. Das ist wirklich cool. Außerdem konnte ich die ersten Schritte der Installation am Südpol erleben und die letzte Phase live über meine Kolleginnen und Kollegen mitverfolgen.“



Das IceCube-Labor mit den nahegelegenen Lagercontainern für das Upgrade.

Um Neutrinos zu erkennen, messen die IceCube-Sensoren das Cherenkov-Licht, das entsteht, wenn ein Neutrino mit dem Eis in Wechselwirkung tritt. Die WOMs




IceCube
Upgrade
IceCube Laboratory
50 m
1450 m
2500 m
IceCube Array
IceCube Upgrade
DeepCore
Dust layer
Bedrock
Top View
100 m
Upgrade
IceCube
DeepCore
mDOM
D-Egg
350 m
3 m
Eiffel Tower 324 m



können niedrige Wellenlängen messen, die für die üblichen digitalen optischen Module (DOMs) nicht zugänglich sind. „Cherenkov-Licht hat einen großen UV-Anteil, der bei Messungen mit den DOMs verloren geht, weil die Sensoren dafür nicht sensitiv genug sind. Die WOMs hingegen haben eine Röhre, die mit einer fluoreszierenden, wellenlängenverschiebenden Farbe beschichtet ist. Wenn UV-Photonen auf diese Röhre treffen, wird ihre Wellenlänge in den sichtbaren Bereich verschoben und sie werden zu den Photomultipliern geleitet, wo sie detektiert werden."

Der Bau der hochtechnologischen Module dauerte rund 19 Monate. Lea musste dabei einen sehr interdisziplinären Ansatz verfolgen: Von der Chemie, der wellenlängenschiebenden Farbe bis hin zu Ingenieursaufgaben und Mechanik für den Zusammenbau. Viele Tests wurden im sogenannten WOM Dunkellabor durchgeführt, wo das gemessene Spektrum oder die Effizienz der Module mit einer kontrollierten Lichtquelle analysiert wurde um sicherzustellen, dass alles richtig funktionierte. Während dieser intensiven Zeit wurde sie von Kolleginnen und Kollegen aus Mainz, Wuppertal, Madison, Uppsala und Berlin unterstützt.

„Als Nächstes steht in meiner Forschung noch etwas Software-Programmierung an. Damit können wir die ersten Messungen auswerten, die bald durchgeführt werden, und bestätigen, dass alles in dem IceCube-Framework funktioniert. Ich freue mich auf das nächste Kollaborationsmeeting, bei dem die ersten Ergebnisse vorgestellt werden und man sehen wird, was mit dem Upgrade jetzt möglich ist." In Zukunft können WOMs äußerst wichtige Informationen liefern. Sie wären besonders geeignet für den Nachweis von Neutrinos, die bei einer Supernova entstehen.

„Ich sehe mich auch in Zukunft noch als Teil von IceCube. Ich bin in das Experiment verliebt und könnte mir nach meiner Promotion ein sogenanntes ‚Winterover' vorstellen, bei dem ich ein ganzes Jahr direkt am Südpol arbeiten würde." **+**

Mehr Informationen zum Experiment unter www.icecube.wisc.edu

Bild oben: Lea am Südpol mit den WOMs.

Bilder unten links:
Aufbau des IceCube Detektors, der die Platzierung der im Eis installierten Module schematisch zeigt. Rot markiert sind die fünf neuen Stränge, die im Rahmen des Upgrades des bestehenden Detektors hinzugefügt wurden.

Bilder unten rechts:
Ein WOM wird ins Eis abgesenkt.



Gäste und Mitglieder des Exzellenzclusters PRISMA++ erwarten gespannt die Bekanntgabe der Förderung.

PRISMA++

ZIEL: ZUKUNFT

Mainz bleibt die Heimat der Spitzenforschung in der Teilchen- und Hadronenphysik: Das entschieden die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) und der Wissenschaftsrat im Mai 2025. Die Exzellenzkommission votierte dafür, den Forschungscluster PRISMA++ im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder bis 2032 mit bis zu 50 Millionen Euro zu fördern. Forschende und Unterstützer:innen aus Fachbereich und Universität feierten die Bewilligung gemeinsam mit dem Präsidenten Prof. Dr. Georg Krausch, dem Vizepräsidenten Prof. Dr. Stefan Müller-Stach und Ministerialdirektorin Katharina Heil.



Forschende und Teammitglieder des Koordinationsbüros feiern die Bewilligung des Exzellenzclusters PRISMA++.

Laut DFG und Wissenschaftsrat waren insgesamt 98 Anträge von 47 Universitäten für Exzellenzcluster gestellt worden, von denen nun 70 bewilligt wurden – darunter der Exzellenzcluster PRISMA++ der JGU. Damit gehört die JGU zu den 43 Universitäten, die in dieser Phase der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder erfolgreich waren. In diesem illustren Kreis finden sich auch die Goethe-Universität Frankfurt und die Technische Universität Darmstadt, deren Förderungsanträge ebenfalls bewilligt wurden.

PRISMA++ ist das Folgeprojekt zum Exzellenzcluster PRISMA+ (Precision Physics, Fundamental Interactions and Structure of Matter), der gemeinsam vom Institut für Physik der JGU, dem Institut für Kernphysik der JGU und dem Helmholtz-Institut Mainz gegründet wurde. Für die neue Förderperiode haben sich die Mitglieder des Clusters einen ganzen Zielkatalog gesetzt: Einer der Schlüsselaspekte des Clusters ist der Betrieb des Teilchenbeschleunigers MESA (Mainz Energy-recovering Superconducting Accelerator), der den Vergleich von hochpräzisen Messungen mit den Prognosen der theoretischen Physik ermöglichen soll. In der neuen Förderperiode soll der Cluster weiter die Physik bei hohen und niedrigen Energien erforschen, um neue Teilchen und Phänomene zu entdecken. Außerdem soll die Untersuchung der Eigenschaften von Neutrinos intensiviert werden. Sprecher:innen von PRISMA++ sind Prof. Dr. Concettina Sfienti vom Institut für Kernphysik und Prof. Dr. Alfons Weber vom Institut für Physik der JGU.



JGU Präsident Prof. Dr. Georg Krausch (1.v.l.) und Ministerialdirektorin Katharina Heil (1.v.r) gratulieren den Promovendinnen Rakshya Thapa (2.v.l.) und Saskia Plura (3.v.l.), die sich im Rahmen der Begutachtung des Clusters enorm engagiert hatten.

STATUS REPORT



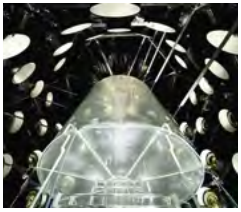
Von links: Cristóbal Morales, Marco Malabarba und Oliver Pilarczyk, drei der Studierenden, die an der JUNO-Kollaboration beteiligt sind. Hinter ihnen ist ein Bild des JUNO-Detektors zu sehen.

JUNO-KOLLABORATION

NEUES AUS 700 METERN TIEFE

Seit 2014 untersucht die JUNO-Kollaboration die Eigenschaften von Neutrinos
Das Jiangmen Underground Neutrino Observatory (JUNO) misst Antineutrinos aus nahegelegenen Kernkraftwerken mit Flüssigszintillator. 2025 erreichte es zwei wichtige Meilensteine: die Befüllung seines Detektors mit 20.000 Tonnen Flüssigszintillator– als erstes Experiment einer neuen Generation – und die Erzielung physikalischer Ergebnisse nur 59 Tage nach Beginn der Datenerfassung mit einer um den Faktor 1,6 höheren Genauigkeit als frühere Messungen. Dieser Erfolg ist das Ergebnis einer Zusammenarbeit von mehr als 700 Forschenden aus über 70 Institutionen in 17 Ländern, darunter die Gruppen von Professoren Michael Wurm und Livia Ludhova.

Der OSIRIS-Vordetektor, eine kleinere Version von JUNO mit 20 Kubikmetern Flüssigszintillator, umgeben von 76 Photomultiplierröhren, ist eine Schlüsselkomponente, deren Bau und Inbetriebnahme von der AG Wurm geleitet wurden. Oliver Pilarczyk, Doktorand in der Gruppe, erklärt: „Bei der Inbetriebnahme und der Erstbefüllung von JUNO trug OSIRIS zur Optimierung des Prozesses bei, indem es beispielsweise kleine Systemlecks identifizierte, die andernfalls den Szintillator mit radioaktivem Radon aus der Umgebungsluft kontaminiert hätten.“ Die Entwicklung eines solchen Detektors begann in Mainz und war sehr zeitaufwendig: „Bereits 2016 begann die Gruppe in Zusammenarbeit mit einem Produktionsunternehmen“, sagt Oliver. „Ich kam 2020 dazu und reiste im Sommer 2022 mit Kolleginnen und Kollegen aus Tübingen und Jülich nach China, um mit der Arbeit an der OSIRIS-Hardware zu beginnen; wir waren alle paar Monate vor Ort, bis der Detektor betriebsbereit war.“



Der OSIRIS-Vordetektor: Der zylindrische Acrylbehälter enthält 20 Kubikmeter Flüssigszintillator und von Photomultiplier-Röhren umgeben.



Der zentrale Detektor von JUNO ist mit Szintillationsflüssigkeit gefüllt und von Photomultiplier-Röhren umgeben.

Mehr Informationen zum Experiment unter https://juno.ihep.cas.cn

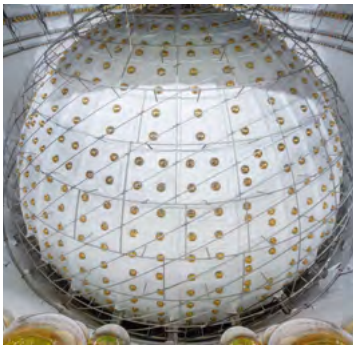


Oliver mit einer Probe von Flüssigszintillator, ähnlichem dem für OSIRIS und JUNO verwendeten.



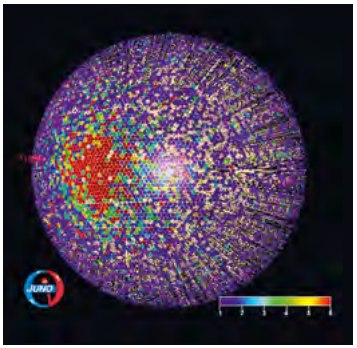
Cristóbal (links) und Marco (rechts) besprechen die laufende Analyse der JUNO-Daten.

Noch lange bevor der Detektor mit flüssigem Szintillator befüllt wurde, bereiteten sich die Datenanalyse-Teams auf diesen Moment vor. Zu ihnen gehörten Cristóbal Morales Reveco und Marco Malabarba, Doktoranden in der AG Ludhova. „Wir haben beide die meisten Schritte der JUNO-Datenanalyse durchlaufen“, erklärt Cristóbal. „Zunächst haben wir die erwarteten Daten simuliert. So haben wir ein Verständnis für den Detektor aufgebaut und waren bereit, nach seiner Fertigstellung und dem Beginn der vorläufigen Wasserbefüllung die Realdaten korrekt zu analysieren.“ Marco fügt hinzu: „Ein weiterer wichtiger Aspekt der Vorbereitung war die Identifizierung der primären Hintergründe in unseren Daten.“



Der JUNO-Detektor von außen gesehen

Jede Person im Rahmen der großen JUNO-Kollaboration leistet einen spezifischen Beitrag. Cristóbal konzentriert sich auf die Antineutrino-Analyse, führt Sensitivitätsstudien und Simulationen durch und arbeitet an der Ereignisselektion, um Signale und Hintergründe zu ermitteln, anhand derer die Oszillationsparameter bestimmt werden können. Marco ist auf die Kalibrierung mit Daten aus bekannten radioaktiven Quellen spezialisiert, wobei er sich auf die Detektorantwort konzentriert, und hilft bei der Interpretation von Messungen sowie bei der Verbesserung der Energieauflösung, was für die Messung von Oszillationsparametern und die Bestimmung der Neutrino-Massenreihenfolge unerlässlich ist.



Signal eines Reaktorneutrino-Ereignisses, das am 24. August 2025 erfasst wurde.

Auch OSIRIS liefert wichtige Daten, mit deren Hilfe Oliver die Mengen an Uran, Thorium und Radon im Flüssigszintillator berechnen kann. Dadurch lässt sich die Genauigkeit künftiger Daten verbessern.

In den nächsten zehn Jahren will JUNO die Reihenfolge der Neutrino-Massen bestimmen, Oszillationsparameter mit einer Genauigkeit im Subprozentbereich messen und Phänomene untersuchen, die von Sonnen- und Supernova-Neutrinos bis hin zur Physik jenseits des Standardmodells reichen, einschließlich der Suche nach dem neutrinolosen Doppel-Beta-Zerfall. +



Mit den Teilchenphysik-Masterclasses schnuppern Schüler:innen in die Welt der Physik an der Uni Mainz.

WISSEN WEITERGEBEN

MASTERCLASSES: PHYSIKER:IN FÜR EINEN TAG +++

Einen Tag lang in die Forschungsarbeit einer Uni schnuppern – und selbst auf die Spuren der kleinsten Teilchen des Universums gehen? Das geht mit den Teilchenphysik-Masterclasses am Institut für Physik. Schülerinnen und Schüler ab der 10. Klasse können hier in Gruppen von bis zu 35 Teilnehmenden für einen Tag Physiker:innen werden. Unter der Aufsicht und Anleitung von Expertinnen und Experten im Feld lernen sie, was es mit der Teilchenphysik auf sich hat und arbeiten dann selbstständig daran, echte Daten aus verschiedenen Experimenten auszuwerten, an denen Forscherinnen und Forscher des Exzellenzclusters PRISMA^{++} weltweit beteiligt sind.

Die Teilchenphysik-Masterclasses beginnen üblicherweise mit einer Einführung in die Teilchenphysik allgemein und in das Tagesthema im speziellen. Das kann kosmische Strahlung sein oder das Higgs-Teilchen, das im ATLAS-Experiment am CERN erforscht wird. Auch Neutrinos und wie sie im IceCube-Experiment am Südpol beobachtet werden, stehen in einer Masterclass auf dem Lehrplan.

Auf die standesgemäße mittägliche Stärkung in der Mensa – wie die echten Wissenschaftler:innen – folgt am Nachmittag der echte Mitmach-Teil der Masterclasses. Nach einer kurzen Einführung in die Software analysieren die Schülerinnen und Schüler selbstständig echte Forschungsdaten aus den passenden Experimenten oder bauen selbst Nebelkammern, um zu sehen, welche Teilchen uns jederzeit umgeben.

„Es ist eine tolle Abwechslung zum Schulalltag, hier moderne Physik zu sehen“, so beschreibt ein teilnehmender Schüler seine Erfahrung mit seiner Masterclass. Und auch die Forscherinnen und Forscher freuen sich, ihr Wissen und ihre Leidenschaft für ihre Arbeit weitergeben zu können. Die Teilchenphysik-Masterclasses sind dabei nur ein Teil der Outreach-Strategie des Clusters. Mit Vortragsreihen wie „Physik am Samstag“, Schülerlaboren und der Teilchenphysik-AG trägt PRISMA^{++} aktuelle Forschung in die breite Bildung und begeistert hoffentlich die Forscherinnen und Forscher von morgen. **+**





Bild oben: Echte Daten vom CERN in Genf oder vom IceCube-Experiment am Südpol werden gemeinsam ausgewertet.

Bild unten: Nebelkammern und andere Experimente laden zum Mitmachen ein.

PRISMA^{++} bietet Schülerinnen und Schülern ab der 10. Klasse Masterclasses rund um die Teilchenphysik an.

Mehr Informationen unter www.schule.physik.uni-mainz.de/teilchenphysik-masterclasses

CHRONIK 2025

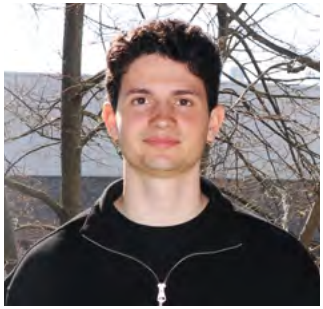
Auf den folgenden Seiten blicken wir auf das Jahr 2025 zurück, berichten in Kurzform über die spannendsten Ereignisse und werfen einen Ausblick auf die Zukunft. Wir gratulieren mehreren Preisträgerinnen und Preisträgern, feiern Meilensteine in unserer lokalen Infrastruktur und Forschung, freuen uns auf neue und fortlaufende Projekte und erinnern an faszinierende wissenschaftliche Ergebnisse. Lassen Sie sich von den Fortschritten von PRISMA+ begeistern!

JANUAR



11. Januar:
Prof. Dr. Dr. Livia Ludhova wurde mit dem slowakischen Orden Ľudovít Štúr, 2. Klasse, Zivilabteilung, ausgezeichnet. Die feierliche Verleihung durch den Präsidenten der Slowakischen Republik, Peter Pellegrini, fand am 11. Januar 2025 in Bratislava statt. Der Ľudovít-Štúr-Orden ist die dritthöchste staatliche Auszeichnung der Slowakei und wird von deren Präsidenten auf Vorschlag der Regierung verliehen. Ludhova wird damit für ihre außerordentlichen Beiträge zur Entwicklung der Slowakischen Republik im Bereich Wissenschaft und Technologie geehrt. Die Verleihung bestätigt die exzellente Qualität ihrer Forschung auf dem Gebiet der Niederenergie-Neutrino-Physik.

MÄRZ



25. März:
Nicholas Leister, Doktorand in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Pedro Schwalle und Mitglied der Mainz Physics Academy, erhielt die Promotionsförderung der Studienstiftung des deutschen Volkes. Dies ist eine herausragende Anerkennung für seine überdurchschnittlichen Studienleistungen und sein wissenschaftlich anspruchsvolles Promotionsvorhaben. Die Aufnahme in die Studienstiftung ist äußerst kompetitiv und gelingt weniger als 0,4 % aller deutschen Studierenden. Die Promotionsförderung umfasst eine großzügige finanzielle Unterstützung sowie ein umfassendes Bildungsprogramm. So werden sowohl die Forschung als auch der wissenschaftliche Dialog und die persönliche Weiterentwicklung gefördert.

APRIL



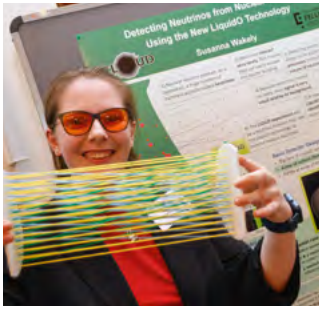
10. April:
Eine 3,3 Tonnen schwere Vakuumkammer für den neuen Teilchenbeschleuniger MESA wurde geliefert. Mit einer Länge von sieben Metern, einem Durchmesser von 2,4 Metern und einem Gesamtvolumen von 32 Kubikmetern stellt sie die extrem anspruchsvollen Bedingungen des P2-Experiments her. Im vorderen Teil sorgt die Kammer für das erforderliche Vakuum, um die Targetzelle bei rund minus 257 Grad Celsius betreiben zu können. Der Probenbehälter und das gesamte Kühlsystem enthalten rund 70 Liter flüssigen Wasserstoff. Das Vakuum dient dabei als Isolierung und verhindert den Wärmeaustausch durch Konvektion. Heliumgas umgibt auch den Silizium-Pixeldetektor im hinteren Teil der Kammer.



11. April:
Das KATRIN-Experiment legte eine Obergrenze für die Masse des Neutrinos von $8{\times}10^{-37}$ kg (0,45 eV/c^2) fest. Die entsprechenden Daten wurden in der Fachzeitschrift Science veröffentlicht und stellten einen Weltrekord hinsichtlich der Präzision dar, mit der die Neutrinomasse gemessen wurde. Dabei wurde die Energieverteilung von Elektronen genutzt, die beim Betazerfall von Tritium entstehen. Dies erforderte hochmoderne technische Komponenten am Karlsruher Institut für Technologie: eine 70 Meter lange Strahlführung, die eine intensive Tritiumquelle sowie ein hochauflösendes Spektrometer mit einem Durchmesser von 10 Metern beherbergt.



15. April:
Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat die Förderung des Mu3e-Experiments um weitere vier Jahre verlängert und mit 5,6 Millionen Euro ausgestattet. Diese Verlängerung ermöglicht weitere Schritte bei der Suche nach dem sogenannten leptonischen Flavour-verletzenden Zerfall eines positiven Myons, bei dem das Myon in zwei Positronen und ein Elektron zerfällt. Eine solche Beobachtung wäre ein eindeutiger Hinweis auf neue Physik. In der ersten Phase des Experiments wird ein Myonenstrahl mit einer Intensität von bis zu 100 Millionen Myonen pro Sekunde verwendet. Ab 2027 soll das Experiment mithilfe einer neuen Hochintensitäts-Myonenstrahlführung weiter optimiert werden, um die Teilchenrate auf außergewöhnliche 10 Billionen Zerfälle zu erhöhen.



28. April:
Im Rahmen seiner jährlichen Aufnahmeveranstaltung am 28. April nahm das Gutenberg Academy Fellows Program (GAFP) Susie Wakely als neues Juniormitglied auf. Susie ist seit 2023 Doktorandin bei Prof. Alfons Weber und Mitglied der Mainz Physics Academy. In ihrer Promotion arbeitet sie an dem Design eines LiquidO-Reaktor-Neutrinodetektors für das CLOUD-Experiment. Das GAFP dient der Förderung der interdisziplinären Vernetzung sowie der finanziellen Unterstützung herausragender Promovierender an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz und begleitet sie durch ein Sponsoring- und Mentoring-Programm.

MAI

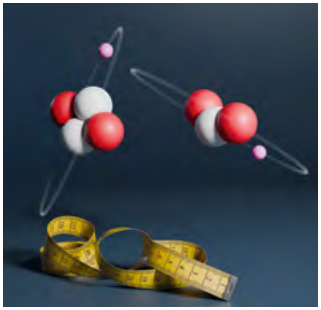


07. Mai:
Dr. Wolfram Ratzinger (links) erhielt den Wilhelm und Else Heraeus-Dissertationspreis 2025 für seine Dissertation „Misaligned, tilted and distorted: The hard life of audible axions". In der von Prof. Dr. Pedro Schwaller betreuten Arbeit untersuchte er die Instabilitäten von Axionen, die Gravitationswellen erzeugen und bislang ungelöste Fragen des frühen Universums beantworten könnten. Dr. Miguel Salg (rechts) erhielt den Professor-Herminghaus-Preis für herausragende Dissertationen der Physik. In der Gruppe von Prof. Dr. Hartmut Wittig untersuchte er die elektromagnetischen Formfaktoren des Protons und des Neutrons. Seine Ergebnisse helfen dabei, systematische Fehler in Simulationen zu kontrollieren und leisten somit einen wichtigen theoretischen Beitrag zur Lösung des Protonenradius-Rätsels.



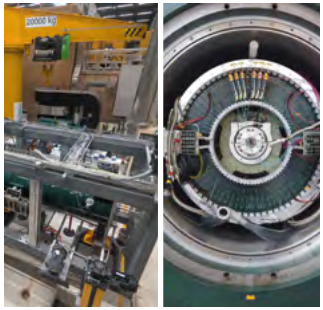
22. Mai:
PRISMA^{++}, das Folgeprojekt zu PRISMA^{+}, wurde von der Exzellenzkommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft bewilligt. Während des siebenjährigen Förderzeitraums wird die Suche nach neuer Physik fortgesetzt. Schlüsselaspekte des Clusters sind der Betrieb des Teilchenbeschleunigers MESA, die Untersuchung der Eigenschaften von Neutrinos sowie die Erforschung der Physik bei hohen und niedrigen Energien. Das wissenschaftliche Programm des „Mainz Institute of Theoretical Physics" sowie die Hardwareentwicklung im „PRISMA Detektorlabor" werden die Aktivitäten des Clusters weiterhin maßgeblich unterstützen. Die „Mainz Physics Academy" wird weiterhin das Dach für alle Maßnahmen zur Ausbildung und Karriereplanung des wissenschaftlichen Nachwuchses bilden.

Lesen Sie auch S. 16 „Ziel: Zukunft"



23. Mai:
Ein Forschungsteam unter der Leitung von Professor Randolf Pohl erzielte einen bedeutenden Durchbruch bei der Bestimmung der grundlegenden Eigenschaften von Atomkernen. Zum ersten Mal führte das Team Laserspektroskopie-Experimente an myonischem Helium-3 durch. Die neuen Ergebnisse aus den Messungen an myonischem Helium stimmen gut mit den jüngsten Experimenten an normalem Helium überein und wurden in der Fachzeitschrift Science veröffentlicht. In Kombination mit früheren Ergebnissen zu myonischem Helium-4, die 2021 in Nature veröffentlicht wurden, kann das Team nun den Unterschied im Ladungsradius zwischen Helium-3 und Helium-4 genau bestimmen, was ein wichtiger Schritt auf der Suche nach Physik jenseits des Standardmodells ist.

JUNI



06. Juni:
Die internationalen Forschungskonsortien NEMESIS (Neutron Experiments join Muon Experiments for Synergy in Investigation and Search for New Physics) und BEYOND (Search for Physics Beyond the Standard Model at the High Intensity Frontier, from New Physics to Spin-offs) wurden im Rahmen der Marie-Skłodowska-Curie-Maßnahmen der Europäischen Kommission (MSCA) zur Förderung ausgewählt. Die an NEMESIS und BEYOND beteiligten Forscher der JGU – Mitglieder der Gruppen von Prof. Dr. Martin Fertl bzw. Prof. Dr. Niklaus Berger – erhielten daraus rund 180.000 Euro. Diese Mittel sollen insbesondere zur Deckung der Reisekosten für die Vorbereitung und Durchführung der Experimente tSPECT, n2EDM und Mu3e am schweizerischen Paul-Scherrer-Institut verwendet werden.



AUGUST

17. Juni:
Der Physik-Nobelpreisträger und Pionier auf dem Gebiet der experimentellen Überprüfung fundamentaler Prinzipien der Quantentheorie, Serge Haroche, hielt beim Physikalischen Kolloquium einen Vortrag. Das 100-jährige Jubiläum der Entwicklung der modernen Quantentheorie bildete den zeitlichen Rahmen für seinen Vortrag zum Thema „The Physics of Rydberg Atoms: from Bohr's Hydrogen Model to Quantum Information". Mit seinen Arbeiten zur Hohlraum-Quantenelektrodynamik, bei der einzelne Photonen in Resonatoren eingefangen und durch ihre Wechselwirkung mit sogenannten Rydberg-Atomen nachgewiesen werden konnten, gelang ihm die experimentelle Bestätigung von Quanten-Dekohärenz, was einer Realisierung des Gedankenexperiments von Schrödingers Katze gleichkommt.



13. August:
Prof. Dr. Georg von Hippel und Dr. Konstantin Ottnad vom Institut für Kernphysik haben die Wechselwirkung des Pions mit dem Higgs-Feld auf Grundlage der Quantenchromodynamik mit bisher unerreichter Präzision berechnet. Mithilfe groß angelegter Simulationen der Gitter-QCD auf Supercomputern ermittelten sie die sogenannten Niedrigenergiekonstanten der chiralen Störungstheorie. Die Präzision ihrer Ergebnisse, die im Journal Physical Review Letters veröffentlicht wurden, war mehr als zehnmal höher als frühere Berechnungen. In einem begleitenden Artikel, der in Physical Review D veröffentlicht wurde, nutzten sie ihren Ansatz zudem, um die Beiträge zum Radius des Pions mit beispielloser Präzision zu berechnen.



22. August:
Forschende der AG Budker und des Helmholtz-Instituts Mainz haben eine neuartige Methode zur Untersuchung der inneren Struktur von Atomen entwickelt. Dabei haben sie bisher unbekannte atomare Übergänge im Seltenerdelement Samarium entdeckt. Diese Erkenntnisse basieren auf der Dual-Comb-Spektroskopie (DCS), einer Methode, mit der sich atomare Spektren in einem breiten Band elektromagnetischer Frequenzen mit hoher Auflösung und Empfindlichkeit messen lassen. Die Entwicklung dieses neuartigen Ansatzes ist einer der ersten Schritte im internationalen Projekt „Spectroscopy 2.0", dessen Ziel die Entwicklung eines massiv-parallelen spektroskopischen Werkzeugs ist, mit dem sich eine große Anzahl spektroskopischer Messungen gleichzeitig durchführen lässt.



26. August:
Das unterirdische Neutrino-Observatorium JUNO, an dessen Vorbereitung Forscher der Arbeitsgruppen Ludhova und Wurm beteiligt waren, hat die Befüllung des Neutrino-Detektors mit 20.000 Tonnen Flüssigszintillator abgeschlossen und mit der Datenerfassung begonnen. Nach mehr als zehnjähriger Bauzeit ist JUNO das erste Experiment einer neuen Generation weltweit führender Neutrino-Experimente, das in Betrieb genommen wurde. Mainzer Teams haben wichtige Bausteine zu diesem Erfolg beigetragen: von der Entwicklung des OSIRIS-Vordetektors über Empfindlichkeitsstudien bis hin zur Analyse der ersten Daten.

Lesen Sie auch S. 18: „Status Report: JUNO"

SEPTEMBER



04. September:
Dr. Vasily Sotnikov (links), neues Mitglied des Mainzer Instituts für Physik, und Dr. Juliana Stachurska (rechts), assoziiertes Mitglied des PRISMA$^+$-Clusters von der Universität Gent, erhielten jeweils einen ERC Starting Grant. Mit dem Projekt „HiNPrecise: High-Multiplicity Scattering for a New Era of Precision at Particle Colliders" wird Sotnikov eine neue Generation von Methoden zur Berechnung der Teilchenstreuung entwickeln, mit denen sich die extreme Genauigkeit zukünftiger Messungen erreichen lässt. Stachurska wird mit dem Projekt „NuMass: measuring Neutrino Mass to gain deeper insight into our Universe" groß angelegte Detektoren entwickeln, um durch die Detektion des Betazerfalls den Weg für die nächste Generation von Neutrinoexperimenten zu ebnen.

OKTOBER



22. Oktober:
Die „konkurrierenden" Neutrino-Experimente NOvA und T2K haben erste gemeinsame Analyse veröffentlicht. Als long-baseline-Experimente eignen sie sich ideal für die Untersuchung von Neutrinooszillationen. Da sie ähnliche wissenschaftliche Ziele verfolgen, aber unterschiedliche Basislinien und Neutrinoenergien haben, können Physikerinnen und Physiker durch die Kombination ihrer Daten mehr Erkenntnisse gewinnen. Zwei Experimente mit unterschiedlichen Basislinien und Energien haben bessere Chancen, die beiden Effekte zu entwirren, als ein Experiment allein. Diese Arbeit wird die Grundlage für zukünftige kombinierte Ergebnisse sein, nicht nur von T2K und NOvA, sondern auch von den Neutrino-Strahl-Experimenten der nächsten Generation, Hyper-Kamiokande und DUNE.



26. Oktober:
Lea Schlickmann, Doktorandin in der AG Böser, wurde für diese Saison in das Südpol-Team der IceCube-Kollaboration berufen. Am Südpol unterstützte sie die Vorbereitungen für das geplante IceCube Upgrade. Dabei sollten über 700 neue optische und Kalibrationsmodule installiert werden. Für die anstehenden Arbeiten testete Lea unter anderem die neuen Module und half beim Aufbau der notwendigen Infrastruktur, beispielsweise beim Verlegen von Kabeln oder beim Freischaufeln der Geräte. Zu den neuen Komponenten gehörten auch zehn sogenannte wellenlängenschiebende optische Module (WOMs): innovative, auf UV-Licht spezialisierte Detektoren. Diese wurden in Mainz gemeinsam mit den Universitäten Wuppertal, Madison und Uppsala entwickelt, produziert und getestet.

Lesen Sie auch S. 12: „Vom Labor in Mainz zum Eis am Südpol"

NOVEMBER

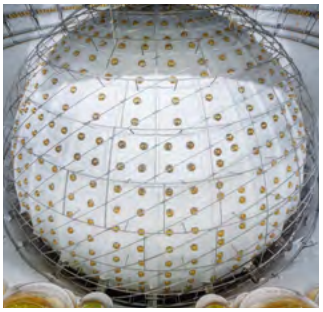


13. November:
Das Kick-off-Meeting für das neue BMFTR-Verbundprojekt „ScintLaCharm" fand in Jena statt. Neben Hellma Materials und der JGU gehören das Fraunhofer-Institut INT in Euskirchen, die Brenk Systemplanung GmbH in Aachen und die Julius-Maximilians-Universität Würzburg zum Verbund. Der Schwerpunkt liegt auf der Gamma-Instrumentierung im Rückbau von Kernkraftwerken. Die AG Oberlack wird mit Unterstützung des PRISMA Detektorlabors eine Gamma-Kamera basierend auf dem Compton-Effekt entwickeln. Diese wird auf Detektormodulen aus Plastikszintillatoren und $CeBr_3$-Kristallen aufgebaut sein. Lichtblitze werden durch SiPMs ausgelesen. Die hohe räumliche und energetische Auflösung der Detektormodule soll eine hohe Winkelauflösung von ca. 3 Grad bei hoher Sensitivität ermöglichen.

DEZEMBER

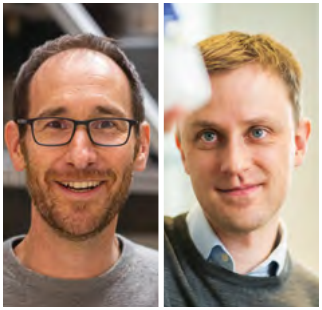


18. November:
Dr. Simon Kuberski erhielt die Emmy-Noether-Förderung für sein Projekt „New Approaches in Nonperturbative Physics of Heavy Quarks". Diese ermöglicht es hervorragend qualifizierten Postdocs, sich durch die eigenverantwortliche Leitung einer Emmy-Noether-Gruppe über einen Zeitraum von sechs Jahren für eine Hochschulprofessur zu qualifizieren. Im Rahmen der Förderung wird Kuberski in Mainz eine Nachwuchsgruppe aufbauen, die sich mit hochpräzisen Gitter-QCD-Berechnungen in der Schwerquark- und Flavourphysik beschäftigt. Ein Schwerpunkt wird dabei auf der Entwicklung neuer numerischer Methoden liegen, die systematische Unsicherheiten in solchen Rechnungen weiter reduzieren und somit die Vorhersagen für schwere Quarks verbessern.



19. November:
Die JUNO-Kollaboration nutzte Daten, die vom unterirdischen Experiment zwischen dem 26. August und dem 2. November 2025 – somit nur 59 Tage nach Betriebsbeginn – gesammelt wurden, um die Parameter der Solarneutrinooszillation zu messen. Diese Ergebnisse wiesen bereits eine um den Faktor 1,6 höhere Präzision auf als alle bisherigen Experimente zusammen. Diese Messung bestätigte die Diskrepanz bei den Sonnenneutrinos, die sich aus Messungen mit Sonnenneutrinos und Reaktorantineutrinos ergibt. An der Datenanalyse, an der mehrere Gruppen dieser hochgradig internationalen Zusammenarbeit mitwirkten, waren Forschende der AGs Ludhova und Wurm maßgeblich beteiligt.

Lesen Sie auch S. 18: „Status Report: JUNO"



09. Dezember:
Prof. Dr. Martin Fertl (links) und Dr. Stefan Schoppmann (rechts) erhielten jeweils einen ERC Consolidator Grant zur Förderung ihrer herausragenden Projekte in den Bereichen experimentelle Teilchenphysik und Detektorentwicklung. Beide Projekte zielen darauf ab, unser Verständnis der Grundlagenphysik zu vertiefen. Fertls Projekt „NuLife" dient einerseits als hochpräziser Test der Struktur der schwachen Wechselwirkung, indem die Lebensdauer von Neutronen mithilfe einer vollständig magnetischen Falle untersucht wird. Schoppmanns Projekt NuDoubt^{++} zielt andererseits darauf ab, die Neutrinoforschung mit einem neuartigen Detektorkonzept zur Messung des doppelten Betazerfalls zu erweitern, das auf der Verwendung von hybriden und opaken Szintillatormaterialien basiert.



22. Dezember:
Prof. Dr. Thomas Becher erhielt auf Nominierung der JGU den Carl-Zeiss-Humboldt-Forschungspreis. Der mit 100.000 Euro dotierte Preis ermöglicht ihm Forschungsaufenthalte im Ausland. Während seiner geplanten Gastaufenthalte bei Prof. Dr. Matthias Neubert in Mainz wird er sich intensiv dem Problem der Faktorisierung widmen. Ziel ist es, die komplizierten Vorgänge in Protonenkollisionen in zwei Faktoren zu unterteilen. Diese Forschung liefert die Grundlagen für die Vorhersage von Prozessen am LHC und spielt somit eine wichtige Rolle bei der Suche nach neuer Physik jenseits des Standardmodells der Elementarteilchenphysik.

IMPRESSUM

Herausgeber:
Exzellenzcluster PRISMA++
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Staudingerweg 9, 55128 Mainz
www.prisma.uni-mainz.de
prisma@uni-mainz.de

Konzeption, Redaktion, Text:
Dr. Victoria Durant und Max Holl,
Öffentlichkeitsarbeit PRISMA++

Gestaltung:
pure:design Mainz, www.pure-design.de

Druck:
Seltersdruck & Verlag Lehn GmbH & Co. KG

Fotografie, Bildnachweis:
Prof. Dr. Niklaus Berger/JGU (Titel); Werner Feldmann (S. 4); Jonas Werner Photography (S. 6, 8, 10); Emmett Krupczak, IceCube/NSF (S. 12); Ilya Bodo, IceCube/NSF, Colton Hill, IceCube/NSF (S. 13); Emmett Krupczak, IceCube/NSF, IceCube Collaboration (S. 14); Jonas Werner Photography (S. 16); JUNO-Kollaboration (S. 17); Jonas Werner Photography (S. 18); JUNO-Kollaboration (S. 19); Peter Pulkowski (S. 20), Peter Pulkowski (S.21); PRISMA++ (S. 22, 23); privat, Caroline Hoffmann/JGU (S. 24); Caroline Hoffmann/JGU, Michael Zacher / KATRIN-Kollaboration, Prof. Dr. Niklaus Berger/JGU, privat (S. 25); privat, Peter Pulkowski, Julian Krauth, Prof. Dr. Niklaus Berger, Prof. Dr. Martin Fertl (S.26); Peter Pulkowski, Razmik Aramyan, JUNO-Kollaboration (S. 27); privat, KEK High Energy Accelerator Research Organization, Emmett Krupczak, IceCube/NSF, Uwe Oberlack/JGU (S. 28); Angelika Stehle, Yuexiang Liu/JUNO-Kollaboration, Angelika Stehle, Niklaus Berger, privat (S. 29)

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, Aufnahme in Online-Dienste und Internet sowie Vervielfältigung auf Datenträgern nur mit Genehmigung des Herausgebers.

AT A GLANCE

What lies beyond the standard model? Why does the universe contain so much more matter than antimatter? Do new particles or new forces exist? What is the nature of dark matter? More than 300 scientists from the PRISMA$^+$ Cluster of Excellence at Johannes Gutenberg University Mainz are working on these fundamental questions.

The construction and operation of innovative large-scale facilities on the Mainz campus, a leading participation in international large-scale experiments worldwide, and an excellently positioned and powerful research force in theoretical physics: This unique combination makes Mainz an important center of international particle, astroparticle and hadron physics.

2019 – 2025
Funding period

52 Mio.
Funding amount in EUR

53 senior researchers,
154 doctoral candidates,
93 postdoctoral researchers,
16 new research groups
since 2012
(Status 12/2025)

Institutes involved:
Institute of Physics, JGU; Institute of Nuclear Physics, JGU;
Department of Chemistry, JGU;
Helmholtz Institute Mainz (HIM)

PRISMA$^+$ (Precision Physics, Fundamental Interactions and Structure of Matter) is funded by the Excellence Strategy of the German Federal and State Governments.



PRISMA+ Cluster of Excellence
Precision Physics, Fundamental Interactions and Structure of Matter

JOHANNES GUTENBERG UNIVERSITÄT MAINZ

JG|U