

HIGHLIGHTS 2019
START IN
DIE ZWEITE
RUNDE

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
(zweite Förderperiode)



52 Mio.

Fördersumme (in Euro)



49 leitende
Wissenschaftlerinnen und
Wissenschaftler,
ca. 180 Doktorandinnen und
Doktoranden, ca. 100 Postdocs,
10 neue Forschungsgruppen
seit 2012



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



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

INHALT

05 Wir über uns

06 Vorwort

- Prof. Dr. Matthias Neubert/
Prof. Dr. Hartmut Wittig
- Prof. Dr. Georg Krausch

10 Herzlichen Glückwunsch!

12 Das ist unsere
Forschung bei PRISMA⁺

14 Woran forschen Sie gerade?

- Javier Castellano
„Unterwegs in der Extradimension“
- Dr. Victoria Durant
„Der Griff nach den Sternen“
- Stephan Aulenbacher
„It`s MAGIX!“

20 NEU bei PRISMA⁺

22 Strategische Partnerschaften –
Zusammenarbeit zahlt sich aus

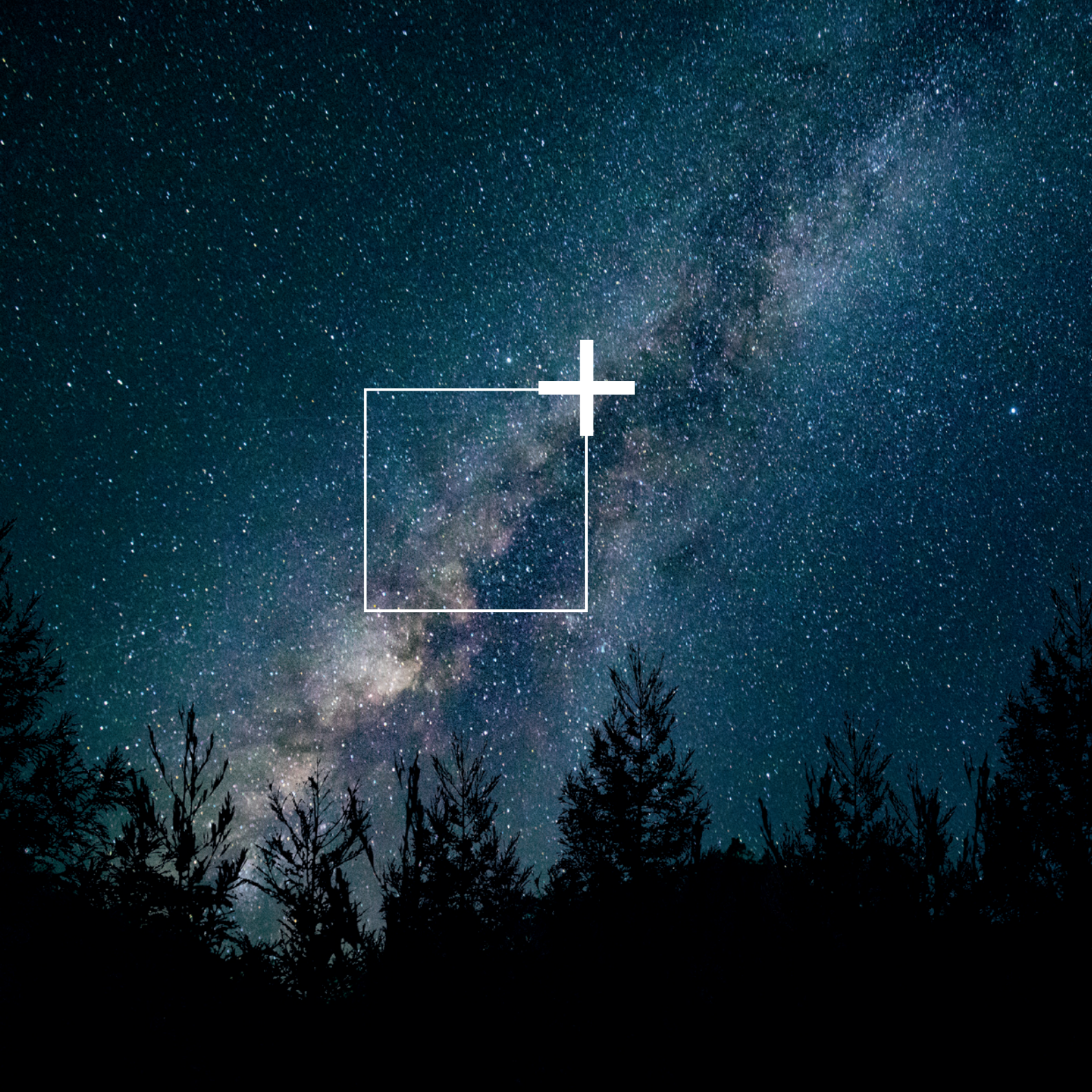
24 Forschung braucht (Frei)räume –
das neue Centrum für
Fundamentale Physik

26 Wissen weitergeben –
Wissenschaft aus erster
Hand erleben

28 Perspektiven schaffen –
Karriereförderung für Postdocs

30 Chronik 2019

36 Impressum



WIR ÜBER UNS

Das Standardmodell der Teilchenphysik beschreibt die uns bekannten Grundbausteine der Materie mit beeindruckender Genauigkeit. Trotz seines großen Erfolgs lässt es grundlegende Fragen jedoch unbeantwortet. Vielmehr noch: Es gibt Erkenntnisse, die erste Anhaltspunkte für neue Teilchen und fundamentale Kräfte jenseits des Standardmodells liefern. Ziel von PRISMA⁺ ist die Suche nach dieser „neuen Physik“.

Was kommt jenseits des Standardmodells? Warum gibt es im Universum so viel mehr Materie als Antimaterie? Gibt es neue Teilchen und bisher unerforschte Kräfte? Woraus besteht die dunkle Materie? Mit diesen fundamentalen Fragen beschäftigen sich mehr als 300 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Exzellenzcluster PRISMA⁺ der Johannes Gutenberg-Universität Mainz.

LIEBE LESERINNEN UND LESER



Ein vermeintlich kleines „+“ hat für uns eine große Bedeutung: Im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder haben wir unsere wissenschaftliche Leistungsfähigkeit einmal mehr erfolgreich unter Beweis gestellt – und aus PRISMA ist zu Jahresbeginn PRISMA⁺ geworden.

Heute können wir auf eine ausgezeichnete Forschungsinfrastruktur auf dem Gutenberg-Campus zurückgreifen: Mit der Bewilligung von PRISMA im Juni 2012 wurden in den letzten Jahren wichtige Voraussetzungen geschaffen – zum Beispiel für die Gewinnung herausragender Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und den Aufbau neuer Forschungsgruppen, für die Etablierung eines innovativen Detektorlabors oder für den Bau des neuartigen Elektronenbeschleunigers MESA: Durch Energierückgewinnung wird dabei eine extrem hohe Strahlintensität erreicht, die sonst nur mit einem immensen Energieaufwand machbar wäre.

Auch das erste Jahr von PRISMA⁺ haben wir bereits sehr erfolgreich genutzt und gemeinsam mit unseren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie unseren Kooperationspartnern weltweit viel erreicht: Der Bau der MESA-Experimentierhalle ist in vollem Gange und wir waren sehr erfolgreich bei der Etablierung

neuer strategischer Partnerschaften. Die Mainz Physics Academy nimmt mehr und mehr Gestalt an: In einem Workshop mit externen Referenten haben wir wichtige Weichen gestellt, um künftig alle Maßnahmen im Bereich der Graduiertenausbildung und Nachwuchsförderung zusammenzufassen. Insbesondere durch Etablierung eines Excellence Tracks wollen wir eine Brücke schlagen zwischen der exzellenten Forschung bei PRISMA⁺ und der akademischen Lehre.

Neugierig geworden? Dann finden Sie noch mehr spannende Aktivitäten und Ereignisse auf den nächsten Seiten unserer „Highlights“, die in diesem Jahr erstmals in dieser erweiterten Form erscheinen.

Wir wünschen Ihnen eine anregende Lektüre und viel Freude beim Blättern und Lesen.

Bleiben Sie neugierig!



PROF. DR. HARTMUT WITTIG

PROF. DR. MATTHIAS NEUBERT

SPRECHER DES EXZELLENZCLUSTERS PRISMA⁺

LIEBE LESERINNEN UND LESER



Die Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU) zählt mit rund 31.000 Studierenden aus 120 Nationen zu den großen und vielfältigen Universitäten Deutschlands. Als Forschungsuniversität genießt sie weltweite Anerkennung. Ein Spitzenbereich der JGU liegt in der Teilchen-, Astroteilchen- und Hadronenphysik, die ihre exzellente Forschungsleistung durch den Erfolg im Exzellenzstrategie-Wettbewerb des Bundes und der Länder verdeutlicht hat: Im Jahr 2018 wurde der Forschungsverbund PRISMA⁺ als Exzellenzcluster ausgezeichnet.

PRISMA⁺ liefert Erkenntnisse zu den spannendsten und drängendsten Problemen der physikalischen Grundlagenforschung. Dabei setzt PRISMA⁺ auf nationale und internationale Kooperationen und arbeitet mit wichtigen Partnern wie dem Helmholtz-Institut Mainz (HIM) oder dem Fermilab in den USA eng zusammen. Durch den Neubau des „Centrums für Fundamentale Physik“, das sowohl den neuen Teilchenbeschleuniger MESA als auch weitere Labor- und Büroflächen beherbergen wird, bietet die JGU auch weiterhin infrastrukturell modernste Forschungsbedingungen.

Die Kombination aus bisher unerreichten Präzisionsmessungen, führenden Beteiligungen an internationalen Großexperimenten und innovativen Berechnungen der

theoretischen Physik festigt den Status der JGU als eines der weltweit führenden Zentren der Teilchen-, Astroteilchen- und Hadronenphysik. Auf diese Weise schärft PRISMA⁺ das Forschungsprofil der JGU und stärkt die nationale wie internationale Sichtbarkeit sowie Konkurrenzfähigkeit der Universität im Wettbewerb um Fördermittel, Spitzenforscherinnen und -forscher sowie den wissenschaftlichen Nachwuchs.

Der vorliegende Jahresbericht zeigt eindrucksvoll die Erfolge von PRISMA⁺ im ersten Förderjahr. Diese waren nur möglich durch den großen Einsatz und die hohe Leistungsbereitschaft der beteiligten Forscherinnen und Forscher. Dafür möchte ich allen Beteiligten meinen herzlichen Dank aussprechen. Ich bin gespannt auf die Entwicklungen und Resultate der kommenden Jahre und wünsche Ihnen eine anregende Lektüre.

Ihr



PROF. DR. GEORG KRAUSCH

PRÄSIDENT DER JOHANNES
GUTENBERG-UNIVERSITÄT MAINZ

HERZLICHEN GLÜCKWUNSCH!



Glauben und Wissen, Fantasien und Fakten, Theater und Wissenschaft – so weit, wie man meinen könnte, liegt das nicht auseinander. Denn zum einen sind, wie so oft, die Grenzen zwischen den vermeintlichen Gegensätzen fließend. Und zum anderen eint uns das Streben nach Erkenntnis. Die Leidenschaft, den Dingen auf den Grund zu gehen, Strukturen zu durchschauen und daraus Perspektiven abzuleiten.

Seit einigen Jahren schon bringt die Reihe „Physik im Theater“ dem begeisterten Publikum vor stets ausverkauftem Haus im Staatstheater eine Wissenschaft auf unterhaltsame und kluge Weise nahe, die manchen als schwer verständlich gilt. Und vermittelt, dass Forschung und Wissenschaft ganz konkret mit unserem Leben zu tun haben. Dass das MITP als Teil von PRISMA+ damit wesentlichen Anteil am Erfolg der Mainzer Physiker in der Exzellenzinitiative hat, wundert mich nicht – herzlichen Glückwunsch dazu!

Wir im Theater freuen uns sehr über die erkenntnisgewinnbringende Verbindung zur Physik in unserem Haus und auf viele weitere anregende Abende.

MARKUS MÜLLER
INTENDANT DES STAATSTHEATERS MAINZ





Die Mainzer Forscherinnen und Forscher haben in den letzten Jahren mit viel Kreativität und gemeinsamen Initiativen herausragende Forschungsergebnisse erzielt. Sie haben für die kommenden Jahre visionäre Konzepte entwickelt und dafür nun die verdiente Anerkennung erhalten. Die erneute Aufnahme von PRISMA⁺ in den Kreis der Exzellenzcluster ist ein großartiger Erfolg – für die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, für die Johannes Gutenberg-Universität Mainz und für die Spitzenforschung in Rheinland-Pfalz. Ich gratuliere allen, die mit Kompetenz und Engagement diesen Erfolg möglich gemacht haben. Meine Gratulation verbinde ich mit einem herzlichen Dankeschön.

”

PROF. DR. KONRAD WOLF
MINISTER FÜR WISSENSCHAFT, WEITERBILDUNG
UND KULTUR, RHEINLAND-PFALZ



Die Fortsetzung der Förderung von PRISMA als PRISMA⁺ ist ein großartiger und verdienter Erfolg, der der langjährigen qualitätsvollen Arbeit im Fachbereich 08 zu verdanken ist. Viele exzellente Berufungen, weltweite Kooperationen und andere entscheidende Weichenstellungen sind dabei neben den Großgeräten der Schlüssel zum Erfolg. Eines der Highlights ist das MITP, das sich als international renommiertes Konferenzzentrum etabliert hat und das inzwischen Modell steht für andere Fächer meiner Universität. PRISMA⁺ und seine Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler werden ohne Zweifel einen weltweit sichtbaren Impact innerhalb der aktuellen Suche nach „neuer Physik“ haben.

”

PROF. DR. STEFAN MÜLLER-STACH
VIZEPRÄSIDENT FÜR FORSCHUNG UND
WISSENSCHAFTLICHEN NACHWUCHS, JGU

DAS IST UNSERE FORSCHUNG BEI PRISMA+



FORSCHUNGSBEREICH: Messungen mit extremer Präzision bei MESA

Die außergewöhnlich hohe Intensität von MESA bietet die Grundlage für extrem präzise Messungen von Naturkonstanten, aber auch der Struktur subatomarer Teilchen. Im Fokus unserer Arbeit stehen weiterhin die großen Unbekannten des Universums, wie zum Beispiel die mysteriöse dunkle Materie.

Prof. Dr. Achim Denig



FORSCHUNGSBEREICH: Präzisionsphysik an der Niederenergiegrenze

Mit unseren Experimenten stellen wir das Standardmodell auf den Prüfstand. Dazu sind immer ausgeklügeltere Techniken nötig, die wir in Mainz sehr erfolgreich entwickeln. Wir stellen exotische Atome her oder fangen Teilchen in Fallen, um sie präziser als je zuvor studieren zu können.

Prof. Dr. Randolph Pohl



FORSCHUNGSBEREICH: Erforschung des schwach wechselwirkenden Universums

Neutrinos sind wahre Geisterteilchen: Jede Sekunde durchdringen Milliarden von ihnen unseren Körper, ohne dass wir das merken. In unseren tonnenschweren Detektoren können wir sie jedoch aufspüren. Dann erlauben sie uns einen unverhüllten Blick auf die Vorgänge im Sonneninneren. Vielleicht sind Neutrinos sogar Cousins der geheimnisvollen dunklen Materie?

Prof. Dr. Michael Wurm



FORSCHUNGSBEREICH: Physik mit Hochenergie-Beschleunigern

Als Teil einer großen Forschergemeinde arbeiten wir an riesigen Teilchenbeschleunigern in aller Welt. Damit können wir im Labor studieren, was im frühen Universum passiert ist und wie dies die spätere Entwicklung bestimmt hat. Mit dem ATLAS-Detektor am CERN etwa erforschen wir das von uns mitentdeckte Higgs-Teilchen, mit Neutrino-Experimenten in den USA wollen wir klären, warum es im Universum so viel mehr Materie als Antimaterie gibt.

Prof. Dr. Volker Büscher





FORSCHUNGSBEREICH:

Theorie und Phänomenologie grundlegender Wechselwirkungen

Wir arbeiten daran, die innere Struktur der Materie, die uns umgibt, mit den Methoden der Theoretischen Physik besser zu erklären. Unsere Rechnungen führen wir mit riesigen Computern durch. Dabei erbringen wir wichtige theoretische Beiträge zu den Hauptforschungszielen unserer experimentell arbeitenden Kollegen.

Prof. Dr. Stefan Weinzierl



STRUKTUREINHEIT:

Mainzer Institut für Theoretische Physik (MITP)

Physik findet nur im Labor statt? Weit gefehlt! Gemeinsam mit Physikerinnen und Physikern aus aller Welt entwickeln wir die theoretischen Grundlagen unseres Faches weiter. Lohn der Arbeit: Das von der Theorie vorhergesagte Higgs-Teilchen wurde inzwischen nachgewiesen. Das zeigt, wie eng Theorie und Experiment bei PRISMA⁺ verzahnt sind.

Prof. Dr. Sonia Bacca



STRUKTUREINHEIT:

Detektorlabor

Im Detektorlabor entwickeln wir über Fachgrenzen hinweg gemeinsam innovative Strategien für den Detektorbau. Dabei können wir auch größere und sehr anspruchsvolle Komponenten bauen. Diese werden dann bei Experimenten rund um den Globus eingesetzt. Das stärkt die Sichtbarkeit des Standorts Mainz.

Prof. Dr. Uwe Oberlack



STRUKTUREINHEIT:

Elektronenbeschleuniger MESA

Mit dem Elektronenbeschleuniger MAMI arbeiten wir bereits auf höchstem Niveau. Mit MESA erkunden wir nun die Möglichkeiten, die die kürzlich etablierte Energy-Recovery-Linac (ERL) Beschleunigertechnologie bietet. So können wir Präzisionsexperimente durchführen, die bisher undenkbar waren.

Prof. Dr. Kurt Aulenbacher



WORAN FORSCHEN SIE GERADE?

Javier Castellano

Javier Castellano ist seit Oktober 2017 Doktorand in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Matthias Neubert. Nachdem er seinen Master in Valencia, Spanien, abgeschlossen hatte, machte ihn sein Betreuer auf die Mainzer Arbeitsgruppe in der Theoretischen Hochenergiephysik aufmerksam. Über die mit PRISMA⁺ verbundene und mittlerweile ausgelaufene Graduiertenschule „Symmetry Breaking“ kam er schließlich nach Mainz.



Unterwegs in der Extradimension

„Mein Hauptinteresse gilt dem Studium von theoretischen Modellen, die allgemein als Physik jenseits des Standardmodells bekannt sind – wir nennen sie „Beyond the Standard Model“ oder kurz BSM.

Doch warum brauchen wir solche Theorien überhaupt? Das Standardmodell ist doch extrem erfolgreich, wenn es darum geht, die uns bekannten Grundbausteine der Natur zu beschreiben. Deshalb würden wir es auch gerne als die fundamentale Theorie der Natur betrachten. Und doch gibt es Gründe, um anzunehmen, dass es eine effektive Theorie ist: Sie ist bei jenen Energie- und Längenskalen gültig, die gegenwärtig experimentell zugänglich sind. Aber bei höheren Energien oder kürzeren Abständen müssen wir diese Theorie erweitern, um zu einer grundlegenderen Beschreibung der Natur zu gelangen.

Hier kommen BSM-Modelle ins Spiel: Sie sollen erklären, was das Standardmodell nicht zu erklären vermag, aber gleichzeitig dessen korrekte Vorhersagen unverändert lassen. Das fasziniert mich bei meiner Arbeit am meisten – es gibt viele offene Probleme in der Teilchenphysik, die wir mit unserer Forschung verbinden können. Es ist, als ob wir lose Enden der modernen Physik zusammenführen.

Konkret beschäftige ich mich vor allem mit Modellen, die zusätzliche (räumliche) Dimensionen berücksichtigen. Sind diese Dimensionen „gekrümmt“, erlauben sie uns beispielsweise zu verstehen, warum die Fermionenmassen so sind wie im Standardmodell angelegt. Für meine Arbeit nutze ich sowohl einen gewöhnlichen PC, als auch den Mainzer Supercomputer MOGON II. Am Anfang steht aber immer eine Idee. Daraus wird ein Modell auf Papier, welches ich später am Computer teste. Ich bin sicher, dass unser Forschungsgebiet den Austausch dieser Ideen und Gedankenexperimente unmittelbar fördert – ein weiteres großes Plus meiner Arbeit.“

WORAN FORSCHEN SIE GERADE?

Dr. Victoria Durant

Dr. Victoria Durant ist seit 2019 Postdoc in der Gruppe von Prof. Dr. Pierre Capel. Geboren in Peru, studierte die 31-Jährige zunächst in Barcelona und legte dort ihren Master ab. Für ihre Doktorarbeit kam sie im Jahr 2014 an die TU Darmstadt. Nach Abschluss der Promotion setzt sie ihre Forschung in der theoretischen Kernphysik als Postdoc im Exzellenzcluster PRISMA⁺ fort.



Der Griff nach den Sternen

„Aus der Betrachtung des Kleinsten heraus das ganz Große verstehen – das ist die Faszination, die mich bei meiner Forschung antreibt. Deshalb untersuche ich die Wechselwirkung zwischen einzelnen Atomkernen über die Wechselwirkung ihrer Bestandteile – die Nukleonen. Aber nicht etwa mit großen Beschleunigern, sondern auf dem Papier oder mit einem Computer.

Aufbauend auf unseren gemeinsamen Überlegungen und Berechnungen wollen meine Kollegen und ich Streuprozesse in Beschleunigerexperimenten beschreiben, die wiederum neue Erkenntnisse über die Struktur der Atomkerne versprechen, aber auch Vorgänge im Inneren von Sternen verstehen.

Unser wichtigstes Modellsystem ist die Sauerstoff-Sauerstoff-Reaktion: Sie spielt eine wichtige Rolle in alternden Sternen. Diese verbrennen im Lauf ihres Lebens immer schwerere Elemente in ihrem Inneren, die dabei zu noch schwereren Atomkernen verschmelzen. Schließlich kann der Stern in einer Supernova explodieren.

Mein Handwerkszeug ist die chirale effektive Feldtheorie. Dieses theoretische Modell entwickeln wir kontinuierlich weiter. Sogenannte Doppelfaltungspotentiale, die wir auf dieser Basis erstmals bestimmt haben, erweisen sich als sehr vielversprechend, um experimentelle Ergebnisse sehr gut zu reproduzieren. Letztlich wollen wir so Vorhersagen für weitere noch exotischere Systeme treffen, die sich nicht ohne Weiteres experimentell untersuchen lassen.“

WORAN FORSCHEN SIE GERADE?

Stephan Aulenbacher

Stephan Aulenbacher absolvierte seine Diplomarbeit am Institut für Kernphysik und steht aktuell kurz vor dem Abschluss seiner Promotion. Bereits während seines Studiums arbeitete er als HiWi am A1 Experiment. Dort traf er auf Prof. Dr. Achim Denig – und das Thema für Diplom- und Doktorarbeit wurde perfekt gemacht. Neben seiner Forschungstätigkeit ist Stephan Aulenbacher seit Anfang 2020 Projektverantwortlicher für den Knotenpunkt Hadronenphysik unter dem Dach des „Netzwerks Teilchenwelt“.



It`s MAGIX!

„Gemeinsam mit rund 20 Kolleginnen und Kollegen arbeite ich an der Entwicklung und am Aufbau eines Experiments für den neuen Elektronenbeschleuniger MESA. Wir haben das Experiment MAGIX getauft: Es besteht aus einem fensterlosen Gas-Target und zwei beweglichen Spektrometern. Für die Konzeption und den Bau des Targets bin ich zuständig.

Das Besondere an MAGIX: Der beschleunigte Elektronenstrahl wird nur am Gas – also dem eigentlichen Target – gestreut und der Streuvorgang nicht durch Behälterwandungen gestört. Um das zu realisieren, haben Kollegen aus Münster eine Vorrichtung gebaut, die extremst kaltes Gas mit Überschallgeschwindigkeit in ein Hochvakuum injiziert. In Mainz haben wir sozusagen den Aufbau „drumherum“ realisiert: Später im Experiment wird hier der Elektronenstrahl entlanglaufen und ein kleiner Teil der beschleunigten Elektronen wird mit dem Gasstrom kollidieren.

Mit MAGIX wollen wir einige der grundlegendsten Fragen der modernen Physik beantworten – und das mit nie erreichter Präzision: Wie groß ist das Proton wirklich? Können wir Anhaltspunkte für dunkle Photonen finden? Können wir die Fusion von Kohlenstoff zu Sauerstoff in der Sonne genauer verstehen? Zu Beginn meiner Diplomarbeit gab es MAGIX nur auf dem Papier. Heute, vier Jahre später, haben wir das Target im A1 Spektrometer unseres bestehenden Beschleunigers MAMI installiert – um das System zu testen, aber auch um bereits erste Daten zum Protonenradius aufzunehmen.

Was mich bei meiner Arbeit antreibt und motiviert? Ein Experiment von Beginn an zu planen und aufzubauen – es gleichsam aus den Kinderschuhen heraus zu heben und dabei etwas völlig Neues zu erschaffen. All das finde ich in meinem aktuellen Forschungsprojekt: It`s MAGIX!“



NEU BEI PRISMA⁺

Verstärkung im Detektorlabor



Dr. Anastasia
Mpoukouvalas



Binh Pham

Seit Mitte August verstärken die Chemie-Ingenieurin Dr. Anastasia Mpoukouvalas und der Elektronik-Ingenieur Binh Pham das Team des Detektorlabors.

Anastasia Mpoukouvalas entwickelt neue chemische Materialien für Teilchendetektoren – insbesondere Flüssig- und Plastiksintillatoren sowie fluoreszierende Substanzen. Dabei beschäftigt sie sich vor allem mit der Herstellung, Aufbereitung und Reinigung dieser Stoffe mittels komplexer chemischer Verfahrenstechniken. Zur Anwendung kommen sie zum Beispiel im XENON-Experiment im italienischen Gran Sasso Labor, bei dem im Aufbau befindlichen JUNO-Experiment in China oder dem geplanten SHiP-Experiment am CERN. Hier sollen sie helfen, die geisterhaften Neutrinos oder die mysteriöse dunkle Materie aufzuspüren – die sich über Lichtblitze in den neuen Materialien verraten.

Die Auslese moderner Teilchendetektoren erfordert spezialisierte Elektronik, die anspruchsvolle Spezifikationen erfüllen muss. Binh Phams Hauptaufgabe ist die Entwicklung, Implementierung und Charakterisierung innovativer High-Speed-Boards und elektronischer Schaltungen für die schnelle Datenanalyse und –digitalisierung; sowohl für große Forschungsprojekte, als auch für die Aus- und Weiterbildung, etwa im Rahmen der alle zwei Jahre stattfindenden Summer School des Detektorlabors. +



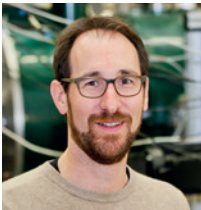
Forschung verständlich machen



Dr. Renée Dillinger-Reiter

Seit 1. Juli zeichnet Dr. Renée Dillinger-Reiter für die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit bei PRISMA⁺ verantwortlich. Ziel ihrer Arbeit ist es, Wissen weiterzugeben und Laien zu erklären, woran Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bei PRISMA⁺ gerade forschen. „Die Forschungsgebiete von PRISMA⁺ im Bereich der Teilchen-, Astroteilchen- und Hadronenphysik sind hochaktuell und ungemein faszinierend: Sie spielen sich in unvorstellbar kleinen (und großen) Dimensionen ab, adressieren aber gleichzeitig fundamentale Fragen des Universums und der Menschheit.“ +

Das Standardmodell auf dem Prüfstand



Prof. Dr. Martin Fertl

Am 1. Juli hat Martin Fertl am Exzellenzcluster PRISMA⁺ eine Professur im Bereich der Niederenergiepartikelphysik angetreten. Gemeinsam mit seiner Forschungsgruppe konzentriert er sich auf die hochpräzise Bestimmung der Eigenschaften von Neutronen, Myonen und Neutrinos.

Das τ SPECT-Experiment am Mainzer Forschungsreaktor TRIGA zielt auf eine präzise Bestimmung der Lebensdauer des freien Neutrons mit Hilfe der Magnetflaschentechnik mit ultrakalten Neutronen ab. Mit dem „Myon g-2 Experiment“ wollen die Forscher und Forscherinnen das anomale magnetische Moment des Myons mit der bisher unerreichten Genauigkeit von 140 Teilen zu 1 Milliarde messen. Die Zusammenarbeit im Rahmen von Project 8 schließlich öffnet einen neuen Weg für Präzisionsstudien des Kernzerfalls. Hier soll die neuartige Technologie der „Zyklotronstrahlungs-Emissions-Spektroskopie“ (CRES) helfen, die effektive Elektron-Neutrino-Masse mit nie dagewesener Präzision zu bestimmen.

Gemeinsames Ziel aller Forschungen: „Mit unseren Experimenten stellen wir das Standardmodell der Teilchenphysik eingehend auf den Prüfstand.“ +

Viele helfende Hände:
Der riesige Magnet-
ring für das „Myon g-2
Experiment“ erreicht
das Fermilab.



STRATEGISCHE PARTNERSCHAFTEN

ZUSAMMENARBEIT ZAHLT
SICH AUS +++

Strategische Partnerschaften, Netzwerke und Kooperationen sind in der modernen Teilchen-, Astroteilchen- und Hadronenphysik unverzichtbar. Anders wären internationale Groß- und Präzisionsexperimente nicht möglich. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von PRISMA⁺ sind an zahlreichen dieser Experimente beteiligt und bauen ihre Vernetzung – weltweit und vor Ort – beständig aus.

Ein wichtiger strategischer Partner vor Ort auf dem Gutenberg-Campus ist das Helmholtz-Institut Mainz (HIM). An zahlreichen thematischen Schnittstellen arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eng zusammen und profitieren gegenseitig voneinander. Zusammen mit PRISMA⁺ ist es zudem im Jahr 2017 gelungen, ein „Helmholtz-Exzellenznetzwerk“ mit drei Projekten im Bereich „Materie und Universum“ an den Start zu bringen: Alle drei Projekte laufen aktuell und werden noch bis Ende 2020 mit insgesamt 1,43 Millionen Euro gefördert. Helmholtz-Exzellenznetzwerke haben zum Ziel, die komplementäre Expertise und Infrastruktur von Forschungseinrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft und von Universitäten zu bündeln. Ausgeschrieben wurden sie einmalig im Rahmen des Impuls- und Vernetzungsfonds der Helmholtz-Gemeinschaft.

Auch weltweit hat das Exzellenzcluster PRISMA⁺ 2019 wichtige strategische Partnerschaften etabliert – insbesondere mit dem berühmten Fermi National Accelerator Laboratory, kurz Fermilab, dem nationalen Forschungslabor für Teilchen- und Hochenergiephysik der USA. So haben Vertreter von JGU und Fermilab vereinbart, gemeinsam eine international renommierte Forscherpersönlichkeit für die Neutrino-physik zu berufen. Zudem ist die JGU seit Herbst 2019 offizieller Partner des „Myon g-2 Experiments“ am Fermilab: Das hat das Direktorium der Kollaboration einstimmig beschlossen und die neue PRISMA⁺-Gruppe um Prof. Dr. Martin Fertl als institutionelles Mitglied willkommen geheißen. ✚



<https://www.hi-mainz.de/research/helmholtz-excellence-networks/>



Lesen Sie auch S. 32/33:
Gemeinsame Berufung/
Partner beim „Myon g-2
Experiment“

FORSCHUNG BRAUCHT (FREI)RÄUME

DAS NEUE CENTRUM FÜR FUNDAMENTALE PHYSIK +++



Das neue „Centrum für Fundamentale Physik“ (CFP) stellt die notwendige Infrastruktur für das erweiterte PRISMA⁺-Forschungsprogramm zur Verfügung.



Auf dem Campus der Johannes Gutenberg-Universität Mainz entsteht derzeit das neue „Centrum für Fundamentale Physik“ (CFP). Es bildet den baulichen Rahmen für zentrale Projekte des PRISMA⁺-Forschungsprogramms – insbesondere die Durchführung von Präzisionsexperimenten mit dem neuen Beschleuniger MESA und die Erforschung des schwach wechselwirkenden Universums. Die Bauarbeiten sind seit 2019 in vollem Gange.

Lesen Sie auch S. 33:
Schweres Gerät auf dem
JGU-Campus

Das CFP besteht aus zwei Gebäudeteilen: MESA und die zugehörigen Experimente werden in einer neuen, unterirdischen Experimentierhalle Platz finden. Komplettiert wird dieser Teil – kurz CFP I – durch ein zweigeschossiges, oberirdisches Technikgebäude, eine neue Werkstatt sowie eine neue Lagerhalle.



Das CFP II ist als Büro- und Laborgebäude konzipiert. Neben Flächen für neue Arbeitsgruppen, Büros für Verwaltung und Gäste sowie einen großen Konferenzraum wird es vor allem Speziallabore für die Detektorentwicklung beherbergen, einschließlich Reinraum und Montage-Halle für den Zusammenbau großer Detektor-komponenten. Dies ist deshalb wichtig, da sowohl die Erforschung der mysteriösen dunklen Materie, der geheimnisvollen Neutrinos und anderer sehr schwach wechselwirkender Teilchen als auch das MESA-Forschungsprogramm die Beherrschung und Weiterentwicklung anspruchsvoller Techniken in der Teilchendetektion erfordern. All dies wird durch das PRISMA-Detektorlabor sichergestellt.

Schauen Sie den
neuen Gebäuden beim
Wachsen zu!
www.prisma.uni-mainz.de/cfp

Bewilligt durch die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK) wird das CFP so die Forschungsinfrastruktur am Standort Mainz weiter entscheidend verbessern – ideale Voraussetzungen, um die Grundlagenforschung in der Teilchen-, Astroteilchen- und Hadronenphysik in den kommenden 20 Jahren maßgeblich mitzugestalten. +



WISSEN WEITERGEBEN WISSENSCHAFT AUS ERSTER HAND ERLEBEN +++



Nebelkammer im Einsatz: Wir tragen unsere Forschung auf die Bühne und in zahlreiche Schulen.

PRISMA⁺ bietet all denjenigen, die sich für physikalische Grundlagenforschung interessieren, die Möglichkeit an aktueller Forschung in der modernen Physik teilzuhaben. In diesem Sinne startet auch das Jahr 2019 traditionell mit der populären Vorlesungsreihe „Physik am Samstag“ – unter dem Motto „Es werde Licht! – Einblicke in die Strukturen der Materie.“

Im Staatstheater Mainz heißt es gleich vier Mal „Vorhang auf!“. Vor stets ausverkauftem Haus stellen prominente Redner europäische Weltraummissionen vor, tauchen ein in die kältesten Objekte des Universums, sind dem kosmischen Antimaterie-Rätsel auf der Spur und liefern die wichtigsten Daten und Fakten zur „Menschheit in der Klimakrise“.

„Wir machen Teilchen mobil“ – schallt es über den Gutenbergplatz beim alljährlichen Wissenschaftsmarkt der Mainzer Wissenschaftsallianz: Am gemeinsamen Stand von PRISMA⁺ und HIM erfahren die Besucher, wie Teilchen auf beinahe Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden und können auf einem umgebauten Trimm-dich-Fahrrad Einsteins Spezielle Relativitätstheorie sehr eindrücklich erleben: Je kräftiger sie in die Pedale treten und so der „Lichtgeschwindigkeit“ immer näher kommen, desto stärker scheinen sich die Häuserfronten in der Tübinger Altstadt – die vor ihrem Gesicht projiziert sind – zu verzerren und zu drehen.

Auch für Schülerinnen und Schüler ist viel geboten: Etwa 200 von ihnen nehmen an 13 Masterclasses und einem Internationalen Schülerforschungstag teil, experimentieren mit Nebelkammern oder suchen mit CosMO-Detektoren nach Astroteilchen.

Ein ganz besonderes Angebot nutzen 16 Schülerinnen und Schüler aus ganz Deutschland im August: Sie kommen zur Teilchenphysik-Akademie nach Mainz und können dort eine Woche forschen, bauen und experimentieren – in diesem Jahr an einem echten Entwicklungs-Prototypen eines Teils des MAGIX-Spektrometers.

Besonderes Highlight: Im Rahmen des „Netzwerks Teilchenwelt“ wird ein neuer Knotenpunkt an der JGU innovative Angebote zur Hadronen- und Kernphysik vermehrt in die Schulen tragen. ✚



Lesen Sie auch S. 18:
Woran forschen Sie gerade?



Lesen Sie auch S. 34:
Verstärkung für „Netzwerk Teilchenwelt“



Vorbilder für eine wissenschaftliche Karriere aufzuzeigen, ist Ziel des Programms. Es umfasst drei Termine mit dem persönlichen Mentor und bis zu drei Karriereberatungen.

PERSPEKTIVEN SCHAFFEN

KARRIEREFÖRDERUNG FÜR POSTDOCS +++

„ Das Programm war sehr hilfreich, um die nächsten Schritte zur Erreichung meiner Ziele zu planen und festzulegen. Es zeigt auch, welche vielfältigen Fördermöglichkeiten es im akademischen Bereich gibt. Eine Teilnehmerin

Chancengleichheit ist als strategisches Ziel bei PRISMA+ fest verankert. Das etablierte Irène Joliot-Curie Programm (IJCP) bietet viele Unterstützungsangebote in allen Stufen einer wissenschaftlichen Karriere. Neu aufgelegt in 2019: ein Programm zur Karriereförderung für Postdocs. Es richtet sich an junge Forscherinnen und Forscher aus den Bereichen Physik, Informatik und Mathematik, die entweder kurz vor dem Abschluss ihrer Promotion stehen oder bereits als Postdoc in einem der Forschungsbereiche von PRISMA+ beschäftigt sind.

Ziel ist es, ihnen Rollenvorbilder zu bieten, die sie bei der Wahl einer wissenschaftlichen Karriere bestärken sollen. In diesem Sinne soll das Programm Nachwuchsforscherinnen und -forschern helfen, eine erfolgreiche wissenschaftliche Karriere zu durchlaufen, ohne die Balance zwischen Beruf und Privatleben aus den Augen zu verlieren.

Nach einem Einführungsworkshop profitieren Teilnehmerinnen und Teilnehmer in Einzelberatungen vor allem von der persönlichen Sichtweise eines erfahrenen Mentors. Durch eine zusätzliche Karriereberatung erhalten sie wichtige Entscheidungshilfen und individuelle Unterstützung.

Die Ausschreibung soll künftig einmal im Jahr erfolgen. Drei Teilnehmerinnen haben das Programm seit dem Sommer 2019 absolviert. +

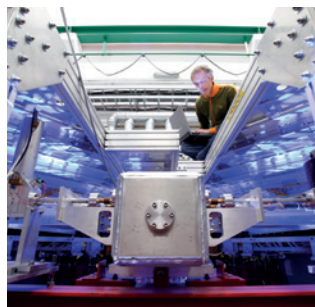


<https://prisma.uni-mainz.de/irene-joliot-curie-programm>



CHRONIK 2019

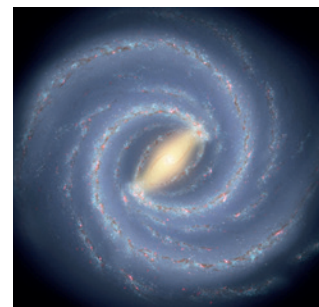
Auch im Jahr 2019 lohnt der Blick zurück auf ereignisreiche und erfolgreiche 365 Tage, 8760 Stunden oder auch 525600 Minuten. Unsere „Highlights 2019“ zeigen wir Ihnen daher in der bewährten Form einer Jahreschronik. Erfahren Sie auf den folgenden Seiten mehr über wissenschaftliche Erfolge und Entwicklungen, spannende und mitreißende Veranstaltungen sowie interessante Persönlichkeiten.



JANUAR

1. Januar:

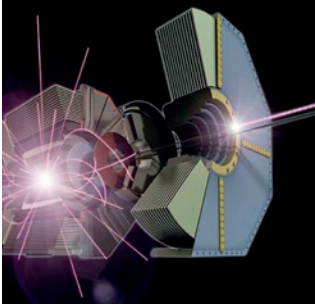
Mit Beginn der Förderung im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder fällt am 1. Januar der Startschuss für PRISMA⁺. PRISMA⁺ ist der Folgeantrag für den Exzellenzcluster „Precision Physics, Fundamental Interactions and Structure of Matter“ (PRISMA), der bereits in der vorangegangenen Exzellenzinitiative erfolgreich war. Die langfristige Förderung in Höhe von 52 Millionen Euro in den nächsten sieben Jahren wird die Mainzer Physikerinnen und Physiker in die Lage versetzen, etwa ihre Vorreiterrolle beim experimentellen Design für internationale Experimente auszubauen. PRISMA⁺ ist einer von bundesweit 57 Clustern, die von einer internationalen Expertenkommission sowie den Wissenschaftsministerinnen und -ministern von Bund und Ländern bewilligt worden sind.



FEBRUAR

1. Februar:

Im „Astrophysical Journal“ gehen die Physiker Dmitri Ryutov, Dmitry Budker (HIM) und Victor Flambaum (GFK Fellow) der Frage nach, ob die Wirkung der Photonenmasse die rätselhafte Rotationsdynamik von Galaxien erklären kann. Ergebnis ihres Gedankenexperiments: Bei Annahme einer bestimmten Photonenmasse könnte diese ausreichen, um in einer Galaxie zusätzliche Kräfte zu erzeugen, die in etwa groß genug sind, um die Rotationskurven zu erklären. Bisher haben Forscher weltweit angenommen, dass die mysteriöse dunkle Materie für diesen Effekt verantwortlich sein könnte. Der nun diskutierte Einfluss der Photonenmasse könnte parallel zu den Wirkungen der dunklen Materie auftreten.



MÄRZ

11. März:

Am japanischen Teilchenbeschleuniger SuperKEKB startet die mit Spannung erwartete Phase 3 erfolgreich. Das ausgeklügelte Detektorsystem des Belle II-Experiments ist nun vollständig instrumentiert. Ein wesentlicher Meilenstein in diesem Zusammenhang ist die Installation des VerteX-Detektorsystems (VXD), das die Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Concettina Sfienti mit der Entwicklung und Programmierung spezieller Elektronik zur Überwachung des Detektorsystems unterstützt hat. Die im Beschleuniger herbeigeführten Elektron-Positron-Kollisionen erzeugen große Mengen von B-Meson-Paaren, die nach kurzer Zeit bereits wieder zerfallen. Diese Zerfallsprodukte wollen die Forscherinnen und Forscher – insbesondere auch unter Zuhilfenahme des VerteX-Detektorsystems – untersuchen, um Abweichungen vom Standardmodell der Teilchenphysik zu finden.



APRIL

25. April:

Ein internationales Forscherteam mit Mainzer Beteiligung misst die längste jemals direkt in einem Detektor beobachtete Halbwertszeit. Mit dem „XENON1T“-Instrument, das eigentlich dunkle Materie aufspüren soll, gelingt es ihnen erstmals, den Zerfall des Atoms Xenon-124 zu beobachten. Die dabei ermittelte Halbwertszeit, also die Zeit, nach der die Hälfte aller ursprünglich vorhandenen Atomkerne radioaktiv zerfallen sind, ist über eine Billion Mal länger als das Alter des Universums, das mit 14 Milliarden Jahren angegeben wird. Fazit des Forscherteams: Dass es gelungen ist, diesen Vorgang zu beobachten, zeigt eindrucksvoll das Potenzial der Messmethode – auch für Signale, die nicht von dunkler Materie herrühren. Nachzulesen in „Nature“.



MAI

3. Mai:

Gemeinsam ist man stärker – deshalb schließen sich zahlreiche europäische Forschungsgruppen, die auf dem Gebiet der starken Wechselwirkung forschen, im EU-Projekt STRONG-2020 zusammen. Der Name STRONG-2020 ist also gleich in doppelter Hinsicht Programm: Es gilt, offenen Fragen rund um die starke Wechselwirkung, die die Atomkerne zusammenhält, bis hin zu medizinischen Anwendungen gemeinsam nachzugehen. Insgesamt sind 44 Institutionen aus 36 Ländern an dem EU-Projekt beteiligt – darunter PRISMA⁺. Das Projekt startet im Sommer 2019, hat eine Laufzeit von vier Jahren und wird mit insgesamt 10 Millionen Euro gefördert. Mehr als eine Million davon gehen nach Mainz.

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 824093.



9. Mai:

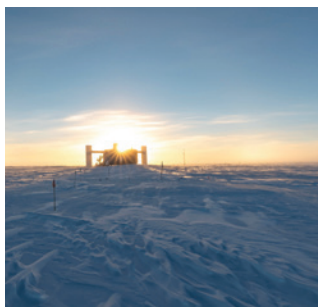
PRISMA⁺ wird feierlich eröffnet. Wissenschaftsstaatssekretär Dr. Denis Alt betont: „Dieser neuerliche Erfolg ist die verdiente Anerkennung für all diejenigen, die sich in den vergangenen Jahren mit großem Engagement, hoher Leistungsbereitschaft und vielen Ideen für eine Weiterentwicklung der Spitzenforschung nicht nur in ihrem Fachgebiet, sondern auch an ihrer Universität eingesetzt haben.“ Als Festredner ist Prof. Francis Halzen (Foto), Gründungsvater des IceCube Neutrino-Teleskops am Südpol, aus den USA angereist. Mehrere Forschergruppen bei PRISMA⁺ sind an IceCube beteiligt – die Erforschung von Neutrinos, also besonders schwach wechselwirkenden Teilchen, ist einer der Forschungsbereiche, die in PRISMA⁺ weiter ausgebaut werden sollen.



JUNI

14. Juni:

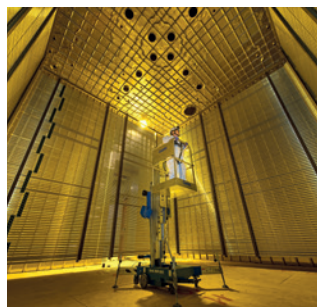
Gemeinsam mit Mitarbeitern, Freunden & Förderern feiert das Helmholtz-Institut Mainz (HIM) sein 10-jähriges Jubiläum. Das HIM erforscht die starke Wechselwirkung, eine der vier fundamentalen Naturkräfte. Im 2017 eingeweihten modernen Institutsneubau finden hochwertige Laser- und Chemielabore ebenso Platz wie ein Reinraum für die Montage und Präparation von supraleitenden Beschleunigermodulen. Das HIM wird 2009 als erstes von mittlerweile neun Instituten der Helmholtz-Gemeinschaft auf Initiative des Bundes gegründet, um die langjährige Kooperation zwischen der GSI in Darmstadt und der JGU auszubauen und die Profilbildung der Hochschule zu unterstützen. Heute ist es ein wichtiger strategischer Partner von PRISMA⁺. Herzlichen Glückwunsch!



JULI

17. Juli:

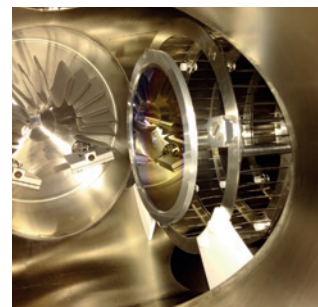
Gute Nachricht für die Neutrinoforschung: Das Neutrino-teleskop IceCube am Südpol kann weiter ausgebaut werden. Die US-amerikanische Einrichtung zur Forschungsförderung, die „National Science Foundation (NSF)“ hat für ein Upgrade des Observatoriums 23 Millionen US-Dollar bewilligt. Insgesamt wird der Ausbau des Detektors im antarktischen Eis 40 Millionen US-Dollar kosten, wozu auch deutsche Forschungseinrichtungen wesentlich beitragen werden. Die Mittel werden dafür verwendet, noch mehr Lichtsensoren zu installieren, die Spuren von Neutrinos aus dem Weltall auffangen. PRISMA⁺-Forschungsgruppen, die an IceCube beteiligt sind, erwarten davon unter anderem wichtige Informationen über die Eigenschaften von Neutrinos.



SEPTEMBER

5. September:

PRISMA⁺-Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen wollen auch das nächste große Neutrinoexperiment DUNE am Fermilab in Chicago maßgeblich mitgestalten. Dazu haben Verantwortliche von JGU und Fermilab eine Vereinbarung für eine gemeinsame Berufung unterzeichnet. Die zu berufende Persönlichkeit soll das Forschungsprogramm in der Neutrino-physik bei PRISMA⁺ stärken und eine deutsche Beteiligung an DUNE vorantreiben. Es ist die erste Vereinbarung dieser Art, die Fermilab mit einer deutschen Universität abgeschlossen hat.



11. September:

Erstmals ist es einem Forschungsteam aus München, Mainz, Heidelberg, Darmstadt, Bonn und Wien gelungen, die Energie, die beim Zerfall des angeregten Atomkerns Thorium-229 frei wird genau zu messen. Wie die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen in „Nature“ berichten, sind sie damit bei der Entwicklung der Kernuhr, die noch weit genauer tickt als heutige Atomuhren, einen wichtigen Schritt vorgekommen. So bedeutend sind die Ergebnisse, dass sie es sogar auf die Titelseite des renommierten Fachmagazins geschafft haben. In Mainz wurden die für die Experimente benötigten Uran-233-Quellen als Lieferant für die angeregten Thorium-229-Kerne hergestellt.



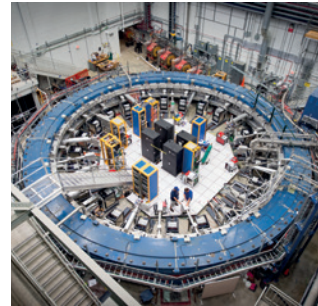
26. September:

Prof. Dr. Sonia Bacca, Professorin für Theoretische Physik am Exzellenzcluster PRISMA⁺, wird zum Fellow 2019 der American Physical Society (APS) gewählt. Die amerikanische Fachgesellschaft würdigt damit ihre herausragenden Beiträge zu theoretischen Berechnungen der elektromagnetischen Eigenschaften der Atomkerne, die zum Verständnis der mikroskopischen Kernstruktur beitragen. Das Fellowship-Programm der APS zeichnet Mitglieder aus, die außergewöhnliche Leistungen in der physikalischen Forschung erbracht haben. In ihrem Gratulationsschreiben spricht die APS von einer „prestigeträchtigen Anerkennung der herausragenden Beiträge Baccas zur Physik durch ihre Kollegen.“



27. September:

Schweres Gerät auf dem JGU-Campus: 34 Meter tief ins Erdreich arbeitet sich ein Großdrehbohrgerät vor, um zahlreiche Gründungspfähle für die Experimentierhalle des neuen Beschleunigers MESA ins Erdreich einzubringen. Im Rahmen des ersten Bauabschnitts des neuen „Centrums für Fundamentale Physik“ (CFP) werden die bestehenden unterirdischen Hallen des Instituts für Kernphysik, in denen aktuell der Beschleuniger MAMI untergebracht ist, teilweise umgebaut und um die 600 Quadratmeter große MESA-Experimentierhalle in rund 11 Metern Tiefe erweitert. Zum Einsatz kommt ein erschütterungsarmes, schwingungsoptimiertes Bohrverfahren, um Beschädigungen an bestehenden empfindlichen Experimentieranlagen wie dem Teilchenbeschleuniger MAMI (Mainzer Mikrotron) zu vermeiden.



30. September:

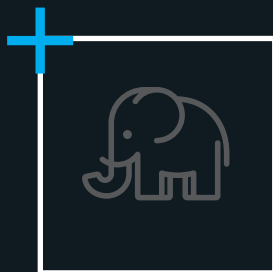
Prof. Dr. Martin Fertl und seine Forschungsgruppe sind offizieller Partner der Myon g-2 Kollaboration am Fermilab. Die Kollaboration hat zum Ziel, das anomale magnetische Moment des Myons mit bisher unerreichter Präzision zu messen: konkret die zurzeit aktuelle, 15 Jahre alte Messung um den Faktor vier in der Genauigkeit zu übertreffen. Dazu muss das Magnetfeld, in dem sich die Myonen bewegen, ebenfalls extrem präzise vermessen werden – dies ist der Forschungsbereich von Martin Fertl. Mit der neuen Messung will die Myon g-2 Kollaboration der großen Diskrepanz zwischen dem anomalen magnetischen Moment des Myons, das das Standardmodell der Teilchenphysik vorhersagt, und dem aktuellen experimentellen Wert auf den Grund gehen.



30. September:

Die ersten Fellowships der Mainz Physics Academy (MPA) werden vergeben. Die acht erfolgreichen Promovierenden werden ausschließlich auf Basis wissenschaftlicher Exzellenz ausgewählt und erhalten ein attraktives Gehalt sowie individuelle Reise- und Forschungsmittel. Sie sollen die Gelegenheit bekommen, sowohl an einer innovativen lokalen Forschungsinfrastruktur zu arbeiten, als auch Teil einer großen Forschergemeinde an weltweiten Großexperimenten zu werden. Die MPA bildet innerhalb von PRISMA⁺ das gemeinsame Dach für alle Aktivitäten der Graduierten- ausbildung und Nachwuchsförderung.

SCHWERPUNKT DUNKLE MATERIE

DER UNSICHTBARE
ELEFANT IM RAUM

Die Jagd nach dunkler Materie ist eine der aufregendsten Herausforderungen der Grundlagenphysik im 21. Jahrhundert. Die Forscher wissen schon lange, dass es sie geben muss, da viele astrophysikalische Beobachtungen sonst nicht zu erklären wären. Zum Beispiel rotieren Sterne in Galaxien viel schneller, als wenn nur „normale“ Materie existieren würde.

Insgesamt macht die Materie, die wir sehen können, höchstens 20 Prozent der gesamten Materie im Universum aus – was bedeutet, dass bemerkenswerte 80 Prozent dunkle Materie sind. „Es gibt einen Elefanten im Raum, aber wir können ihn einfach nicht sehen“, erklärt Professor Dmitry Budker, Forscher am Exzellenzcluster PRISMA+ und am Helmholtz-Institut Mainz (HIM), das Problem, mit dem er und viele seiner Kollegen weltweit konfrontiert sind.

Über die genaue Natur der dunklen Materie ist sehr wenig bekannt.

Einige der zurzeit vielversprechendsten Kandidaten für dunkle Materie sind extrem leichte bosonische Teilchen wie Axionen, axionähnliche Teilchen oder sogar dunkle Photonen. PRISMA+- und HIM-Forschungsgruppen entwickeln aktuell zahlreiche Experimente, um nach diesen sehr leichten Teilchen zu suchen. Sie nutzen die Atomspektroskopie von Cäsium-Dampf, spezielle Techniken der kernmagnetischen Resonanz (NMR) oder sogar Antimaterie, um Wechselwirkungen mit Feldern dunkler Materie zu untersuchen.

Bisher hat sich in ihren Experimenten die dunkle Materie noch nicht zu erkennen gegeben – es gelingt ihnen jedoch zunehmend Einschränkungen in Bezug auf die Eigenschaften der dunklen Materie zu formulieren und den Suchbereich mehr und mehr einzugrenzen. Die Forschungsarbeiten finden Eingang in „Physical Review Letters“, „Science Advances“ und „Nature“.



OKTOBER

9. Oktober:

Die Initiative „Netzwerk Teilchenwelt“ erhält personelle und inhaltliche Verstärkung: Der Zusammenschluss von 30 Forschungsinstituten, die deutschlandweit die Forschung zur Physik der kleinsten Teilchen in die Schulen bringen, kann sich künftig auf sogenannte Knotenpunkte an den Universitäten Bonn, Mainz und Münster stützen. An diesen Schnittstellen sollen neue Angebote für Jugendliche aus dem Forschungsgebiet der Hadronen- und Kernphysik entwickelt und regionale Angebote koordiniert werden. Der Mainzer Knotenpunkt wird sich vor allem der Vermittlung der Hadronenphysik widmen, also der Forschung zur Frage, wie genau Quarks und Gluonen die Struktur der uns umgebenden Materie bestimmen.



NOVEMBER

30. Oktober:

88 Seiten umfasst der Abschlussbericht über den Exzellenzcluster PRISMA und dessen Förderperiode von 2012 bis 2018, der Ende Oktober an die DFG versandt wird. Der Bericht stellt eine eindrucksvolle Erfolgsbilanz von sechs Jahren hoch kompetitiver Forschung in der Teilchen-, Astro- teilchen- und Hadronenphysik dar. Mit der Konstruktion des MESA-Beschleunigers und der Einrichtung des Detektorlabors dienen die Mittel aus der Exzellenzinitiative dem Aufbau wichtiger Infrastruktur. Die Sichtbarkeit der Forschung fördert auch das Mainzer Institut für Theoretische Physik (MITP), das – gegründet in 2013 – die Rolle eines internationalen Theoriezentrums in Deutschland übernommen hat. Zur strategischen Unterstützung seiner Forschungsziele hat PRISMA neun neue Arbeitsgruppen eingerichtet.

2. November:

Auf große Resonanz stößt ein Vortrag aus der populären Veranstaltungsreihe „Physik im Theater“: Der international bekannte Experte Prof. Dr. Stefan Rahmstorf vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung spricht über die „Menschheit in der Klimakrise – die wichtigsten Daten und Fakten“. Auf Anregung aus der Studierendenschaft verlassen die Initiatoren des MITP damit bewusst erstmals ihr eigentliches Themenspektrum der fundamentalen Physik und der Kosmologie. Der Hintergrund: Sie wollen nicht nur eigene Forschungsthemen auf die Bühne bringen, sondern auch gesellschaftlich relevante Debatten mit Bezug zur Physik thematisieren. Das Ziel: Durch Darstellung der wichtigsten Daten und Fakten zu einer Versachlichung der aktuellen Diskussion beitragen. Das Ergebnis: Mission erfüllt!

15. November:

Das John von Neumann-Institut für Computing (NIC) in Jülich hat ein von Prof. Dr. Hartmut Wittig (Institut für Kernphysik und PRISMA⁺-Sprecher) beantragtes Projekt zu theoretischen Berechnungen der starken Wechselwirkung als „John von Neumann Exzellenzprojekt 2019“ ausgewählt. Dotiert ist die Auszeichnung nicht etwa mit einem Preisgeld, sondern mit zusätzlicher Rechenzeit an den beiden Supercomputern JUWELS und JURECA BOOSTER, die am Forschungszentrum Jülich betrieben werden. Unter dem Titel „Lattice-QCD with Wilson Quarks at zero and non-zero Temperature“ will die Mainzer Forschungsgruppe zu mehreren Aspekten der starken Wechselwirkung theoretische Vorhersagen treffen. Hartmut Wittig bezeichnet Rechenzeit als entscheidende „Währung“ für einen theoretischen Physiker.

DEZEMBER:

10. Dezember:

PRISMA⁺-Professor Matthias Schott erhält einen mit mehr als 1,5 Millionen Euro dotierten ERC Consolidator Grant für sein Projekt „Search for Axion-Like-Particles at the LHC – Light@LHC“. Darin schlägt er erstmals ein detailliertes Forschungsprogramm am ATLAS-Experiment des Large Hadron Collider (LHC) am CERN vor, um gezielt nach relativ schweren axionartigen Teilchen – kurz ALPs – zu suchen. Diese könnten das Rätsel um das anomale magnetische Moment des Myons erklären, so die Vorstellung. Um sie in die Tat umzusetzen, benötigen die Forscher völlig neue Ansätze, um Photonen als mögliche ALP-Zerfallsprodukte zu identifizieren und die Ergebnisse zu analysieren. Dabei wollen sie auch auf Ansätze der künstlichen Intelligenz zurückgreifen.

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. Renée Dillinger-Reiter,
Öffentlichkeitsarbeit PRISMA+

Gestaltung:

pure:design Mainz / www.pure-design.de

Druck:

Werbedruck Petzold GmbH

Fotografie, Bildnachweis:

Getty Images/iStock (S. 4); Werner Feldmann/JGU (S. 6); JANA Kay/JGU (S. 8); Andreas Etter (S. 10); MWWK/Tomkowitz, JANA Kay/JGU (S. 11); Sabrina Hopp, Peter Pulkowski/JGU (S. 12/13); Torsten Zimmermann/JGU (S. 14, 16, 18, 20, 21); Fermilab (S. 22); DGI Bauwerk Gesellschaft von Architekten mbH (S. 24); Institut für Kernphysik/JGU (S. 25); Juliana Socher/Netzwerk Teilchenwelt (S. 26); Peter Nederstigt (S. 28); Thomas Hartmann/JGU, NASA/JPL-Caltech (S. 30); Rey Hori/KEK, XENON Collaboration, EL PAIS/Bernardo Pérez (S. 31); Peter Pulkowski/JGU, Benjamin Eberhardt/NSF, CERN, Lars von der Wense/LMU München (S. 32); Sabrina Hopp, LBB, Fermilab, Angelika Stehle (S. 33); Netzwerk Teilchenwelt (S. 34); CERN, Uwe Feuerbach/JGU, Sabrina Hopp (S. 34); Werner Feldmann/JGU (S. 38)

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

WIR BEI PRISMA⁺ ...



... sind offen für Neues



... wollen junge Menschen für Physik begeistern



... finden Physik spitze



... sind neugierig. Sie auch?

AT A GLANCE

What lies beyond the standard model? Why does the universe contain so much more matter than anti-matter? 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

(second) Funding period



52 Mio.

Funding amount in EUR



49 senior researchers,
about 180 doctoral candidates,
about 100 postdoctoral researchers,
10 new research groups
since 2012



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.

