



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)



49 leitende
Wissenschaftlerinnen und
Wissenschaftler,
120 Doktorandinnen und
Doktoranden, 72 Postdocs,
14 neue Forschungsgruppen
seit 2012
(Stand 01/2022)



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?
 - Dr. Simon Kuberski Starke Wechselwirkung im Blick
 - Dr. Larisa Thorne Schüchterne Neutrinos auf der Waage
 - Pepe Gülker Vom Prototyp zur Physik
 - Dr. Claudia Cornella Physik ist immer Teamwork
- 14 NEU bei PRISMA+
- 16 Forschung braucht (Frei)räume Auf Wachstum ausgerichtet
- 18 Wissen weitergeben -Mitmachen ist die Devise
- 20 Entwicklung fördern -Der neue Excellence Track Physik

22 Status Report

- ATLAS/NEW SMALL WHEEL -Es geht steil bergab
- FASER Fertig für die Datennahme
- XENONnT Größer, besser, **XENONnt**
- P2-Experiment Test bestanden
- 34 Chronik 2021
- 43 PRISMA+ in den Medien
- **44** Steckbrief Forschung
- **46** Impressum



Präzision ist für uns ein wichtiges Leitthema und als solches bereits im Namen unseres Exzellenzclusters fest verankert: **PR**ecision Physics, Fundamental Interactions and Structure of MAtter.

Das Jahr 2021 stand jedoch in besonderer Weise im Zeichen der Präzision: Am 7. April verkündete die Myon g-2 Kollaboration ihr mit großer Spannung erwartetes neues Messergebnis zum anomalen magnetischen Moment des Myons - einer wichtigen Präzisionsobservablen, die das Standardmodell der Teilchenphysik auf den Prüfstand stellt. Am 10. November fand als Highlight und Abschluss des Jubiläumsjahres "75 Jahre JGU" ein Parlamentarischer Abend in Berlin zum Thema Spitzenforschung statt – federführend organisiert von PRISMA+. In diesem Rahmen eröffneten wir unsere neue interaktive Ausstellung, deren Titel und Leitthema ebenfalls PRÄZISION ist.

Die Vorbedingung für alles wirkliche Wissen ist ein präzises Unterscheidungsvermögen für die Grenze zwischen dem, was man wirklich weiß, und dem, was man bloß meint. Konfuzius (551–479 v. Chr.)

Doch zurück zum anomalen magnetischen Moment des Myons: Mit dem nun gemessenen Wert verdichten sich die Hinweise auf eine neue Physik jenseits des Standardmodells. Nichts war bis zum 7. April nach außen gedrungen, doch dann setzte ein gewaltiges Medienecho ein. PRISMA+ Forscher Martin Fertl stand im Mittelpunkt der medialen Aufmerksamkeit – denn seine Arbeitsgruppe ist die einzige in Deutschland, die mit experimentellen Beiträgen an der Myon g-2 Kollaboration beteiligt ist. Aber auch zur theoretischen Vorhersage des anomalen magnetischen Moments und zur möglichen Interpretation des Ergebnisses haben Forscherinnen und Forscher bei PRISMA+ ganz maßgebliche Beiträge geliefert.

In Fachkreisen erfährt PRISMA+ ebenfalls große Aufmerksamkeit: So hat das "Mainzer Institut für Theoretische Physik" (MITP) auch im zweiten Pandemiejahr aus der Not eine Tugend gemacht und insgesamt 14 Wochen im Jahr virtuelle Workshops und eine Sommerschule angeboten. Mit über 1.500 angemeldeten Teilnehmerinnen und

Teilnehmern konnten wir ein breiteres Publikum erreichen, als es in Präsenz möglich gewesen wäre. Im Physik Journal erschien im April ein mehrseitiger Artikel, der die Ergebnisse der ersten Förderphase unseres Clusters zusammenfasst und aktuelle Projekte benennt. Wer also wissen möchte, was es mit PRISMA und PRISMA+ auf sich hat. dem sei die Lektüre sehr empfohlen.

Ebenso wie die Lektüre unseres neuen lahresberichts, bei der wir Ihnen viel Freude wünschen.

Bleiben Sie neugierig!

Prof. Dr. Matthias Neubert

SPRECHER DES EXZELLENZCLUSTERS PRISMA+



Starke Wechselwirkung im Blick

"Als theoretischer Teilchenphysiker versuche ich, die Eigenschaften bestimmter Teilchen möglichst präzise vorherzusagen. Durch Vergleich mit den entsprechenden Experimenten wollen wir herausfinden wo das Standardmodell Schwächen hat. Viele experimentelle Ergebnisse sind heute nur noch mit sehr kleinen Unsicherheiten behaftet. Ziel ist es, bei unseren theoretischen Vorhersagen damit Schritt halten zu können.

Insbesondere die starke Wechselwirkung beschäftigt uns, denn sie ist am kompliziertesten zu berechnen – mit Papier und Stift gelingt uns das nicht mehr. Die starke Wechselwirkung bindet Quarks innerhalb des Atomkerns aneinander und wird über Gluonen vermittelt. Um deren Dynamik vorhersagen zu können, brauchen wir Supercomputer und müssen die reale Welt vereinfachen. Hierfür nutzen wir die Gitterfeldtheorie.

Im ersten Schritt beschränken wir uns auf einen endlichen Ausschnitt der Wirklichkeit: Wir betrachten einen Würfel, der groß genug sein muss, damit gebundene Zustände aus Quarks und Gluonen, also zum Beispiel Pionen, Protonen und Neutronen, darin existieren

können, ohne dass ihre Eigenschaften merkbar dadurch beeinflusst sind, dass der Würfel eben nicht unendlich groß ist. In den Würfel hinein setzen wir dann einzelne Gitterpunkte.

Nun simulieren wir viele verschiedene Konfigurationen, wie die Gluonen mit sich selbst und den Quarks auf den Gitterpunkten wechselwirken. Hunderte bis Tausende solcher Schnappschüsse bilden ein Ensemble. In fast allen Projekten in Mainz nutzen wir das gleiche Set von 25 Ensembles: Es ist sozusagen unser Werkzeugkasten und wir können damit zum Beispiel das anomale magnetische Moment des Myons berechnen.

Hier sorgte ein neuer experimenteller Wert im letzten Jahr für großes Aufsehen, denn der aktuelle Theorie-Wert weicht deutlich ab. Mit neuen innovativen Gitterrechnungen, wie sie erst seit wenigen Jahren überhaupt möglich sind, wollen wir unsere Vorhersage immer weiter verfeinern. Das gelingt nur in Rahmen eines großen Verbunds und macht die Forschung in diesen Zeiten sehr spannend."



Dr. Larisa Thorne

Dr. Larisa Thorne ist Postdoc in der Gruppe von Prof. Dr. Martin Fertl. Zur Neutrinophysik kam sie sie eher durch Zufall, nach einem Umweg über ein kernphysikalisches Thema. Sie promovierte mit einer Arbeit am KATRIN Neutrinoexperiment und begann zwei Wochen nach ihrer Doktorprüfung im Juli 2021 als Postdoc in Mainz.





Schüchterne Neutrinos auf der Waage

"Ich arbeite am Experiment Project 8, mit dem wir die Neutrinomasse direkt messen. wollen. Dazu nutzen wir den Beta-Zerfall von Tritium - ein instabiles Wasserstoff-Isotop in ein Helium-Isotop, ein Elektron und ein Neutrino. Hinter Project 8 steht eine internationale Kollaboration. In Mainz untersuchen wir, wie man eine Tritium-Ouelle für das spätere Experiment baut.

Neutrinos sind allgegenwärtige Teilchen und wir kennen sie schon recht lange. Im Standardmodell der Teilchenphysik haben Neutrinos überhaupt keine Masse - ähnlich wie die Lichtteilchen, die Photonen. In Experimenten hat man allerdings nachgewiesen, dass Neutrinos Masse haben.

Doch warum kennen wir die Masse der Neutrinos noch nicht? Weil sie so gut wie gar nicht mit Materie wechselwirken. Deshalb nennen wir sie auch Geisterteilchen. Wir müssen also sehr clever sein und haben uns bei Project 8 eine neue Technik überlegt: die CRES oder Cyclotron Radiation Emission Spectroscopy. Dabei messen wir die Energie der beim Beta-Zerfall von Tritium entstehenden Elektronen über ihre Umlauffrequenz in einem Magnetfeld.

Anhand einer Miniversion des Experiments konnten wir bereits zeigen, dass die CRES-Technik funktioniert. Aktuell entwickeln wir eine Tritium-Quelle für das spätere große Experiment. Eine Besonderheit ist, dass wir hierfür einzelne Tritiumatome brauchen welche wir aus der Spaltung von Tritium-Molekülen erzeugen. Da Tritium hochradioaktiv ist, entwickeln wir zunächst eine ähnliche, aber sicherere Quelle. Hierzu nutzen wir in Mainz "normalen" Wasserstoff, den wir inzwischen sehr gut in einzelne Atome zerlegen können. Sobald wir in der Lage sind, aus diesen Wasserstoffatomen einen Strahl zu erzeugen, können wir die Technik auf Tritium übertragen. Die Arbeit, die wir jetzt leisten, ist Teil eines fünfjährigen Forschungs- und Entwicklungsprogramms, das als Grundlage für das endgültige Project 8 Experiment dient.

Die Neutrinophysik fasziniert mich, da Masse eine so grundlegende Eigenschaft ist und wir sie doch noch nicht kennen. In der Physik in Mainz gefällt mir vor allem, dass bereits Bachelor Studierende intensiv in aktuelle Forschungsvorhaben eingebunden sind. So können vor allem weibliche Studierende bereits sehr früh von Vorbildern lernen."



Vom Prototyp zur Physik

"Das sind gerade sehr spannende Zeiten für mich. Denn aktuell werden die Teile für den finalen Detektor des MAGIX Experiments gefertigt, den ich während meiner Promotion mitentwickelt habe. Mit MAGIX wollen wir am neuen MESA Beschleuniger viele wichtige physikalische Fragen beantworten - dabei erlaubt der gesamte Aufbau so präzise Messungen wie nie zuvor.

Der Clou dabei: Im gesamten Experiment ist möglichst wenig Material "verbaut", das unsere Messung stören kann. Das gilt sowohl für das Target, an dem der hochintensive Elektronenstrahl von MESA gestreut wird als auch für den Detektor, mit dem wir die Streuprodukte analysieren.

Mehr als 10 Prototypen habe ich in den letzten Jahren konstruiert, um verschiedene Aspekte eines neuartigen Detektor-Konzepts zu testen. In einem Gasgemisch hinterlassen gestreute Elektronen dreidimensionale Spuren, welche durch besondere Folien – nicht dicker als ein Haar und mit ganz vielen Löchern versehen verstärkt und sichtbar gemacht werden. Die handwerkliche und feinmechanische Arbeit bei der Entwicklung dieser Detektoren ist ein Aspekt meiner Arbeit - ein anderer die

theoretische Simulation des Physikprogramms, welches wir mit MAGIX durchführen wollen. Dabei gilt mein Interesse den Dunklen Photonen und der Frage ob wir in einem bisher unzugänglichen Bereich mit unserem Experiment nach ihnen suchen können. Hier sind die Simulationen sehr vielversprechend, so dass wir das Experiment mit Spannung erwarten.

Es ist gerade diese Kombination von Theorie und Experiment, die besonders ist. Doch ein weiterer Aspekt kommt hinzu: Um ein Thema wirklich zu durchdringen, ist es sehr gut, es anderen beizubringen. Ich habe deshalb keine Möglichkeit ungenutzt gelassen, Studierende im Praktikum, bei Bachelor- oder Masterarbeiten zu betreuen.

Ich arbeite und forsche unglaublich gerne am Institut für Kernphysik und schätze die vorhandene spezielle Expertise genau wie die gute Arbeitsatmosphäre. Und die Möglichkeit, einen Detektor im PRISMA Detektorlabor selbst zusammenzubauen und im Beschleuniger MAMI direkt auf dem Campus zu testen das ist schon sehr außergewöhnlich."



Physik ist immer Teamwork

"Eigentlich ist das Standardmodell der Teilchenphysik ein unglaublich gutes Modell, das die Natur und das Universum fast komplett beschreiben kann. Aber eben nur fast - und deshalb beschäftige ich mich in meiner Forschung genau mit diesem "fast". Das bedeutet ich entwickle Modelle, die Phänomene erklären können, bei denen das Standardmodell passen muss.

Und jetzt wird es spannend: Unsere experimentellen Kolleginnen und Kollegen liefern konkrete Hinweise auf Abweichungen vom Standardmodell – etwa bei der Messung des anomalen magnetischen Moments des Myons oder bei bestimmten Zerfällen von B-Mesonen. Dies motiviert uns, nach Erweiterungen des Standardmodells zu suchen, die diese Diskrepanzen erklären können, und neue Messungen vorzuschlagen, die diese Modelle validieren oder falsifizieren können. Ich habe zum Beispiel an Modellen gearbeitet, die ein Leptoguark enthalten - ein neues, schweres Teilchen, das die aktuellen auffälligen Daten in der Physik der B-Mesonen erklären könnte.

In Mainz beschäftige ich mich vor allem mit extrem leichten und schwach wechselwirkenden Teilchen – den Axion-like Particles oder ALPs. Sie kommen in sehr vielen Modellen vor. Zurzeit untersuche ich den Zerfall eines Kaons in ein Pion und ein ALP. Die Nichtbeobachtung dieses Prozesses stellt eine der stärksten Beschränkungen für die Kopplungsstärke eines leichten ALP dar, und ich versuche die theoretische Vorhersage der Zerfallsrate zu verbessern.

Physik ist für mich immer Teamwork und das finde ich in idealer Weise in der Gruppe in Mainz. Der fortwährende Austausch von Theorie und Experiment ist in meinen Augen das Herz der Wissenschaft. Dabei fasziniert mich insbesondere der ständige Kreislauf von Frage, Antwort und Zweifel. So finden wir immer wieder neue Wege, Dinge zu sehen, um letztlich sehr grundlegende Fragen zu beantworten."

NEU BEI PRISMA+

Mehr als 350 Menschen tragen mit ihren vielfältigen Qualifikationen und Profilen zum Erfolg von PRISMA+ bei. In jedem Jahr können wir neue Kolleginnen und Kollegen im großen PRISMA+ Team begrüßen. Sie bringen ihre Ideen ein und sorgen in verschiedensten Bereichen für Verstärkung – als Wissenschaftlerin oder Wissenschaftler, Ingenieurin oder Ingenieur, im technischen wie im Verwaltungsbereich. Auf dieser Doppelseite stellen wir die "Neuen" schlaglichtartig vor.



PROF. DR. JENS ERLER tritt eine Professur für "Präzisionsrechnungen für Niederenergieexperimente" an. Er kooperiert bereits seit vielen Jahren intensiv mit PRISMA+-Kollegen und Kolleginnen, um Konzeption und theoretische Grundlagen des P2 Experiments für den neuen Elektronenbeschleuniger MESA zu entwickeln. Erler ist ein international ausgewiesener Wissenschaftler auf seinem Gebiet und forschte zuvor an einer der renommiertesten Universitäten Lateinamerikas, der UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México).



PROF. DR. ALFONS WEBER ist neuer W3 Professor in Mainz. Seine Berufung erfolgte gemeinsam mit dem Fermilab. Der Neutrino-Experte wechselte von der renommierten Oxford University nach Mainz und wird das Neutrino-Forschungsprogramm weiter stärken. Sein Schwerpunkt liegt im Vorantreiben der deutschen Beteiligung am nächsten großen Neutrino-Experiment, dem Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE) am Fermilab in der Nähe von Chicago, Primär wird Alfons Weber hierzu bei PRISMA+ forschen, aber auch längere Forschungsaufenthalte am Fermilab verbringen.

Ob wissenschaftliche, technische oder administrative Position: Aktuelle Stellenausschreibungen finden Sie auf unserer Homepage. Initiativbewerbungen für Postdoktoranden- oder PhD-Stellen sind jederzeit möglich.

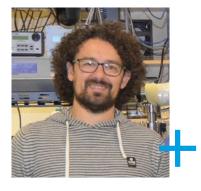
https://prisma.uni-mainz.de/jobs



PROF. DR. HANS JOCKERS ist Experte auf dem Gebiet der Stringtheorie - und neuer W3 Professor für Mathematische Physik in Mainz. Seit seiner Schulzeit fasziniert ihn das Zusammenspiel von Physik und Mathematik, welches er in idealer Weise in der Stringtheorie findet. Sie zieht sich wie ein roter Faden durch seine Forscherkarriere, denn schon seine Masterarbeit widmete er diesem theoretischen Modell zur Beschreibung der fundamentalen Kräfte und Teilchen. Die Stringtheorie ist auch ein wichtiger Eckpfeiler des theoretischen Forschungsprogramms bei PRISMA+.



HEIKE ENZMANN ist bei PRISMA+ verantwortlich für Schülerprogramme und die begleitende Öffentlichkeitsarbeit. Sie konzipiert und organisiert ein breites Angebot an Veranstaltungen für Schülerinnen und Schüler aller Klassenstufen – von der beliebten Vorlesungsreihe "Physik am Samstag" über eintägige Masterclasses zu verschiedenen Aspekten der Teilchenphysik bis hin zu mehrtägigen Kursen wie der Teilchenphysik-Akademie. Ziel ist es, Schülerinnen und Schüler für die Physik und letztlich für ein Physikstudium zu begeistern.



DR. FRANCESCO LOMBARDI ist Detektorphysiker im Detektorlabor. Als promovierter Physiker hat er sich auf Low-Background-Detektoren für die Astroteilchenphysik spezialisiert. Er war bereits an der Entwicklung der Detektor-Hardware für das Dunkle Materie Experiment XENON beteiligt und koordiniert bei PRISMA+ aktuell den Entwurf und die Installation einer kryogenen Anlage für die Entwicklung neuer Detektoren auf Basis von flüssigem Xenon für die astrophysikalische und medizinische Forschung.













Stockwerk für Stockwerk: Das CFP II wird insbesondere Speziallabore für die Detektorentwicklung beherbergen, einschließlich Reinraum und Montagehalle.

FORSCHUNG BRAUCHT (FREI)RÄUME

AUF WACHSTUM AUSGERICHTET +++

Es geht bergauf: Auf der Baustelle des Centrums für Fundamentale Physik (CFP) wachsen 2021 beide Gebäudeteile deutlich sichtbar in die Höhe. Wichtige Meilensteine 2021 sind die Betonierung einer 2,25 Meter dicken Decke als Abschluss der unterirdischen MESA-Halle (CFP I) im März und das Richtfest für das oberirdische Büro- und Laborgebäude (CFP II) im Oktober.

Ende März ist die aus 12 Metern Tiefe aufragende MESA-Halle damit geschlossen. Parallel zum Neubau der MESA-Halle finden Betonsanierungsarbeiten in Teilen der beiden angrenzenden Bestandshallen statt, darunter die Halle des Mainzer Mikrotron (MAMI). Die neue Halle schließt direkt an die MAMI-Halle an, sodass der vorhandene Strahlfänger in die Baumaßnahme integriert wird. Beide Hallen werden durch großformatige Wanddurchbrüche verbunden. Die wissenschaftlichen Experimente erstrecken sich künftig über alle drei Hallen. Im weiteren Verlauf des Jahres wird oberirdisch auf der MESA-Halle ein zweigeschossiges Technikgebäude mit 590 Quadratmetern errichtet, das der Versorgung der Halle dient.

Parallel zum Baufortschritt an den Experimentierhallen wächst am Staudingerweg der Rohbau für das zugehörige Labor- und Bürogebäude in die Höhe – Monat für Monat kommt zwischen Februar und Juni ein weiteres Stockwerk hinzu. Im Oktober ist der Rohbau fertig gestellt: Das Richtfest bezeichnet Finanz- und Bauministerin Doris Ahnen als "Beginn eines neuen Zeitabschnitts für die Kernphysik an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz und die beachtenswerte Spitzenforschung der Physikerinnen und Physiker." Mit insgesamt rund 3.540 Quadratmetern bildet das CFP II das oberirdische Gegenstück zum Um- und Erweiterungsbau der unterirdischen Experimentierhallen (CFP I). Rund 75 Millionen Euro investieren Land und Bund in dieses leistungsfähige bauliche Umfeld für die Spitzenforschung am Exzellenzcluster PRISMA+. +





Schauen Sie den neuen Gebäuden beim Wachsen zu! www.prisma.unimainz.de/cfp



WISSEN WEITERGEBEN

MITMACHEN IST DIE DEVISE +++

Sieben Themengruppen gehören zur Ausstellung PRÄZISION - ebenso wie zahlreiche Möglichkeiten zur Interaktion.

Obwohl auch 2021 nach wie vor viele Outreach Formate digital stattfinden, gibt es zwei Projekte, bei denen Mitmachen und Ausprobieren explizit erwünscht ist.

Eines von ihnen ist die Mainzer Teilchenphysik-Akademie – oder anders ausgedrückt: eine Woche forschen, bauen und experimentieren. Hierzu treffen sich vom 1. bis 5. August zwölf physikbegeisterte Schülerinnen und Schüler aus ganz Deutschland in Mainz. Sie haben die einzigartige Möglichkeit, Teilchenphysik aus erster Hand zu erleben und mehr über die Arbeit von Forscherinnen und Forschern zu erfahren.

Auch die interaktive Wanderausstellung PRÄZISION gibt Einblicke in die spannende und faszinierende Forschung bei PRISMA+ und lädt zum Mitmachen ein. Sie beleuchtet das Thema Präzision aus vielen verschiedenen Blickwinkeln und vermittelt spielerisch, wie Physikerinnen und Physiker bei PRISMA+ mit unvorstellbarer experimenteller Präzision und innovativen Rechenmethoden unser Verständnis der Welt auf die Probe stellen. Eine begleitende Webseite und eine Kampagne in den sozialen Netzwerken Facebook, Instagram und LinkedIn runden dieses zentrale Outreach Projekt der aktuellen Förderphase des Clusters ab.

Ausgehend von den allerersten Überlegungen in einer PRISMA+-Projektgruppe heißt es über ein Jahr tüfteln, konzipieren, plausibilisieren und konstruieren – bis PRÄZISION am 10. November in Berlin eröffnet werden kann. Viel Engagement, Herzblut und Hirnschmalz sind bis dahin in das Projekt geflossen: ein echtes Gemeinschaftswerk.

Ein solches Gemeinschaftswerk ist auch der neue Podcast "Exzellent erklärt - Spitzenforschung für alle." Am 1. September auf Sendung gegangen, berichtet er seitdem regelmäßig über spannende Forschung aus einem der 57 deutschen Exzellenzcluster. Die Themen sind bunt gemischt: von A wie Afrikastudien bis Z wie Zukunft der Medizin – und demnächst auch sehr viel Wissenswertem über den in Mainz geplanten Teilchenbeschleuniger MESA. Nicht verpassen und am besten jetzt schon abonnieren! +



Wissen aus erster Hand: Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Teilchenphysik-Akademie.





Mehr zu PRÄZISION unter https://prisma.unimainz.de/ausstellungpraezision



ENTWICKLUNG FÖRDERN

DER NEUE EXCELLENCE TRACK PHYSIK +++

Koordiniert von der Mainz Physics Academy ist ein besonderes neues Studienangebot in der Physik gestartet: Als Erweiterung des Master-Studiengangs bietet der "Excellence Track" Physikstudierenden die Möglichkeit, schon frühzeitig in die aktuelle Forschung einzusteigen. Das ist besonders spannend mit Blick auf eine zukünftige Promotion. Aus den ersten beiden Bewerbungsrunden im Sommersemester 2021 und im Wintersemester 2021/2022 gibt es aktuell neun Studierende, die am Exzellence Track teilnehmen.

Einer von ihnen ist Kaustav Dutta. Er hat bisher in Indien studiert und kennt die Mainzer Physik mit dem Exzellenzcluster PRISMA+ bereits aus einem Internhip – einem forschungsintensiven Kurzzeitpraktikum – das er von Mai bis August 2020 in der Gruppe von Prof. Dr. Sebastian Böser absolviert hat: "Bis Februar 2020 dachte ich noch, ich könnte zum Internship nach Mainz kommen." Dann kam die Corona-Pandemie und er absolvierte die Hospitanz von Indien aus.

Im zweiten Anlauf hat es nun geklappt: Seit Oktober 2021 ist Kaustav Dutta tatsächlich in Mainz vor Ort und hat im Wintersemester mit dem Excellence Track und seinem Master-Studium begonnen. "Viele Kurse fanden in Präsenz statt", freut er sich. Und ist überhaupt sehr begeistert von dem neuen Studienangebot. "Das Internship war für mich schon sehr wertvoll, um einen ersten Einblick in die physikalische Forschung zu bekommen. Es macht Lust auf mehr, und das bietet mir der Excellence Track." Dabei hebt Kaustav Dutta vor allem die zahlreichen Auswahlmöglichkeiten für interessante Forschungsprojekte schon während des Studiums hervor ein wichtiges Markenzeichen des neuen Excellence Track. Doch das ist nicht alles: "Die Unterstützung und die Betreuung, um ein passendes Kursprogramm zusammenzustellen, ist sehr hilfreich. Das Studienprogramm ermöglicht mir vor allem auch eine Rundum-Entwicklung, denn es wird sehr viel Wert auf Soft Skills, wie zum Beispiel kommunikative Kompetenz gelegt", betont Kaustav Dutta. "Das ist sehr einzigartig und macht den Unterschied!"

Seine Forschungszukunft sieht Kaustav Dutta in der Experimentellen Physik. Die sehr gute Reputation des Standorts Mainz und attraktive Stipendienmöglichkeiten haben ihm die Entscheidung hierher zu kommen leicht gemacht. +



Informationen zum Excellence Track: www.physics.uni-mainz. de/excellence-track



ATLAS/NEW SMALL WHEEL ES GEHT STEIL BERGAB

Und das ist in dem Fall eine sehr gute Nachricht und ein großer Erfolg. Im Rahmen des großen ATLAS Upgrades (s. Status Report 2020) haben zahlreiche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auch einen Teil des Myon-Detektors komplett neu aufgebaut: Ergebnis ist das New Small Wheel - kurz NSW. Und das ist mit 10 Metern Durchmessern und mehr als 100 Tonnen Gewicht alles andere als klein.

"Im Zuges des Upgrades haben wir die vorherigen Small Wheels aus dem ATLAS Detektor ausgebaut und das New Small Wheel entwickelt", erläutert Prof. Dr. Matthias Schott. "Von diesen NSWs gibt es zwei, eines auf jeder Seite des Detektors." Seine Arbeitsgruppe beteiligt sich seit Jahren am NSW Projekt und konstruierte im PRISMA Detektorlabor in Mainz mehr als 100 ultraplanare Detektorlagen, welche sukzessive in das NSW System integriert wurden.



Einbau des letzten Detektorsegments

Nach dem Zusammenbau der beiden NSW über mehrere Jahre in einer großen Montage-Halle auf dem CERN Gelände kommt am 15. Juli der große Moment: Das erste NSW wird zum ATLAS Detektor transportiert und dort installiert – und dazu 100 Meter tief in die ATLAS Grube abgesenkt. Das zweite NSW folgt am 4. November 2021.

"Das war Millimeterarbeit und eine logistische Meisterleistung. Auf dem Weg hin zu neuen Experimenten während des dritten LHC Runs ist es ein echter Meilenstein", freut sich Prof. Dr. Volker Büscher, der ebenfalls am ATLAS Upgrade maßgeblich beteiligt ist, wenn es darum geht, schnelle Elektronik für die Datenauslese und -verarbeitung zu entwickeln. Die NSW - wie auch die neue Elektronik - sind darauf ausgelegt, noch größere Datenraten zu verarbeiten. Denn wenn der LHC nach der aktuellen Wartungsphase im Sommer 2022 wieder an den Start geht, wird er noch mehr Teilchenkollisionen – und damit noch mehr Daten – als bisher produzieren. +



Von der Montagehalle auf dem Weg zum ATLAS Detektor



FASFR

FERTIG FÜR DIE DATENNAHME

Ein neues Experiment am LHC des CERN ist startklar – und wurde in einer Rekordzeit von nur etwa einem Jahr zwischen Mai 2020 und April 2021 aufgebaut. "Mit einem fünf Meter langen Detektor ist FASER ein vergleichsweise kleines Experiment", sagt Prof. Dr. Matthias Schott, der mit seiner PRISMA+-Arbeitsgruppe an FASER beteiligt ist und dessen Forschung an FASER durch einen ERC Grant gefördert wird. "Und doch haben wir Großes damit vor."



Mehr Informationen: https://faser.web. cern.ch

Denn mit FASER - das steht für "Forward Search Experiment" - wollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler neuen leichten und schwach wechselwirkenden Teilchen auf die Spur kommen, die bei der Kollision von Protonen entstehen könnten. Die vier großen LHC Detektoren können solche Teilchen nicht "sehen", da diese ungehindert durch das Detektormaterial hindurch fliegen und so unerkannt entkommen. Erst hunderte von Metern weiter könnten sie sich in detektierbare Teilchen, wie Elektronen und Positronen, umwandeln und damit für Detektoren sichtbar werden.

Deshalb hat die FASER Kollaboration ihren Detektor 480 Meter weit entfernt von dem Punkt aufgebaut, an dem Protonen im ATLAS Detektor mit großer Wucht kollidieren in einem ungenutzten Servicetunnel des LHC. Dieser befindet sich in Verlängerung der Strahlachse, also in fast direktem Weg zum Kollisionspunkt, denn die leichten Teilchen fliegen vor allem in diese Richtung davon.



"FASER ist eine wertvolle Ergänzung des Physikprogramms am CERN", erläutert Matthias Schott. "Die geisterhaften Teilchen, nach denen wir erstmals suchen können, sind spannend, da sie von vielen Modellen, die über das Standardmodell der Teilchenphysik hinausgehen, vorausgesagt werden. Sie könnten beispielsweise das Rätsel der Dunklen Materie lösen helfen."

Der FASER Detektor besteht aus mehreren Teilen mit verschiedenen Aufgaben. Am Ende befindet sich ein elektromagnetisches Kalorimeter, um Elektronen und Photonen zu identifizieren, welche aus den Zerfällen der neuen Teilchen entstehen könnten. Am Bau dieses Kalorimeters war die Gruppe von Matthias Schott beteiligt: "Wir haben darüber hinaus in Zusammenarbeit mit der mechanischen Werkstatt des Instituts für Physik die komplette Support-Struktur von FASER – in etwa vergleichbar mit der Karosserie eines Autos – gebaut, sowie einen Prototypen für einen Pre-Shower Detektor entwickelt, welcher eine Unterscheidung von unterschiedlichen Photon-Signaturen erlaubt. Nun warten wir alle gespannt, bis der LHC wieder läuft und wir mit unseren Messungen loslegen können."

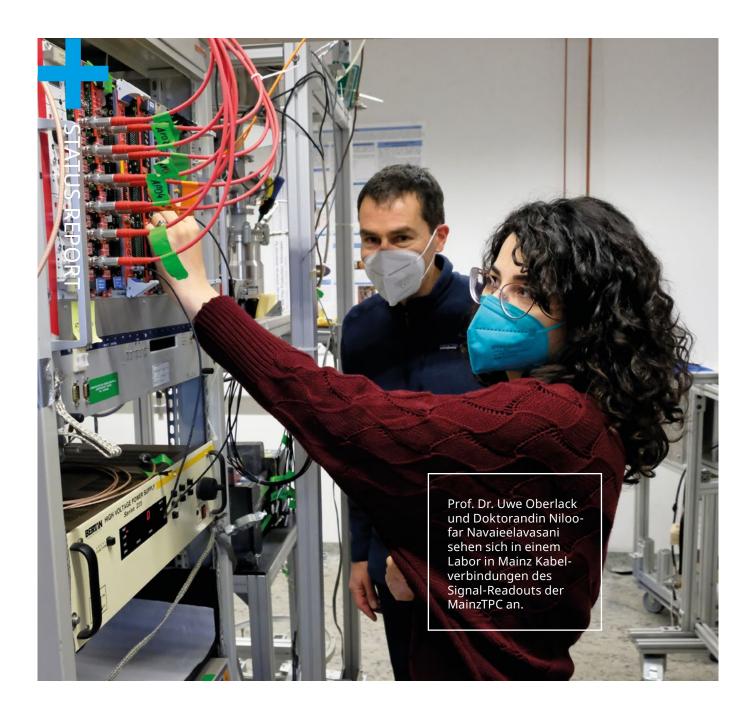
Die FASER-Kollaboration besteht aus 70 Mitgliedern aus 19 Einrichtungen und 8 Ländern. +







In Rekordzeit: Aufbau im Gebäude 887 (links), Installation im unterirdischen Tunnel (Mitte, rechts und S. 26)



XENONnT GRÖSSER, BESSER, XENONnT

1.400 Meter unter der Erde, im italienischen Gran Sasso Labor, steht der weltweit empfindlichste Detektor für die direkte Suche nach Weakly Interacting Massive Particles - kurz WIMPs - als aussichtsreichen Kandidaten für Dunkle Materie.

Eine neue Ausbaustufe soll ihn noch eine Größenordnung empfindlicher machen: Während Daten der vorherigen Stufe XENON1T noch analysiert werden, arbeiten die 185 Forscherinnen und Forscher der XENON Kollaboration seit 2019 mit Hochdruck an der Realisierung des Nachfolgeexperiments XENONnT. Durch eine größere Masse an flüssigem Xenon als Detektormaterial sowie neue Verfahren zur Unterdrückung des Untergrunds und der Verbesserung der "Lebenszeit" der driftenden Elektronen wird XENONnT eine Empfindlichkeit erreichen, die zu Projektbeginn vor knapp 20 Jahren noch unvorstellbar schien.

Unter Federführung von Prof. Dr. Uwe Oberlack, der aktuell auch Chair des XENON Collaboration Boards ist, kommen zentrale Beiträge hierzu aus Mainz: "Völlig neu für XENONnT ist vor allem ein umgebender Neutronendetektor, für den wir gemeinsam mit unseren Partnern in Bologna verantwortlich sind. Neutronen sind problematisch, da sie als neutrale Teilchen Dunkle-Materie-Signale ,vorgaukeln' können." Der neue Detektor sieht hingegen nur ein Signal der Neutronen, das somit eliminiert werden kann. Er ist bereits vor Ort installiert und wird aktuell mit hochreinem Wasser betrieben. Zukünftig soll Gadolinium-dotiertes Wasser zum Einsatz kommen und die Nachweiseffizienz für Neutronen nochmals deutlich steigern.



Mehr Informationen: http://xenonexperiment.org



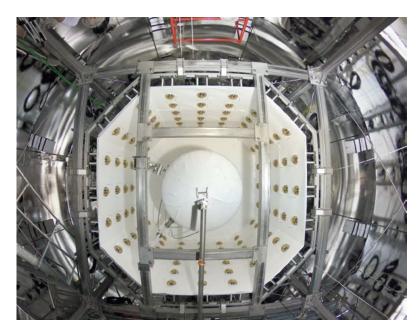


Herzstück des Experiments ist der innere Detektor, eine zylinderförmige Zwei-Phasen Zeitprojektionskammer (Time Projection Chamber oder kurz TPC) gefüllt mit mehreren Tonnen flüssigem Xenon. In der neuen Ausbaustufe enthält die TPC sechs Tonnen flüssiges Xenon bei einer Temperatur von minus 95 Grad Celsius, gegenüber zwei Tonnen bei XENON1T. Die für die endgültige Analyse verfügbare Masse des Detektors wird typischerweise etwa viermal größer sein als bei XENON1T.

Das Jahr 2021 hat die XENON Kollaboration vor allem genutzt, um den neuen Neutronendetektor und die TPC zu kalibrieren - für letztere wurde eine 37Argon-Quelle genutzt, die Uwe Oberlack und sein Team am Mainzer Reaktor TRIGA zusammen mit der Kernchemie gebaut haben. Erste Kalibrationsergebnisse sind vielversprechend, vor allem auch weil die Forschenden auf wichtige Erfahrungen aus der erstmaligen Kalibration des Vorgängerexperiments mit der entsprechenden Argon-Quelle zurückgreifen konnten.

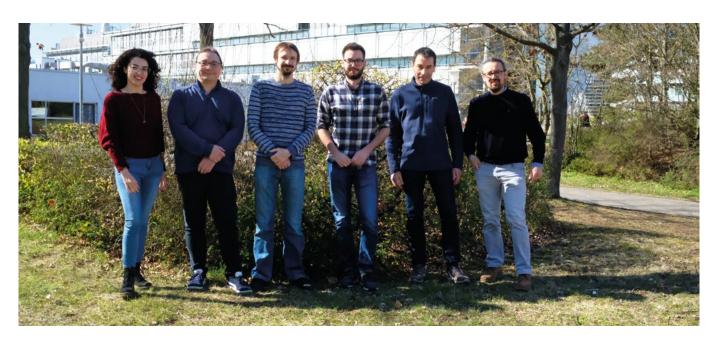
"Wir arbeiten darauf hin, 2022 erste wissenschaftliche Ergebnisse vorweisen zu können", ist Uwe Oberlack zuversichtlich. "Insbesondere wollen wir zunächst einen rätselhaften Überschuss an Ereignissen untersuchen, ein vielbeachtetes Ergebnis des XENON1T Experiments. XENONnT wird klären, ob es sich dabei um einen Untergrundeffekt oder vielleicht etwas Neues, Aufregendes handelt."

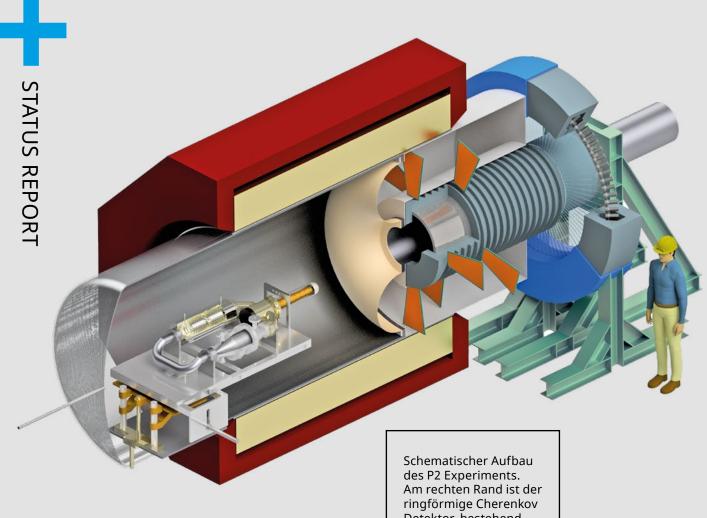
Vor Ort im Gran Sasso Labor bauen Forscherinnen und Forscher der XENON Kollaboration die neue TPC für das XENONnT Experiment unter Reinraumbedingungen auf. Die untere Endplatte ist mit 248 speziellen Photomultipliern bestückt.



Blick von unten auf den neuen Neutronendetektor (weiß): Er besteht aus einem Wasservolumen, das aus diffus hochreflektierendem EPTFE (extruded Poly-Tetra-Fluor-Ethylen) Platten hergestellt und von insgesamt 120 etwa 20 cm großen Photomultipliern umgeben ist.

Die Mainzer XENON Gruppe (v.l.n.r.): Niloofar Navaieelavasani, Jan Lommler, Christopher Hils, Daniel Wenz, Uwe Oberlack und Francesco Lombardi (r.) vom Detektorlabor





Detektor, bestehend aus den einzelnen Detektoreinheiten, zu sehen.

P2 FXPFRIMENT

TEST BESTANDEN

Der schwache Mischungswinkel, auch Weinbergwinkel genannt, ist eine wichtige Präzisionsgröße, um das Standardmodell zu testen. Er soll mit dem P2 Experiment am neuen Teilchenbeschleuniger MESA so präzise wie nie zuvor bei niedrigen Energien gemessen werden. Die Idee: Bei den niedrigen MESA-Energien könnten Effekte neuer Physik durch den Vergleich mit Messungen bei hohen Energien deutlich zutage treten.

Der Weinbergwinkel lässt sich indirekt bestimmen, indem gegensätzlich polarisierte Elektronenstrahlen an einem Wasserstoff-Target gestreut werden und die resultierende Asymmetrie gemessen wird. Da sie in der Größenordnung von 10-8 liegt, sind extrem viele und in sehr kurzer Zeit detektierte Streuelektronen nötig - ein Elektronen-Zähl-experiment ist bei den erforderlichen hohen Raten technisch unmöglich. Deshalb werden die Streuelektronen bei P2 über das Cherenkov-Licht als analoges Signal detektiert, das sie in einem hochreinen, polierten Quarzglasstab erzeugen. Eine Photomultiplier-Röhre wandelt das Licht in messbaren elektrischen Strom um, der wiederum mit spezieller Elektronik bestimmt wird. 72 Einheiten aus Quarzglas, Photomultiplier und ADC-Elektronik bilden später den zentralen ringförmigen Detektor des P2 Experimentes - den "Integrating Cherenkov Detektor".

"Das Design einer solchen Detektoreinheit haben wir in den letzten acht Jahren entwickelt und mit zahlreichen Tests am Beschleuniger MAMI sowie umfangreichen Simulationen ständig optimiert", berichtet Prof. Dr. Frank Maas. "2021 haben wir dann einen echten Meilenstein erreicht - zwei Tests am Elektronenstrahl waren so erfolgreich, dass wir nun eine funktionierende Detektoreinheit für das P2 Experiment demonstriert haben." Jetzt kann das P2 Team mit dem Bau des eigentlichen Detektors loslegen – alles was sie dazu brauchen ist bereits zum Großteil vor Ort in Mainz.



Test einer Detektoreinheit im MAMI Elektronenstrahl

CHRONIK 2021

Die Jahreschronik ist fester Bestandteil unserer "Highlights" - macht sie doch Jahr für Jahr deutlich wie ereignisund facettenreich 12 Monate bei PRISMA+ sind. Blicken Sie mit uns zurück auf das Jahr 2021 und lassen Sie es auf diese Weise Revue passieren. Am Ende der Rubrik haben wir erstmals Pressestimmen zusammengetragen - denn einige Themen waren im vergangenen Jahr besonders schlagzeilenträchtig!

JANUAR



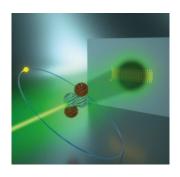
20. Januar:

Ein Forschungsteam um Prof. Dr. Matthias Neubert arbeitet an einer Theorie, die über das Standardmodell der Teilchenphysik hinausgeht und deren zentrales Element eine Extradimension in der Raumzeit ist. Die fünfdimensionalen Feldgleichungen dieser Theorie wiederum sagen die Existenz eines neuen schweren Teilchens voraus - zu schwer, um es experimentell nachweisen zu können. Einen Ausweg aus diesem Dilemma zeigen die Forschenden in einer neuen Veröffentlichung im European Physical Journal C auf: Im Ergebnis vermittelt das neue Teilchen zwangsläufig eine Wechselwirkung zwischen den bekannten Elementarteilchen und der mysteriösen Dunklen Materie und sollte sich über diese Wechselwirkung nachweisen lassen. Gleichsam über den Umweg durch die fünfte Dimension bieten sich damit neue Möglichkeiten für die Suche nach Dunkler Materie.



25. Januar:

Das Baryon-Antibaryon-Symmetrie-Experiment (BASE) am CERN legt eine neue Grenze für die Stärke fest, mit der sich Axion-ähnliche Teilchen in Photonen verwandeln können. Dies ist bemerkenswert, da BASE nicht für solche Untersuchungen konzipiert wurde, nun aber zum ersten Mal die Detektoren, die zum Nachweis einzelner Antiprotonen entwickelt wurden, für die Suche nach Dunkler Materie eingesetzt hat. Das neue Ergebnis des Experiments, veröffentlicht in *Physical Review Letters*, beschreibt diese bahnbrechende Methode und eröffnet neue experimentelle Möglichkeiten für die Suche nach Axionen als mögliche Kandidaten für Dunkle Materie. Beteiligt von Mainzer Seite ist die Gruppe von Dr. Christian Smorra.



27. Januar:

In Experimenten am schweizerischen Paul Scherrer Institut (PSI) hat eine internationale Forschungskollaboration unter Beteiligung von Prof. Dr. Randolf Pohl den Radius des Helium-Atomkerns fünfmal präziser gemessen als jemals zuvor. Dazu nutzen die Forschenden kein normales, sondern exotisches Helium, bei dem beide Elektronen durch ein einzelnes Myon ersetzt wurden. Der sogenannte mittlere Ladungsradius des Helium-Kerns beträgt diesen Messungen zufolge 1,67824 Femtometer. Mithilfe des neuen Werts lassen sich fundamentale physikalische Theorien testen und Naturkonstanten noch genauer bestimmen. Die aktuellen Ergebnisse sind Resultat einer 20-jährigen bewährten Zusammenarbeit zwischen international renommierten Instituten und im Fachmagazin Nature veröffentlicht.



28. Januar:

PRISMA+-Postdoc René Reimann erhält den Dissertations-Preis des GNN (The Global Neutrino Network). Im Rahmen seiner Doktorarbeit an der RWTH Aachen beschäftigte er sich mit dem Ursprung hochenergetischer Neutrinos am Nordhimmel, die 2013 am Neutrino-Teleskop IceCube am Südpol gemessen wurden. Hierzu wertete er Daten aus, die IceCube in acht Jahren gesammelt hatte und verbesserte bisherige Analysen deutlich. Letztendlich konnte er keine Ouelle sicher zuordnen, dafür aber einige Quellen, die in der Literatur diskutiert werden. in Frage stellen. Den Neutrinos bleibt René Reimann auch in Mainz treu: Seit März 2020 forscht er in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Martin Fertl unter anderem zu Neutrinomassen im Rahmen des Experiments Project 8.

FEBRUAR



5. Februar:

Doppelte Auszeichnung von PRISMA+-Forschenden durch die Alexander von Humboldt-Stiftung: Dr. Joanna Sobczyk, seit Anfang 2020 Postdoc in der Gruppe von Prof. Dr. Sonia Bacca am Institut für Kernphysik, erhält ein Humboldt-Forschungsstipendium. Sie möchte ausgehend von den bereits bestehenden fundamentalen Theorien sehr präzise berechnen was passiert, wenn ein Neutrino auf einen Atomkern trifft. Zudem ist Prof. Dr. Matthias Schott, Professor für Experimentelle Teilchenphysik bei PRISMA+, im Rahmen des Henriette Herz-Scouting-Programms als Humboldt-Scout ausgewählt worden. In dieser Funktion kann er bis zu drei Nachwuchsforschende für eine Direktverleihung des Humboldt-Forschungsstipendiums vorschlagen und nach Mainz einladen.



15. Februar:

Theoretische Physiker um Prof. Dr. Hartmut Wittig berechnen den Radius des Protons so genau wie noch nie und können erstmals einen Hinweis in Bezug auf das Protonradius-Rätsel ableiten: Die aktuellen Ergebnisse sprechen für einen kleineren Protonenradius, wie er in Experimenten mit myonischem Wasserstoff gemessen wurde. Messungen an "normalem" Wasserstoff und die Bestimmung des Protonradius aus Elektron-Proton-Streuexperimenten hatten hingegen einen deutlich größeren Wert ergeben. Steht hinter dieser Abweichung eine neue Physik jenseits des Standardmodells oder ist sie durch systematische Unsicherheiten der verschiedenen Messmethoden bedingt? Um dies letztlich entscheiden zu können. spielen theoretische Berechnungen, wie die nun vorgelegte, eine wichtige Rolle.

MÄRZ



17. Februar:

Ein binationales Forschungsteam der Chinesischen Universität für Wissenschaft und Technik (USTC) in Hefei, Provinz Anhui, des Exzellenzclusters PRISMA+ und des Helmholtz-Instituts Mainz (HIM) stellt einen neuartigen Maser vor. Dieser nutzt den Kernspin von Atomen des Isotops Xenon-129, die polarisiert und durch optisch manipulierte Rubidium-Atome sondiert werden, das heißt der Spinzustand von Xenon wird somit ausgelesen. Prof. Dr. Dmitry Budker und die anderen Forschenden erwarten hiervon neue Möglichkeiten für Präzisionsmessungen sowie für die Suche nach Dunkler Materie im Labor, Nachzulesen in Science Advances.



9. März:

Koordiniert von der Mainz Physics Academy (MPA) geht ein besonderes neues Studienangebot in der Physik an den Start: Das Zertifikatsstudium "Excellence Track", das als Ergänzung zum Master-Studiengang Physik angeboten wird, bietet Physikstudierenden die Möglichkeit, frühzeitig in die aktuelle Forschung einzusteigen. Das Programm richtet sich an forschungsorientierte Studierende und befähigt sie, ihre wissenschaftlichen Kenntnisse sowie ergänzende Fähigkeiten in einem strukturierten Programm weiterzuentwickeln. Das ist besonders spannend mit Blick auf eine zukünftige Promotion.



Lesen Sie auch auf S. 20: "Der neue Excellence Track Physik"



15. März:

Die NANOGrav-Kollaboration hat erste experimentelle Hinweise auf sehr niederfrequente Gravitationswellen beobachtet. Prof. Dr. Pedro Schwaller und Wolfram Ratzinger haben die Daten analysiert und dabei insbesondere die Möglichkeit untersucht, ob sich dahinter eine neue Physik jenseits des Standardmodells verbergen könnte: In der Fachzeitschrift SciPost Physics zeigen sie, dass das Signal sowohl mit einem Phasenübergang im frühen Universum als auch mit einem Feld extrem leichter axionähnlicher Teilchen (ALPs) vereinbar ist. Letztere gelten als vielversprechende Kandidaten für Dunkle Materie. Die Wissenschaftler sind sehr zuversichtlich, mit präziseren Daten eine klare Aussage treffen zu können, welches der Szenarien tatsächlich zutrifft.



26. März:

Der Neubau des Centrums für Fundamentale Physik (CFP) kommt voran: Am 26. März wird eine 2.25 Meter dicke Decke aus 1.000 Kubikmetern Beton gegossen. In dem Forschungsneubau soll der innovative Elektronenbeschleuniger MESA ein Zuhause finden. Los geht es um 4 Uhr morgens. Über den Tag hinweg fahren rund 120 Betonmischfahrzeuge vor. Mittels einer riesigen Betonpumpe wird der Frischbeton in die speziell auf den künftigen Forschungsbetrieb abgestimmte Deckenkonstruktion eingebracht. Wegen der Dicke der Decke, ihrer Größe von rund 400 Quadratmetern und der statisch erforderlichen Menge an Bewehrungseisen muss dies langsam und Lage für Lage geschehen. Am frühen Abend ist die aus 12 Metern Tiefe aufragende MESA-Halle geschlossen. Eine bautechnische wie logistische Meisterleistung.



Lesen Sie auch auf S. 16: "Auf Wachstum ausgerichtet "

APRIL



1. April:

Im Physik Journal erscheint ein Übersichtsbeitrag, der die Ergebnisse der ersten Förderphase des Mainzer Exzellenzclusters zusammenfasst und aktuelle Projekte benennt. Unter dem Titel "Präziser Blick ins Innere der Materie" beschreibt der Artikel wie PRISMA und der aktuelle Cluster PRISMA+ mit Präzisionsexperimenten und theoretischen Arbeiten wichtige Beiträge leisten, um offene Fragen zur Validität des Standardmodells zu beantworten. Die Ouintessenz: In einem Feld, in dem meist internationale Großprojekte eine entscheidende Rolle spielen, kann PRISMA+ vor allem auch mit Niederenergie-Präzisionsexperimenten vor Ort in Mainz punkten - ein Leuchtturmprojekt ist der Bau des neuen Beschleunigers MESA. Der Beitrag schafft es bis auf die Titelseite.

Nachzulesen ist der Artikel hier: https://www.pro-physik.de/physik-journal/april-2021



7. April:

Die Myon g-2 Kollaboration veröffentlicht erste Resultate ihrer Messungen zum anomalen magnetischen Moment des Myons - einer Präzisionsgröße, die einen der vielversprechendsten Tests der Vorhersagen des aktuell gültigen Standardmodells der Teilchenphysik ermöglicht. Mit dem nun gemessenen Wert verdichten sich die Hinweise auf eine neue Physik ienseits dieses Standardmodells und damit auf die Existenz bisher unbekannter Teilchen oder Kräfte. Die PRISMA+-Arbeitsgruppe um Prof. Dr. Martin Fertl ist die einzige in Deutschland, die mit experimentellen Beiträgen an der Myon g-2 Kollaboration beteiligt ist. Für das nun veröffentlichte Resultat wurden erst weniger als sechs Prozent des geplanten Datensatzes ausgewertet. Das Ergebnis ruft ein gewaltiges Medienecho hervor.

Sehr sehenswert: https://www.3sat.de/wissen/ nano/210430-sendungnano-104.html



12. April:

Das Mu3e Experiment am Paul Scherrer Institut (PSI) wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen einer neuen Forschungsgruppe für einen Zeitraum von vier Jahren mit rund 4,6 Millionen Euro gefördert. Beteiligt sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschafter aus Mainz, Heidelberg und Karlsruhe. Mit dem Mu3e Experiment wollen sie nach dem Zerfall eines Myons (Mu) in drei Elektronen (3e) suchen, einem extrem unwahrscheinlichen Prozess. dessen Nachweis auf neue Physik hindeuten könnte. Prof. Dr. Niklaus Berger entwickelt mit seinem Team unter anderem ein Auslesesystem, mit dem große Datenmengen aus dem Detektor heraustransportiert, sortiert und gesammelt werden können sowie die Hard- und Software für die anschließende Onlineselektion interessanter Zerfälle.

MAI



17. Mai:

Wichtige Vorbereitungsmessungen für das geplante Neutrino-Experiment JUNO finden bei einer Strahlzeit am Beschleuniger des National Institute for Nuclear Physics im italienischen Padua statt. Als Detektormaterial wird JUNO einen Flüssigszintillator nutzen. Ziel der Messungen in Padua ist es. charakteristische Parameter von schweren geladenen Teilchen, wie etwa Protonen, die sich durch den Szintillator bewegen, exakt zu messen. Das ist wichtig, um deren Signale von den eigentlich interessanten Neutrino-Signalen unterscheiden und so die späteren Messergebnisse von JUNO verstehen und korrekt interpretieren zu können. Bei einer zweiten Strahlzeit im Dezember werden die Messungen auf weitere Detektormedien ausgeweitet. Initiiert und geleitet werden beide Strahlzeiten von Dr. Hans Steiger vom PRISMA Detektorlabor.



31. Mai:

Die Europäische Physikalische Gesellschaft (EPS) vergibt den "Giuseppe und Vanna Cocconi-Preis 2021" an die Borexino-Kollaboration. Damit würdigt sie deren bahnbrechende Beobachtungen von solaren Neutrinos, die als Botschafter verschiedener Kernfusionsprozesse in der Sonne dienen. Durch ihre Arbeiten konnte die Borexino-Kollaboration zahlreiche Informationen über die beiden im Inneren der Sonne ablaufenden Fusionsprozesse gewinnen - die Proton-Proton-Reaktion und den so genannten CNO-Zyklus. "Dank der Ergebnisse zeigt sich nun ein recht vollständiges Bild von den Vorgängen im Sonneninneren", sagt der Mainzer Neutrinophysiker Prof. Dr. Michael Wurm, der mit seiner Arbeitsgruppe an der Kollaboration beteiligt ist.

JUNI



30. luni:

Saskia Plura, Masterstudentin der Teilchenphysik an der JGU, wird am 30. Juni eine ganz besondere Ehre zu teil: Bei der 70. Lindauer Nobelpreisträgertagung, die in diesem Jahr online stattfindet, diskutiert sie mit den vier Physik-Nobelpreisträgern Reinhard Genzel, David J. Gross, Saul Perlmutter und Rainer Weiss im Online-Panel "Dark & Black" über Dunkle Materie. Insbesondere geht es um folgende Fragen: Gibt es in absehbarer Zeit einen Durchbruch bei der Suche nach Dunkler Materie? Könnten die jüngsten Ergebnisse des Myon q-2 Experiments am Fermilab Hinweise darauf geben?



Antworten gibt es im Video: https://www.mediatheque.lindau-nobel.org/videos/39147

JULI



15. Juli:

Über mehrere lahre werden die beiden New Small Wheels (NSW) als wichtige Komponenten des neuen ATLAS Detektors in einer großen Montage-Halle auf dem CERN Gelände zusammengebaut, dann kommt am 15. Juli der große Moment: Das erste NSW wird zum ATLAS Detektor transportiert und dort installiert und dazu 100 Meter tief in die ATLAS-Grube abgesenkt. Spektakuläre Bilder und Videos entstehen. Das zweite NSW folgt am 4. November 2021. Beteiligt von Mainzer Seite ist die Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Matthias Schott.



Lesen Sie auch auf S. 22: "Es geht steil bergab"

AUGUST



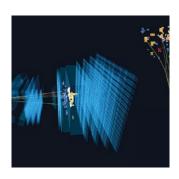
9. August:

Einem PRISMA+-Theorieteam gelingt es zu berechnen, wie Atomkerne des Elements Calcium sich verhalten, wenn sie mit Elektronen zusammenprallen. Die Ergebnisse stimmen sehr gut mit vorhandenen experimentellen Daten überein. Erstmals ist damit eine Berechnung auf Basis grundlegender Theorien in der Lage, Experimente für solch einen schweren Kern wie Calcium korrekt zu beschreiben. Von großer Bedeutung ist die Methode vor allem, um künftige Neutrino-Experimente interpretieren zu können. Die Arbeit ist in der Gruppe von Prof. Dr. Sonia Bacca in Zusammenarbeit mit dem Oak Ridge National Laboratory entstanden - und im renommierten Journal *Physical Review* Letters erschienen.

SEPTEMBER

EXZELLENT ERKLÄRT

SPITZENFORSCHUNG



11. August:

Ein Wissenschaftlerteam um Prof. Dr. Matthias Neubert hat Daten des LHCb Experiments am CERN zu auffälligen Zerfällen von B-Mesonen theoretisch analysiert. Laut Standardmodell sollten B-Mesonen, also Teilchen, die ein b-Quark enthalten, genauso oft in Elektronen wie in Myonen zerfallen. Dies ist laut der Messungen aber nicht der Fall, was ein Hinweis auf neue Physik sein könnte. Die Analyse der Wissenschaftler zeigt, dass eine der vielversprechendsten Erklärungen die Existenz einer neuen fundamentalen Kraft ist. Vermittler dieser Kraft wäre ein Leptoquark, das zum ersten Mal den Leptonenteil des Standardmodells direkt mit dem Quarkteil koppeln und so wichtige offene Fragen zur Teilchenstruktur im Standardmodell beantworten könnte. Unter dem Titel "Reading the footprints of the Bmeson flavor anomalies" ist die Arbeit im Journal of High Energy Physics veröffentlicht.



25. August:

Erstmals ist es Physikerinnen und Physikern gelungen, eine neue Methode zur Kühlung von Protonen mithilfe lasergekühlter Ionen – in diesem Fall Beryllium-Ionen - erfolgreich umzusetzen. Das Besondere: Beide Teilchensorten befinden sich in räumlich getrennten Fallen und die Kühlleistung kann erstmals über einen elektrischen Schwingkreis und eine Distanz von neun Zentimetern von der einen in die andere Falle übertragen werden. So lässt sich das Proton auf deutlich tiefere Temperaturen kühlen als ohne Beryllium, wie die Mainzer Arbeitsgruppe um Dr. Christian Smorra im Rahmen der BASE-Kollaboration zeigen kann. Die neue Methode ist insbesondere auch für Antiprotonen interessant, denn so sind noch genauere Experimente zum Vergleich von Materie und Antimaterie möglich. Mehr dazu in *Nature*.



1. September:

57 Exzellenzcluster – ein Podcast: Am 1. September erscheint die erste Folge von "Exzellent erklärt - Spitzenforschung für alle". Unter Moderation von Larissa Vassilian berichtet der Podcast zu aktuellen Wissenschaftsthemen seitdem regelmäßig aus einem der Cluster und aibt Einblick in deren wissenschaftliches Arbeiten. Dabei geht die Reise quer durch die Repulik und genauso vielfältig wie die Standorte sind die Themen: von A wie Afrikastudien bis Z wie Zukunft der Medizin. Zehn Wissenschaftskommunikatoren verschiedener Exzellenzcluster, darunter Dr. Renée Dillinger-Reiter, für die Öffentlichkeitsarbeit bei PRISMA+ verantwortlich, haben gemeinsam mehrere Monate lang das Konzept für die neue Podcastreihe erarbeitet.



Lesen Sie auch auf S. 18: "Mitmachen ist die Devise"



13. September:

Vom 13. bis 17. September findet die erste internationale Summer School der Mainz Physics Academy (MPA) statt mit 20 Fellows vor Ort und 75 PhD-Studierenden online zugeschaltet. Unter dem Titel "Fundamentale Wechselwirkungen in der Teilchen-, Hadronen und Kernphysik" wird ein hochkarätiges Vortragsprogramm geboten, in dem Referentinnen und Referenten aus Deutschland, Spanien, Japan und USA über aktuelle Forschungsthemen sprechen. Auch 12 Doktoranden, die über die MPA gefördert oder unterstützt werden, stellen in kurzen Präsentationen ihr ieweiliges Promotionsthema vor. Ein rundum gelungener Austausch, der viele Möglichkeiten zum Vernetzen und aktuelle Forschung aus erster Hand bietet. Fortsetzung folgt mit Sicherheit.



Lesen Sie auch auf S. 20: "Der neue Excellence Track Physik"

OKTOBER



4. Oktober:

Das neue Centrum für Fundamentale Physik (CFP) wächst weiter kräftig und für das viergeschossige Labor- und Bürogebäude CFP II wird Richtfest gefeiert. Zahlreiche Forschungslabore, Seminarund Konferenzräume finden hier auf insgesamt rund 3.540 Quadratmetern Platz. Das CFP II wird insbesondere Speziallabore für die Detektorentwicklung beherbergen, einschließlich Reinraum und Montagehalle für den Zusammenbau großer Detektorkomponenten. Dies ist wichtig, da sowohl die Erforschung des schwach wechselwirkenden Universums als auch das MESA-Forschungsprogramm anspruchsvolle Techniken in der Teilchendetektion erfordern. All dies wird durch das PRISMA Detektorlabor sichergestellt, das im CFP II ideale Forschungs- und Entwicklungsbedingungen vorfinden wird.

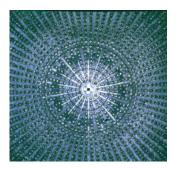


Lesen Sie auch auf S. 16: "Auf Wachstum ausgerichtet"



5. Oktober:

Im Förderatlas 2021 der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) belegt die Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU) in der Physik mit deutlichem Abstand den Spitzenplatz. Mit rund 45 Millionen Euro hat die JGU in den Jahren 2017 bis 2019 in diesem Fachgebiet unter allen deutschen Universitäten die meisten Fördermittel der DFG eingeworben. Die Universität Heidelberg liegt in der entsprechenden Liste mit rund 35 Millionen Furo auf dem zweiten und die Technische Universität München mit rund 33 Millionen Euro auf dem dritten Platz. In den Naturwissenschaften insgesamt kommt die JGU mit DFG-Bewilligungen in Höhe von knapp 67 Millionen Euro bundesweit auf Platz vier. Erheblichen Anteil an diesen Erfolgen hat PRISMA+.

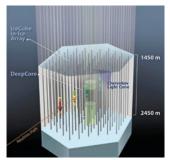


7. Oktober:

Um 11.26 Uhr endet eine experimentelle Ära: Das Borexino-Experiment im italienischen Gran Sasso Untergrundlabor nimmt letzte Daten im Run Nr. 36744, bevor es abgeschaltet wird. Seit 15. Mai 2007 hat Borexino viele wertvolle Informationen zu solaren Neutrinos gesammelt und so Prozesse in der Sonne beobachtet. Daraus stammen wichtige Erkenntnisse über die in der Sonne ablaufenden Fusionsprozesse, zuletzt den Nachweis von Neutrinos aus dem subdominanten CNO-Zyklus, dessen Auftreten in der Sonne bis dahin nur theoretisch vorhergesagt war. Weitere Daten von Borexino werden noch viele Jahre ausgewertet und auch weiterhin beständig neue Erkenntnisse liefern.



Zu Borexino lesen Sie auch die Meldungen vom 31. Mai (S. 38) und 22. Dezember (S. 42)



18. Oktober:

Eine neue Analyse des Neutrinoteleskops IceCube am Südpol liefert bisher umfassendste Informationen zu Nicht-Standard Wechselwirkungen (NSI) von Neutrinos, die ein Hinweis auf neue Physik sein können. In Physical Review D beschreibt die IceCube Kollaboration, wie sie Signale, die atmosphärische Neutrinos über drei Jahre im zentralen Teil von IceCube. dem DeepCore, hinterlassen haben, im Hinblick auf NSI untersucht hat. Dabei setzt die neue Analyse erstmals Grenzen für alle Parameter, die zur Beschreibung von NSI verwendet werden. Dies ist eine Verbesserung gegenüber früheren Analysen, die sich nur auf einen NSI-Parameter beschränkten, für den IceCube am empfindlichsten ist. Ein PRISMA+-Wissenschaftlerteam um Prof. Dr. Sebastian Böser ist federführend beteiligt.

NOVEMBER

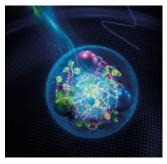


20. Oktober:

Die ATLAS-Kollaboration untersucht die subtilen Unterschiede in den Energien und Richtungen von Top- und Antitop-Quarks, die im LHC am CERN entstehen. Eine neue Analyse, federführend durchgeführt von MPA Fellow Alexander Basan, zeigt Übereinstimmung mit dem Standardmodell und erlaubt damit Grenzen in Bezug auf den Einfluss potentieller neuer Teilchen und Wechselwirkungen zu formulieren. Die ATLAS Kollaboration veröffentlicht die neuen Ergebnisse und bereitet sie in einem "Physics Briefing" für Laien verständlich auf.



https://atlas.cern/updates/ briefing/top-energy-asym-



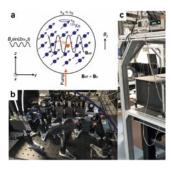
8. November:

Ein internationales Forschungsteam mit Mainzer und Darmstädter Beteiligung misst am BESIII Experiment in China die Formfaktoren des Neutrons im Bereich von 2 bis 3.8 Gigaelektronenvolt im Vergleich zu vorherigen Messungen 60-mal genauer. Die große Herausforderung: Dieser Energiebereich ist nur über aufwändige Annihilationsexperimente zugänglich, was bisher nicht mit der gewünschten Präzision möglich war. Im übertragenen Sinne füllt die Kollaboration damit einen weißen Fleck auf der "Landkarte" der Neutron-Formfaktoren mit neuen Daten, wie sie in *Nature Physics* berichtet. Wichtig sind die neuen Erkenntnisse vor allem, weil sie sehr grundlegend sind und die Wissenschaft so ein weit umfassenderes Bild über diesen wichtigen Baustein der Natur erhält, meint Prof. Dr. Frank Maas, Wissenschaftler bei PRISMA+.



10. November:

Zum Abschluss des Jubiläumsjahres zur Wiedereröffnung vor 75 Jahren richtet die Johannes Gutenberg-Universität Mainz mit ihrem Exzellenzcluster PRISMA+ gemeinsam mit dem Universitätsverbund German U15 und der Vertretung des Landes Rheinland-Pfalz beim Bund und bei der Europäischen Union einen Parlamentarischen Abend in Berlin aus. Er steht ganz im Zeichen des Themas Spitzenforschung und bietet Gelegenheit für rege Debatten darüber, welche Rahmenbedingungen und politischen Weichenstellungen diese benötigt. Im Zuge der Veranstaltung wird auch die neu konzipierte Ausstellung PRÄZISION eröffnet. Sie beleuchtet das Thema Präzision aus vielen verschiedenen Blickwinkeln und bietet so faszinierende Einblicke in die PRISMA+-Forschung.



18. November:

Ein internationales Forscherteam unter Beteiligung von PRISMA+ und des Helmholtz-Instituts Mainz (HIM) hat eine Labor-Methode zur Suche nach extrem leichten Dunkle Materie Teilchen – sogenannte Axion-like Particles (ALP) erfolgreich weiterentwickelt. Prinzipiell nutzt die Gruppe um Prof. Dr. Dmitry Budker in ihren Experimenten Techniken der kernmagnetischen Resonanz. Der neue Aufbau weist zwei Besonderheiten auf: Das Sensorgas Xenon würde den Effekt eines ALP-Feldes zunächst um einen Faktor 100 verstärken. Zudem befindet sich das Magnetometer, welches potentielle Signale misst und mit Rubidium arbeitet, in der gleichen Zelle. Der stärkere Kontakt zwischen beiden erhöht neben dem stärkeren Signal die Empfindlichkeit um insgesamt fünf Größenordnungen gegenüber früheren Experimenten, wie in der Zeitschrift Nature Physics beschrieben.



Lesen Sie auch auf S. 18: Mitmachen ist die Devise",

DEZEMBER



21. November:

Nach längerer Corona-bedingter Pause heißt es am Sonntag, den 21. November erstmals wieder "Vorhang auf" für die Reihe "Physik im Theater". Das Thema ist ungemein spannend, denn es geht um eine Weltsensation: Am 10. April 2019 veröffentlichte das Event Horizon Telescope (ein globales Netzwerk von Radioteleskopen) das erste Bild eines schwarzen Lochs - ein Wendepunkt in der Astronomie! Der Astrophysiker Prof. Dr. Heino Falcke, ein führender Wissenschaftler in diesem Experiment, erklärt in seinem Vortrag, wie es dazu kam: von den ersten Blicken der Menschen hoch zum Himmel bis zur modernen Astrophysik, der Erforschung der schwarzen Löcher und den noch unenthüllten Geheimnissen des Universums – und was das mit ihm und uns Menschen zu tun hat.



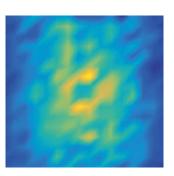
7. Dezember:

Unter federführender Beteiligung des Exzellenzclusters PRISMA+ und des Helmholtz-Instituts Mainz (HIM) hat eine internationale Kollaboration erstmals umfassende Daten zur Suche nach Dunkler Materie mit einem weltweiten Netzwerk an optischen Magnetometern veröffentlicht. Durch korrelierte Messungen an zahlreichen Stationen des GNOME-Netzwerks sollten Dunkle-Materie-Felder ein charakteristisches Signalmuster erzeugen, so die Überlegung. Bei der Analyse von Daten aus einem einmonatigen Dauerbetrieb von GNOME gab es noch keinen entsprechenden Hinweis. Die Messung erlaubt es aber, Einschränkungen in Bezug auf die Eigenschaften der Dunklen Materie zu formulieren, wie die Forscher in der renommierten Fachzeitschrift Nature Physics berichten.



13. Dezember:

Mit der Reihe "Youngst@rs" ruft das "Mainzer Institut für Theoretische Physik" (MITP) ein neues Format ins Leben, das jungen Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen hilft, kurze virtuelle Workshops zu organisieren. Premiere ist am 13. Dezember: Drei Nachwuchswissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Turin und Prag laden zu einem dreitägigen Workshop zum Thema "Supergravity and Holography" ein. Unter dem Titel SUGRHOW-21 trifft sich eine Gruppe führender Theoretiker aus den Bereichen Supergravitation, Schwarze Löcher und Holografie, um die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Bereichen zu fördern und die Agenda für künftige Entwicklungen und neue Anwendungen festzulegen. Nach dem erfolgreichen Start wird die Reihe 2022 mit mehreren weiteren Workshops fortgesetzt.



22. Dezember:

Aus Daten des Borexino Experiments lassen sich erstmals Erkenntnisse darüber ableiten. aus welcher Richtung solare Neutrinos den Detektor erreichen. Dies galt lange Zeit als unmöglich, da Szintillationsdetektoren wie Borexino das Fluoreszenz-Licht messen, das Neutrinos in alle Richtungen auslösen und nicht das gerichtete Cherenkov Licht wie wasserbasierte Detektoren. Eine Studie von Neutrinosignalen in Borexino zeigt nun erstmals, dass sich ein schwaches Cherenkov-Signal auch in Szintillationsdetektoren nachweisen lässt. Dass es prinzipiell möglich ist, dieses Signal herauszukitzeln, ist eine echte technische Innovation - und in einem größeren Kontext wichtig: im Hinblick auf die Entwicklung noch sensitiverer hybrider Detektoren, in denen Szintillations- und Cherenkov-Signal gleichzeitig zum Nachweis von Neutrinos genutzt werden.

SCHLAGZEILEN 2021 +++

PRISMA+ IN DEN MEDIEN

FAZ / NEUES ZUR DUNKLEN MATERIE +++

Am 23. Februar schreibt die FAZ: "Forscher der Gutenberg-Universität haben einen neuen Ansatz gefunden, um womöglich das Rätsel der Dunklen Materie zu lösen. Ihren Überlegungen liegt die Annahme zugrunde, dass es eine fünfte Dimension gibt." +++

FAZ / SUCHE IN DER FINSTERNIS +++ Die FAZ stellt am 6. April die PRISMA+-Forschung zur Dunklen Materie vor: "An der Gutenberg-Uni wollen Physiker das Rätsel der Dunklen Materie lösen. Nach den Teilchen, aus denen sie bestehen könnte, fahnden sie im Weltall und unter der Erde. Bald hilft ihnen auch ein neuer Beschleuniger." +++

SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT / DER RISS IM

WELTMODELL +++ Großes Thema am 7. April ist eine neue spektakuläre Messung des anomalen magnetischen Moments des Myons. Dadurch verdichten sich Hinweise auf eine Physik jenseits des Standardmodell +++

NZZ / IM GEBÄLK DER TEICLHENPHYSIK

KRACHT ES +++ Auch die Neue Zürcher Zeitung widmet sich diesem Thema. An anderer Stelle schreibt sie: "Vor zwei Wochen bekam das Standardmodell der Teilchenphysik nasse Füße. Jetzt steht ihm das Wasser bis zum Hals." +++

AZ MAINZ / FORSCHUNGSBUNKER WÄCHST

+++ Am 8. April berichtet die Allgemeine Zeitung Mainz über den Baufortschritt beim Centrum für Fundamentale Physik: "Halle des neuen MESA-Beschleunigers erhält 2,25 Meter dicke Beton-Decke" +++

TAGESSPIEGEL / EINE TÜR ZUR UNBEKANNTEN

PHYSIK +++ titelt am 9. April der Tagesspiegel im Hinblick auf die neue Myon-Messung und ergänzt: "Forschende entdecken einen möglichen Widerspruch im Standardmodell der Teilchenphysik. Braucht es eine "neue" Physik?" +++

DER SPIEGEL / SONDE INS UNBEKANNTE +++

Unter dieser Überschrift berichtet am 10. April auch der Spiegel: "Seit 50 Jahren ersehnen Forscher Einblicke in die Welt jenseits der bekannten Naturgesetze. Jetzt öffnet sich das Tor zu einer neuen Physik." +++

FAS / DIE MACHT DER MYONEN +++ So ordnet die Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung die neue Messung ein. Und schreibt dazu am 11. April: "Ein Teilchen schickt sich an, eine beispiellos erfolgreiche Theorie zu sprengen. Viele Physiker freuen sich wie Bolle. Andere warnen, dazu sei es noch zu früh." +++

PRISMA+ UNSERF UNG BE



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.

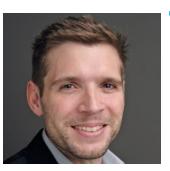
Prof. Dr. Achim Denig



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. Randolf 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

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+ Mitarbeit: Theresa Hecker, Stabsstelle Kommunikation und Presse

Gestaltung:

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

Druck:

Volkhardt Caruna Medien GmbH & Co. KG

Fotografie, Bildnachweis:

Prof. Dr. Niklaus Berger/JGU (Titel); Werner Feldmann/JGU (S. 4); Angelika Stehle/JGU (S. 6, 8, 10, 12); privat (S. 14, 15), Pembroke College/Oxford, privat (S. 14); Fachbereich 08 - Physik, Mathematik und Informatik/JGU (S. 16); Institut für Kernphysik (S.17); Bettina Ausserhofer (S. 18, 19); PRISMA+ (S. 19); Angelika Stehle (S. 20); Katarina Anthony, Maximilien Brice, Julien Ordan/CERN (S. 22, 23); Maximilien Brice, Julien Ordan/CERN (S. 24, 26, 27); AG Oberlack (S. 28, 31); XENON Collaboration (S. 30, 31); Prof. Dr. Frank Maas (S. 32, 33); Werner Feldmann/JGU, Stefan Ulmer/CERN (S. 34); Crema Collaboration, Lisa Schumacher/RWTH Aachen, privat, Sabrina Hopp, Stefan F. Sämmer/JGU (S. 35); Sabrina Hopp, Angelika Stehle, NANOGrav/T. Klein, Stefan F. Sämmer/LBB (S. 36); Renée Dillinger, Reidar Hahn/Fermilab, Prof. Dr. Niklaus Berger/JGU, M.Sc. Raphael Stock/TUM (S. 37); Borexino Collaboration, Lindau Nobel Laureate Meetings, Maximilien Brice, Julien Ordan/CERN, Fermilab (S. 38); CERN, Stefan F. Sämmer/JGU, Torsten Zimmermann/JGU (S. 39); Stefan F. Sämmer/LBB, Werner Feldmann/ JGU, Borexino Collaboration, IceCube Collaboration (S. 40); privat, Xiaorong Zhu/USTC, Theresa Hecker, Min Jiang/USTC (S. 41); Boris Breuer, Hector Masia Roig/JGU, MITP, Borexino Collaboration (S. 42); Sabrina Hopp, Peter Pulkowski/JGU (S. 44, 45)

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



49 senior researchers, 120 doctoral candidates, 72 postdoctoral researchers, 14 new research groups since 2012 (Status 01/2022)



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.







