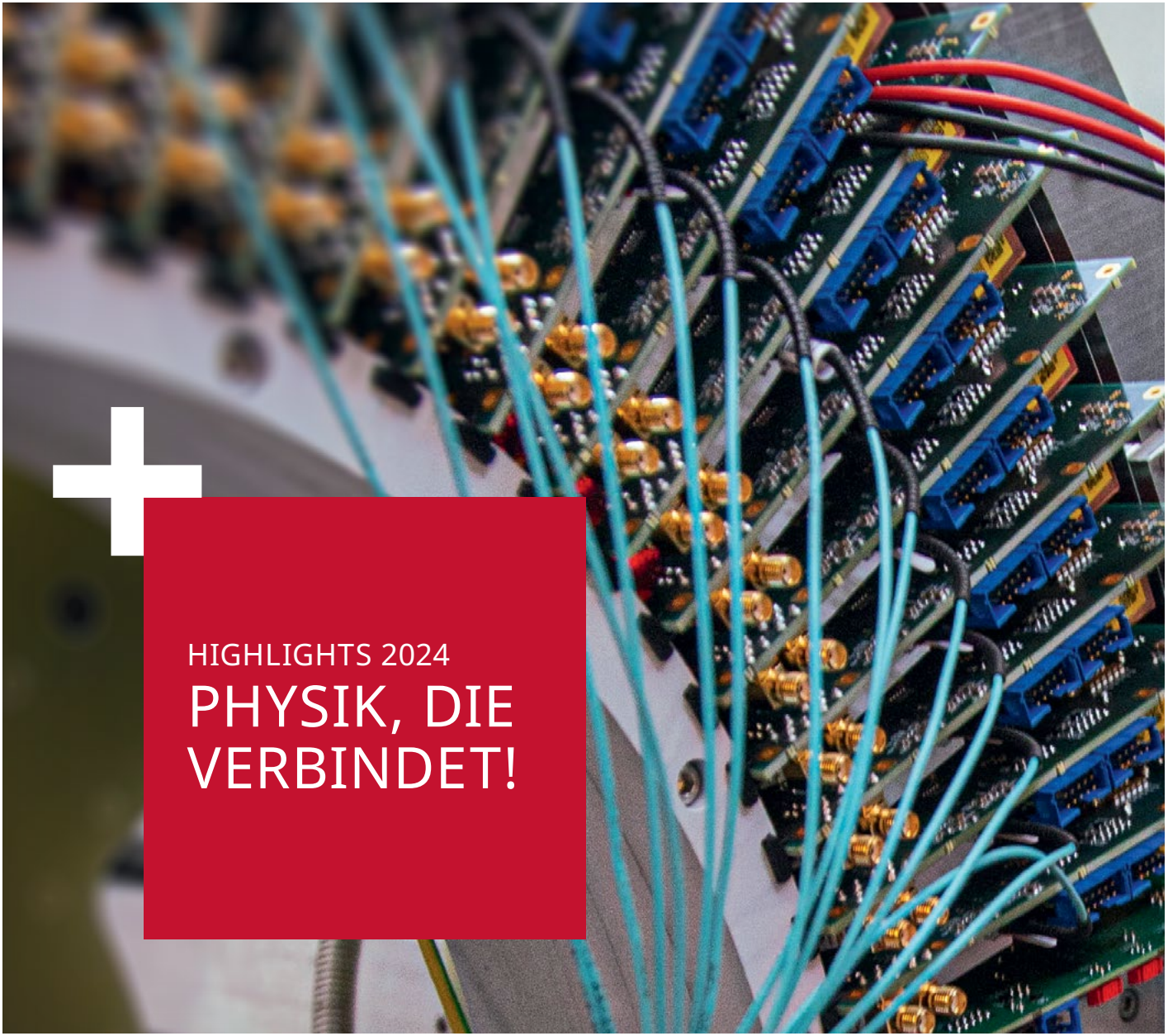


HIGHLIGHTS 2024

PHYSIK, DIE VERBINDET!

PRISMA+

AUF EINEN BLICK

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

2019 – 2025
Förderzeitraum

52 Mio.
Fördersumme (in Euro)

53 leitende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler,
130 Doktorandinnen und Doktoranden, 95 Postdocs,
16 neue Forschungsgruppen seit 2012
(Stand 12/2024)

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. Ioana Caracas – Die Zukunft von Neutrinos simulieren
- Dr. Francesco Marino – Mit exotischen Kernen das Universum entschlüsseln
- Jonas Stricker – Mit Mainzer Kernchemie zur Physik am CERN

12 NEU bei PRISMA+

14 Internship Program

16 Status Report
- Mu3e
- MESA

24 Wissen weitergeben
- Teilchenphysik-AG für Schülerinnen und Schüler: ATLAS Legoprojekt

26 Chronik 2024

30 Impressum

LIEBE LESERINNEN UND LESER,

Physik verbindet! Sie beschreibt nicht nur die Wechselwirkungen von Teilchen, die uns die Entstehung und den Aufbau des Universums erklären, Physik stellt Verknüpfungen auf ganz unterschiedlichen Ebenen her: Sie verbindet Theorie und Experiment und ermöglicht interdisziplinäre Kooperation. Im Exzellenzcluster PRISMA+ arbeiten Forschende aus aller Welt zusammen, um fundamentale Fragen der Natur zu beantworten. In den Highlights 2024 möchten wir Ihnen die verbindende Kraft der Physik näherbringen.

Internationale Kollaborationen in der Physik ermöglichen spannende Projekte. So wird beim Mu3e-Experiment am Paul-Scherrer-Institut in der Schweiz der Zerfall eines Myons in drei Elektronen untersucht. Das TACTICa-Projekt zeigt, wie Chemie und Physik zusammenarbeiten, um radioaktive Ionen für Experimente am CERN zu erzeugen.

Mit großen Fortschritten im Jahr 2024 ist der Bau des Mainzer Elektronenbeschleunigers MESA ein herausragendes Beispiel für die Verbindung von Physik, Technik, und Konstruktionsarbeit.

Der Teilchenbeschleuniger LHC am CERN mit seinem größten Detektor ATLAS bietet auch 2024 wieder verschiedene Anknüpfungspunkte mit der JGU und PRISMA+.

So fand das Mitgliedertreffen 2024 des vom BMBF geförderten Forschungsschwerpunkts ATLAS auf dem Mainzer Campus statt. Das Projekt „Zeptometry“ zielt darauf ab, MESA in Mainz über verschiedene Präzisionsmessungen mit dem LHC zu verbinden. In der Teilchenphysik-AG des Exzellenzclusters bauen Schülerinnen und Schüler ein ATLAS-Modell aus Lego und bringen auf diese Weise schulische Bildung mit aktueller Forschung zusammen.

Wie jedes Jahr schlägt PRISMA+ mit seiner Reihe „Physik im Theater“ eine Brücke zur Öffentlichkeit: Tausende Zuschauer konnten 2024 im mehrfach ausverkauften Mainzer Staatstheater für moderne Physik begeistert werden.

Lassen Sie sich von den Highlights des Jahres 2024 inspirieren und entdecken Sie, wie die Physik Verbindungen schafft.

Viel Freude beim Lesen – bleiben Sie neugierig und verbunden!

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

SPRECHER DES EXZELLENZCLUSTERS PRISMA+

Die Zukunft von Neutrinos simulieren

„Mein Hauptprojekt beschäftigt sich mit Analysen und Simulationen für das zukünftige Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE). Dieses Experiment wird Beschleunigerkollisionen als Quelle zur Untersuchung der Eigenschaften von Neutrinos nutzen und befindet sich derzeit in der Entwicklungs- und Aufbauphase.

DUNE wird aus zwei Detektoren bestehen: Einer wird vor dem Strahl positioniert, der andere in 1300 km Entfernung. Der Nahdetektor wird den Neutrinofluss des Strahls messen, der Ferndetektor den entsprechenden oszillierenden Neutrinofluss. Der Nahdetektor wird einen innovativen Ansatz verfolgen: Er wird nicht nur vor dem Teilchenstrahl messen, sondern auch senkrecht dazu bis zu einer Entfernung von 30 Metern. Diese Konfiguration wird es uns erlauben, verschiedene Flüsse zu messen, die wir zur Vorhersage der Flüsse am Ferndetektor verwenden können.

Hier kommt meine Simulationsarbeit ins Spiel. Indem wir diese Analysen durchführen und verschiedene Flüsse und Positionen kombinieren, werden wir in der Lage sein, die Neutrinoeigenschaften mit minimaler Abhängigkeit von der Neutrino-Kern-Wechselwirkung vorherzusagen. In den aktuellen Experimenten ist diese Wechselwirkung eine Quelle der Unsicherheit, da die Analyse von dem theoretischen Modell abhängt, mit dem sie beschrieben wird. In meiner Studie verwende ich die technischen Spezifikationen von DUNE, um das Energiespektrum der Neutrinos in eine Simulation des Detektors einzugeben. Meine Simulationen vergleiche ich mit den Daten, die der Detektor liefern würde. Da wir noch keine Messungen haben, beziehe ich diese Daten aus zusätzlichen Simulationen, in die ich die Ergebnisse anderer Experimente einbeziehe. Die Analyse ist nun unabhängig von der Neutrino-Kern-Wechselwirkung, hängt aber aufgrund neuer Effekte durch die Entfernung des Detektors vom Strahl von den gemessenen Flüssen ab.

Als ich begann, die Messungen fern des Strahls zu untersuchen, stellte ich fest, dass bei dieser Konfiguration einige Detektorparameter einen großen Einfluss auf die Unsicherheiten haben. Da sich der Detektor noch im Bau befindet, konnte ich mit Hilfe der Verantwortlichen für die Strahlarchitektur Ideen entwickeln, um diese Effekte zu reduzieren.

Dieses Projekt ist eine Zweibahnstraße: Ich benutze die Spezifikationen des Detektors für meine Simulationen, und gleichzeitig können wir diese Ergebnisse verwenden, um das Design zu überprüfen und Wege zu finden, die Leistung des Experiments in Zukunft zu verbessern.“

Mit exotischen Kernen das Universum entschlüsseln

„Ich arbeite auf dem Gebiet der theoretischen Kernphysik und entwickle ab-initio-Techniken zur Beschreibung von Atomkernen, wobei die einzelnen Nukleonen und die Kräfte zwischen ihnen als Bausteine der Theorie verwendet werden.

Mein Schwerpunkt in der Forschungsgruppe liegt auf der Berechnung der sogenannten elektromagnetischen Antworten, Eigenschaften von Kernen, die aus dem Einfluss der elektromagnetischen Kraft entstehen. Diese Eigenschaften können in Laborexperimenten mit radioaktiven Strahlen gemessen werden und geben einen einzigartigen Einblick in die innere Struktur von Kernen. Das Projekt, das in Zusammenarbeit mit experimentellen Gruppen an der Technischen Universität Darmstadt durchgeführt wird, zielt darauf ab, genaue Vorhersagen für Kerne zu liefern, die in den kommenden Jahren im Labor zugänglich sein werden.

In meinem Projekt geht es darum, die Theorie zu erweitern, um sogenannte exotische Kerne besser erklären zu können. Diese Kerne sind instabil und haben einen großen Überschuss an Neutronen gegenüber Protonen. Exotische Kerne spielen in der kernphysikalischen Forschung eine wichtige Rolle, unter anderem weil die Extrapolation von elektromagnetischen Eigenschaften einen Zugang zu den Eigenschaften der sogenannten Kernmaterie ermöglicht, einer Art Flüssigkeit aus ungebundenen Neutronen und Protonen, die ein Schlüsselmodell für Neutronensterne ist. Daher hat diese Theorie Auswirkungen auf andere Studien, die sich über mehrere Skalen erstrecken und es ermöglichen, Eigenschaften auf der Makroskala durch Eingaben auf der Mikroskala zu beschreiben.

Die Kernphysik befasst sich mit sehr komplexen Problemen, das macht sie so interessant. Um diese Systeme zu untersuchen, entwickele ich neue Techniken und arbeite mit komplizierten Codes, die eine hohe Rechenleistung erfordern. Ich benutze MOGON, den hauseigenen Supercomputer, routinemäßig für Tests und Entwicklungen sowie für Produktionsberechnungen. Ziel ist es, zuverlässige Ergebnisse zu erhalten, die mit experimentellen Messungen verglichen werden können.

Diese Forschung ermöglicht es mir, mit mehreren Forschungsgruppen zusammenzuarbeiten, so dass ich einen Überblick über das breite Feld in Theorie und Experiment sowie über die Anwendungen in der Astrophysik erhalte.”

WORAN FORSCHEN SIE GERADE?

Jonas Stricker

Jonas Stricker kommt ursprünglich aus der Chemie. Nach seinem Bachelorstudium in Bonn wechselte er für seinen Master 2020 in die Kernchemie nach Mainz. In der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Christoph Düllmann hat er Anfang 2023 seine Promotion begonnen und schlägt mit seiner Forschung eine Brücke zwischen Chemie und Physik.

Mit Mainzer Kernchemie zur Physik am CERN

„Mein Herz schlägt sehr für die Naturwissenschaften, für Physik UND für Chemie. Als Doktorand in der Kernchemie kann ich beides verbinden: Ich forsche im Rahmen des TACTICa-Projekts an der Herstellung radioaktiver Ionen – wie atomarem Thorium (Th^+) und Thoriummonofluorid (ThF^+) – die für die Quantenlogik-Spektroskopie in einer Paul-Falle gefangen werden, um nach Physik jenseits des Standardmodells zu suchen. Hierbei handelt es sich um eine lineare Paul-Falle, ähnlich in der Funktion zu Ionenfallen, die in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Schmidt-Kaler für Quantencomputer eingesetzt werden.

Die radioaktiven Ionen werden durch Laserverdampfung von sogenannten Targets im Ultrahochvakuum erzeugt, wobei je nach Probenmaterial und Laserenergie kleine, mehrfach positiv geladene Molekülionen oder große, einfach geladene Cluster gefunden werden. Diese Forschungsarbeit verbindet Physik und Chemie, da neue Erkenntnisse über die Chemie der Actinoide und ihrer Moleküle in der Gasphase gewonnen werden können und gleichzeitig die Grenzen des Standardmodells der Physik neu ausgelotet werden, sollten diese Ionen eines Tages als Quantensensoren zur Detektion von Dunkler Materie genutzt werden können.

Die chemisch maßgeschneiderten Targets für solche Experimente stelle ich im Radioaktivlabor von Prof. Dr. Düllmann her. Hierbei sind wir nicht nur auf Mainz und das TACTICa-Projekt begrenzt: Verschiedene Forschende stellen gemeinsam Proben für Forschungseinrichtungen weltweit her, u.a. auch für den CERN. Denn am weltweit größten Forschungszentrum für Teilchenphysik werden nicht nur PRISMA+-Detektoren genutzt, sondern wurde erstmals auch eine Protactinium-Probe aus dem genannten Radioaktivlabor für Experimente an CERN-ISOLDE erzeugt und verwendet. Die Zusammenarbeit mit dem CERN war für mich ein echtes Highlight, da ich neben der Herstellung der für das Experiment benötigten Probe auch die Möglichkeit hatte, selbst am Experiment in Genf teilzunehmen. Dabei war es sehr faszinierend zu sehen, wie unsere Gruppe einen großen Beitrag zu einem erfolgreichen ISOLDE-Experiment leisten konnte und der erste Protactinium-Ionenstrahl überhaupt erzeugt wurde – ein Meilenstein!

Zu meiner großen Freude zeigte sich bei diesem Experiment einmal mehr, dass das Zusammenspiel von Physik und Chemie in beiden Disziplinen neue Wege eröffnet. Die Forschung in der Kernchemie bietet unendliche Möglichkeiten und ich freue mich auf weitere Entdeckungen!“

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. DR. LIVIA LUDHOVA
ist Expertin für Niederenergie-Neutrinophysik, promovierte Geologin und Physikerin und neue Professorin für Experimentelle Teilchen- und Astroteilchenphysik in Mainz. Sie hat langjährige Erfahrung in der Messung von solaren Neutrinos und Geoneutrinos und ist Spezialistin für die Untersuchung von Neutrinoeigenschaften mit großvolumigen Flüssigszintillatordetektoren. Als Physik-Koordinatorin der Borexino-Kollaboration und Mitglied der JUNO-Kollaboration ist sie die perfekte Ergänzung für die PRISMA+-Neutrino-Gruppen.

Lesen Sie mehr auf
https://prisma.uni-mainz.de/outreach/news-und-ankuendigungen/neu-bei-prisma-Livia-Ludhova/

PROF. DR. TYLER KUTZ
hat seit Oktober eine Tenure-Track-Professur für experimentelle Hadronen- und Kernphysik am Institut für Kernphysik. Nach seiner Postdoc-Stelle am Massachusetts Institute of Technology (MIT) wechselte er nach Mainz, um seine Professur anzutreten, wo er mit seiner Expertise in der Elektronenstreuung das MESA-Team entscheidend bereichert. Im Rahmen des MESA-Programms wird Tyler einer der Projektleiter sein, der zu den Messungen des schwachen Mischungswinkels und der Hautdicke des Leitneutrons am P2 sowie zu den Messungen des Protonenformfaktors mit MAGIX beiträgt.

Erfahren Sie mehr unter
https://prisma.uni-mainz.de/outreach/news-und-ankuendigungen/neu-bei-prisma-tyler-kutz/

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

ANA MARÍA HERNÁNDEZ PINZÓN
verstärkt als Chemie-Ingenieurin und Labortechnikerin das Team des Detektorlabors in einem vielfältigen Aufgabenbereich. Momentan arbeitet sie an der Analyse und Entwicklung von Verfahren zur Reinigung und Herstellung von Plastikszintillatoren und opaken Plastikszintillatoren. Zudem betreut sie mit ihren Kolleginnen und Kollegen das Labor für Szintillations- und Fluoreszenzdetektoren (LSFD). Außerdem bietet sie technische Unterstützung für die Nutzerinnen und Nutzer des PRISMA Detektorlabors, z.B. durch die Bereitstellung und Reinigung von flüssigem Xenon und wird für den Betrieb des Reinraums im Neubau CFP II verantwortlich sein.

CAROLINE HOFFMANN und
DR. DES. KATHARINA PULTAR
sind die beiden neuesten Mitglieder des Teams der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit bei PRISMA+.

Katharina Pultar ist seit dem 1. April Ansprechpartnerin in diesem Bereich, Caroline Hoffmann ergänzt das Team seit dem 1. November.

Gemeinsam übernehmen sie vielfältige Aufgaben rund um die externe Sichtbarkeit von PRISMA+. Schwerpunkte ihrer Arbeit sind die Organisation und Bewerbung von Veranstaltungen, die Pflege und Aktualisierung der Website sowie die Betreuung der Social Media. Außerdem sind sie für das Verfassen, Korrigieren und Übersetzen von Pressemitteilungen und anderen schriftlichen und audiovisuellen Informationsmaterialien zuständig. Beide möchten eine Brücke zwischen der Fachwelt und der breiten Öffentlichkeit schlagen und so das Interesse an der wissenschaftlichen Forschung wecken. Dazu stellen sie die Forschungsprojekte der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von PRISMA+ vor und sorgen dafür, dass die neuesten Forschungsergebnisse und Fortschritte des Clusters bekannt werden.

INTERNSHIP PROGRAM

Das „Internship Program“ bietet talentierten internationalen Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern eine wertvolle Einstiegsmöglichkeit auf dem Weg zur Promotion in Mainz. Bis zu drei Monate lang arbeiten die Teilnehmenden in einer der PRISMA+-Forschungsgruppen an kleineren Projekten – Reise- und Aufenthaltskosten übernimmt das Programm.

Seit 2019 haben über 50 Praktikantinnen und Praktikanten teilgenommen; 13 von ihnen konnten im Anschluss als herausragende Doktorandinnen und Doktoranden gewonnen werden. Vier von ihnen stellen wir hier vor.

„Die Arbeit im Labor und die Interaktion mit der Forschungsgruppe waren die perfekte Ergänzung zu den Vorlesungen, die ich im Studium besucht habe.“

AMALA AUGUSTHY
entschied sich nach der Teilnahme an der 2022 PRISMA+ Summer School und ihrem Masterstudium in Hamburg für ein Internship in Mainz. In der Gruppe von Prof. Dr. Michael Wurm nutzte sie kosmische Myonenstrahlen zur Charakterisierung von Szintillatoren. Anfang 2023 hatte sie nicht nur ihre Kenntnisse in der Astroteilchenphysik vertieft, sondern auch eine Bachelorarbeit betreut. Anschließend bewarb sie sich um eine Doktorandenstelle in derselben Gruppe und ist derzeit Mitglied des ANNIE-Experiments.

„Es war toll, Teilnehmende aus vielen verschiedenen Ländern zu treffen! Außerdem konnte ich herausfinden, ob ich in die Forschung gehen möchte oder nicht.“

MAX FERRÉ
fand im PRISMA+ Internship genau das, was er suchte: ein Praktikum, um seinen Master in Frankreich abzuschließen und die Möglichkeit sein Wissen im Bereich Effective Field Theory durch Vorlesungen bei seinem zukünftigen Doktorvater, Prof. Dr. Matthias Neubert, vor Beginn seiner Promotion zu vertiefen. Max arbeitete von April bis Juli 2023 an QED-Korrekturen für leptonische B-Zerfälle, setzt aktuell diese Arbeit in einem größeren Umfang fort und forscht zu effektiven Feldtheorien in der Flavor-Physik.

„8–12 Wochen sind genau richtig, um zu entscheiden, ob einem der Standort, die Arbeitsgruppe und natürlich auch die Forschung gefällt. Eine super Testphase!“

NICHOLAS LEISTER
ist Doktorand bei Prof. Dr. Pedro Schwaller. Nach seinem Bachelor- und Masterstudium in München forscht er nun in seinem Promotionsstudium zu den ersten Sekunden des frühen Universums nach dem Urknall – mit Fokus auf primordiale Schwarze Löcher und die Materie-Antimaterie-Asymmetrie. Von Juli bis September 2024 durchlief er das PRISMA+ Internship und hat in dieser Zeit seine Doktorarbeit thematisch ausgelotet, erste Kontakte zu anderen Studierenden geknüpft und mit Begeisterung die MITP Summer School besucht.

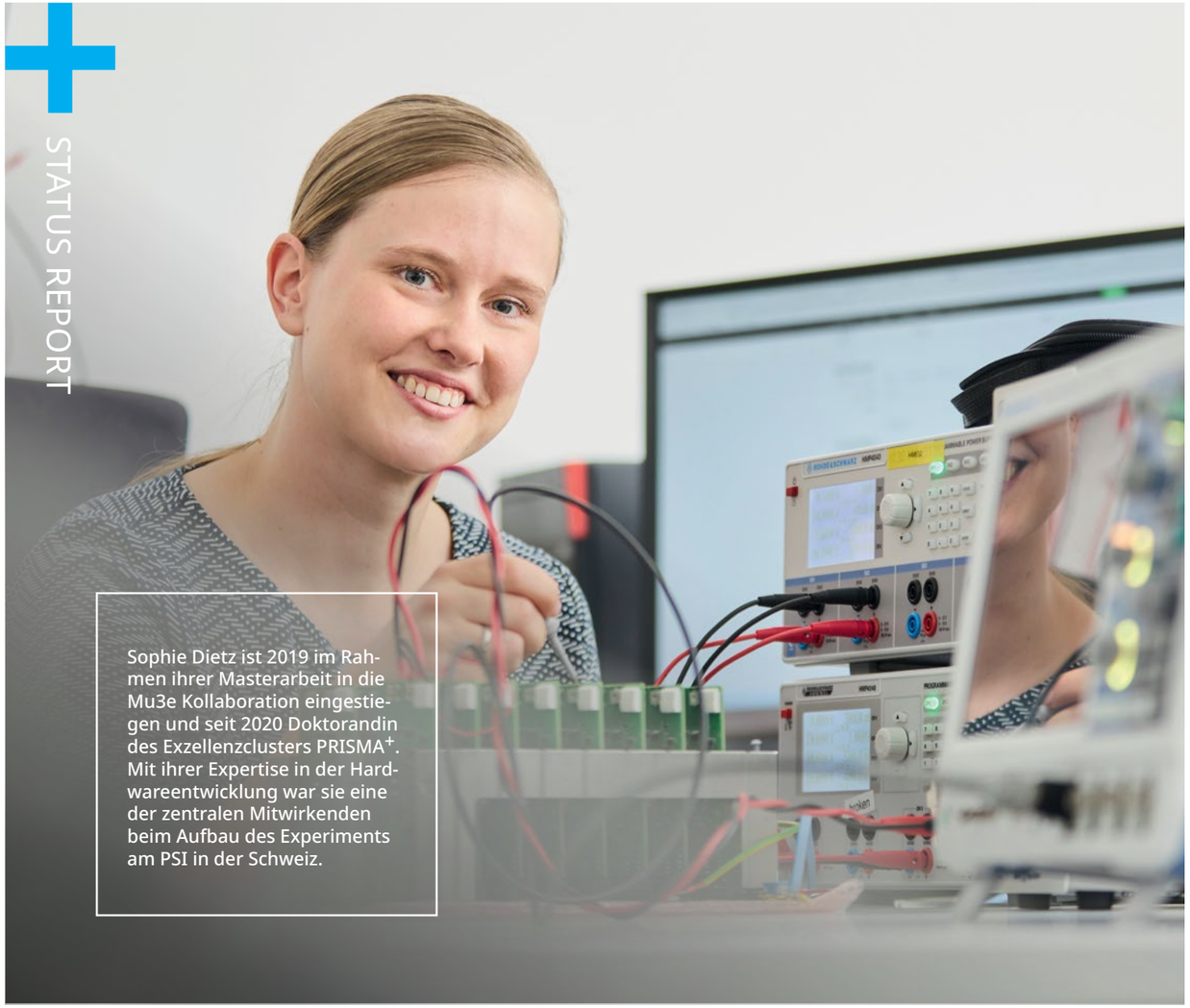
„Zwischen modernster theoretischer Teilchenphysik und Präzisionsexperimenten habe ich die Kombination gefunden, die ich gesucht habe.“

ROLANDO MARTÍNEZ RAMÍREZ
gewann mit dem 1. Platz im mexikanischen Wettbewerb „Theoretische Sommeraufenthalte in der Hochenergiephysik 2023“ einen Praktikumsaufenthalt an einem beliebigen Institut. Er entschied sich für die JGU, wo er von Mai bis Juli 2023 in der Gruppe von Prof. Dr. Jens Erler die Theorie der elektroschwachen Observablen untersuchte. Während des Masters in Mexiko blieb er mit der Gruppe in Kontakt und setzt nun als Doktorand seine Forschung in Mainz fort. Derzeit arbeitet er an Vorhersagen für das P2-Experiment.

Seit 2019 haben sich mehr als 350 talentierte Physikerinnen und Physiker aus der ganzen Welt für das PRISMA+ Internship Program beworben. Von allen Bewerbungen kommen 65% aus nicht-europäischen Ländern, davon 44% aus Ländern des Globalen Südens.

Mehr Informationen: https://prisma.uni-mainz.de/mainz-physics-academy/prisma-internship-programm

STATUS REPORT



Sophie Dietz ist 2019 im Rahmen ihrer Masterarbeit in die Mu3e Kollaboration eingestiegen und seit 2020 Doktorandin des Exzellenzclusters PRISMA+. Mit ihrer Expertise in der Hardwareentwicklung war sie eine der zentralen Mitwirkenden beim Aufbau des Experiments am PSI in der Schweiz.

NACH UMFANGREICHEN TESTLÄUFEN ERFOLGTE DER AUFBAU DES EXPERIMENTS

ALLES FÜGT SICH ZU EINEM GANZEN

Die internationale Forschungskollaboration Mu3e wird mit einem Experiment am Schweizer Paul Scherrer Institut (PSI) nach dem Zerfall eines Myons (Mu) in drei Elektronen (3e) suchen. Nach dem Standardmodell wäre dieser Zerfall extrem unwahrscheinlich – und sein Nachweis würde auf Prozesse jenseits des Standardmodells und damit auf die sogenannte „neue Physik“ hinweisen.

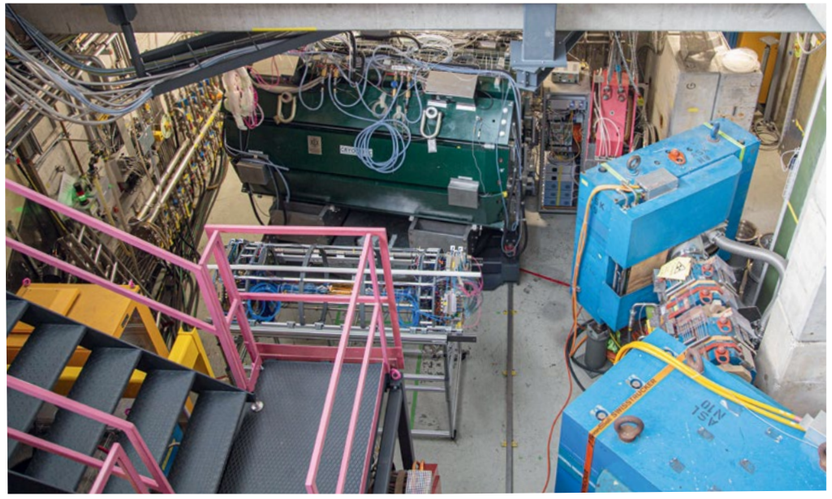
Einbau der Szintillator-Detektoren

Um ein solch präzises und hochtechnologisches Experiment realisieren zu können, müssen alle Komponenten sorgfältig konzipiert und entwickelt werden. Nach zehnjähriger Arbeit von Forschungsgruppen aus Deutschland, der Schweiz und Großbritannien wurde Mu3e gebaut und 2024 am PSI installiert, das über einen der weltweit intensivsten Myonen-Strahlen verfügt.

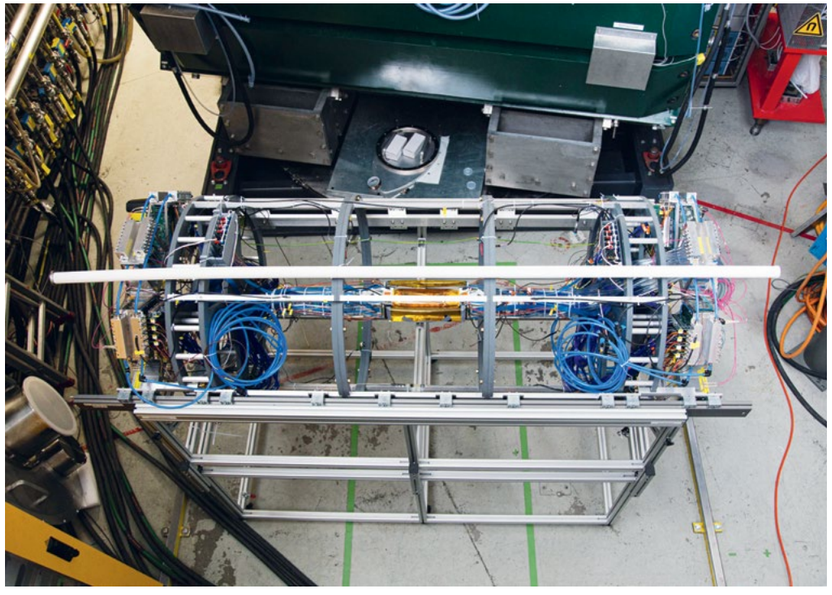
Forschende des Exzellenzclusters PRISMA+ waren maßgeblich an diesem Prozess beteiligt. So ist beispielsweise Sophie Dietz, Doktorandin in der Gruppe von Prof. Dr. Niklaus Berger, eine der Hauptverantwortlichen für die Stromversorgung des Experiments.

Sophie bei der Installation des Experiments auf dem Detektorkäfig

„Eine besondere Herausforderung ist die Stromversorgung der einzelnen Detektorkomponenten“, erklärt Sophie. „Das Experiment ist mehr als zehn Meter von den Netzgeräten entfernt, und die 2 bis 3 Volt, die die Detektoren benötigen, direkt über lange Kabel einzuspeisen, wäre ziemlich ineffizient und würde auch eine große Hitzeentwicklung bedeuten. Um dies zu vermeiden, habe ich einen sogenannten DC-DC-Spannungswandler entwickelt: Am Eingang unseres gesamten



Experiment beim PSI während der Montage. In Grün: der Mu3e-Magnet, in dem der Käfig des Experiments installiert werden soll.



Installation des Detektors für eine der ersten Messungen mit kosmischen Strahlen am PSI. In der Mitte des Käfigs befinden sich die sehr dünnen Pixeldetektoren.

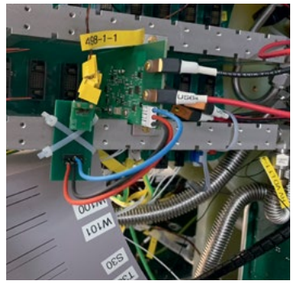
Detektorsystems reduzieren die DC-DC-Wandler nun die Spannung verlustarm von 20 V auf diese 2 bis 3 V.“

Sophie war auch intensiv in den Aufbau des Experiments involviert. „Im Jahr 2024 begannen wir mit der Planung und der Integration der verschiedenen Komponenten und im Herbst ging es dann richtig los. Im November und Dezember waren wir alle zwei Wochen für den Aufbau am PSI. Das war sehr spannend. So sind beispielsweise die Pixeldetektoren empfindlich gegenüber Überspannungen und müssen ein sauberes Signal bekommen. Wir haben verschiedene Komponenten in Teststrahlen bei DESY und in Mainz ausprobiert, aber es ist natürlich ein Unterschied, ob man unter Laborbedingungen testet oder ob man die fertige Infrastruktur vor sich hat. Wir hatten alles detailliert modelliert und geplant. Trotzdem weiß man erst nach dem Bau, ob alles tatsächlich wie erwartet funktioniert.“

Die Kollaboration wollte nichts dem Zufall überlassen und sicherstellen, dass der endgültige Aufbau erfolgreich sein würde. „Die Platzverhältnisse am PSI sind eine Herausforderung, und die Kabelverlegung ist zeichnerisch sehr schwierig zu planen“, erklärt Sophie weiter. „Deshalb haben wir in Heidelberg ein Modell des Detektors gebaut und uns mehrmals getroffen, um die Installationsreihenfolge festzulegen und den optimalen Ablauf zu finden. Ende 2023 und Anfang 2024 haben wir dann richtige Testläufe durchgeführt. Dabei haben wir zum Teil große notwendige Änderungen vorgenommen, ohne die die Endmontage nicht funktioniert hätte.“

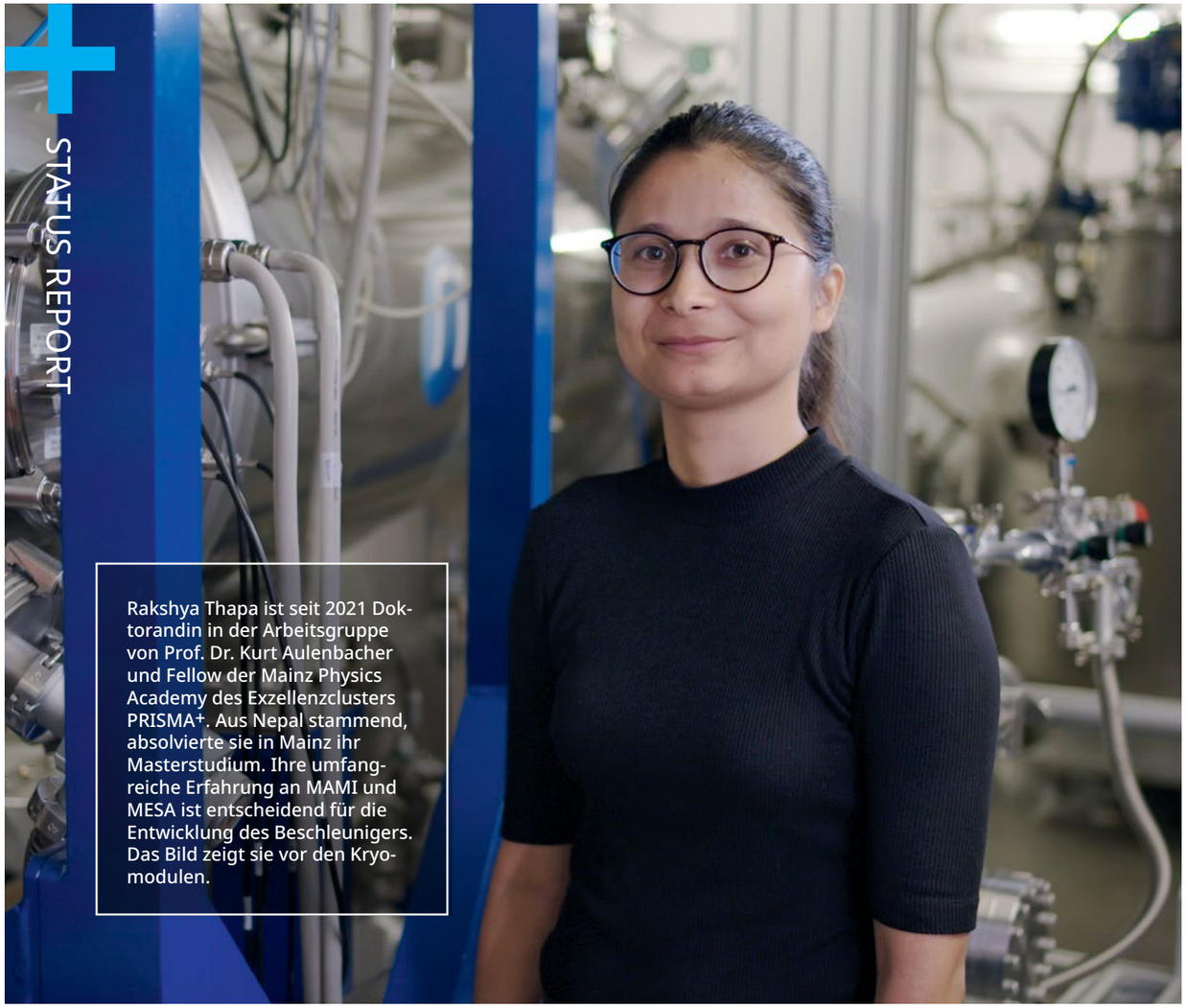
„Es war, als würden sich tausend kleine Puzzleteile nach und nach zu einem Bild zusammenfügen“, so Sophie.

Die Datenerfassung wird im Jahr 2026 beginnen, und ein Großteil der Daten wird in Mainz analysiert werden. Nach der geplanten Aufrüstung der Strahllinie wird Mu3e 2028 in die Phase II eintreten, in der genügend Myonen gemessen werden, um effizient nach diesem schwer fassbaren Myonzerfall zu suchen. +



Nahaufnahme des DC/DC-Wandlers

Ein Teil des Mu3e-Teams bei der Test-Datenerfassung im Rahmen des Experiments



Rakshya Thapa ist seit 2021 Doktorandin in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Kurt Aulenbacher und Fellow der Mainz Physics Academy des Exzellenzclusters PRISMA+. Aus Nepal stammend, absolvierte sie in Mainz ihr Masterstudium. Ihre umfangreiche Erfahrung an MAMI und MESA ist entscheidend für die Entwicklung des Beschleunigers. Das Bild zeigt sie vor den Kryomodulen.

TESTS, VORBEREITUNGEN UND BEAM RUNS

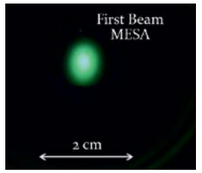
DIE ZAHLREICHEN MESA-KOMPONENTEN

MESA ist eine einzigartige Beschleunigeranlage für physikalische Präzisionsexperimente bei niedrigen Energien. Sie wird das hochenergetische Mainzer Mikrotron (MAMI) ergänzen und das Wissen über die Technologie der Energierückgewinnung erweitern, was auch die Medizin und die Industrie revolutionieren könnte.

Im Jahr 2024 gab es für das MESA-Team eine Reihe spannender Entwicklungen. Die Beschleunigerhalle wurde fertiggestellt, die Elektronenquelle im LINAC-Tunnel erzeugte ihren ersten Strahl, die ersten Hochfrequenz-Leistungsverstärker wurden erfolgreich in Betrieb genommen und das Herzstück des P2-Experiments, ein 21 Tonnen schwerer supraleitender Magnet, wurde geliefert.

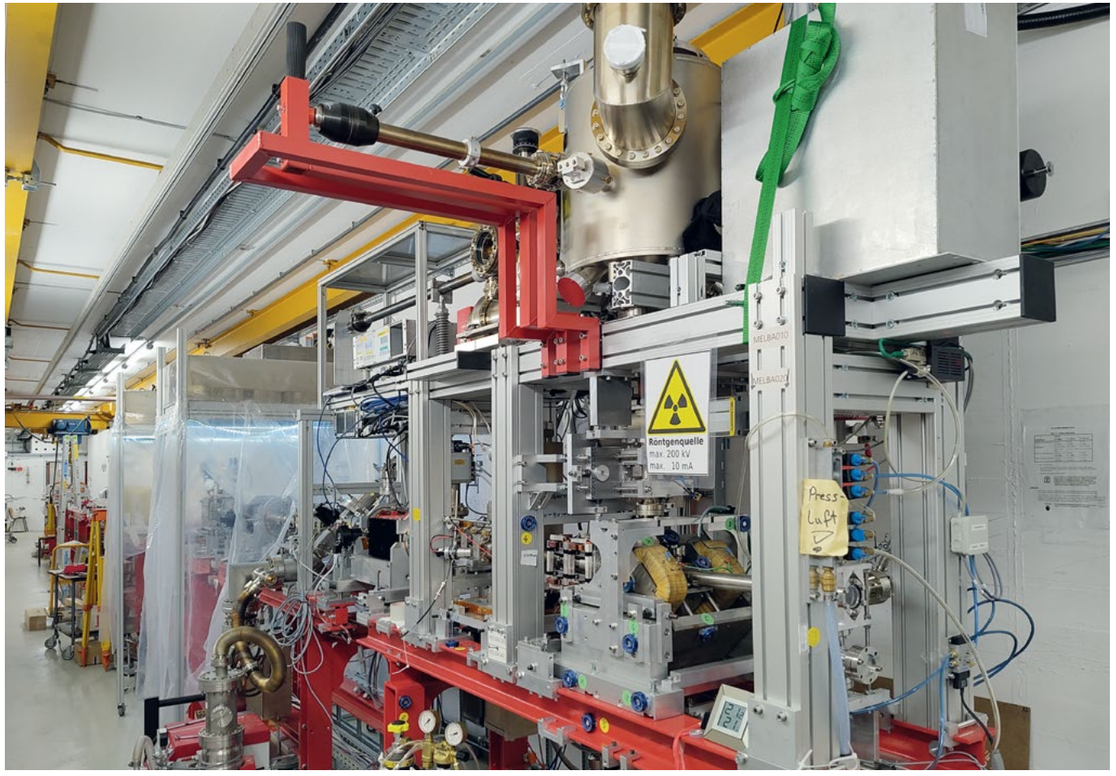
Seit dem Startschuss für MESA im Jahr 2012 ist die Entwicklung des Beschleunigers stetig vorangeschritten und der Bau steht kurz vor dem Abschluss. „Wir haben eine kompakte Elektronenquelle auf Photoemissionsbasis installiert, der Injektor ist montiert und der Laser zur Erzeugung des diagnostischen Elektronenstrahls steht bereit. Die Kryomodule, die Kernkomponenten der Beschleunigeranlage, die für die Beschleunigung der Elektronen auf die gewünschte Energie verantwortlich sind, befinden sich in ihrer endgültigen Position. Der Anschluss an die kryogene Infrastruktur ist fast abgeschlossen und die meisten Magnete für das MESA-Gitter sind geliefert“, berichtet Rakshya Thapa.

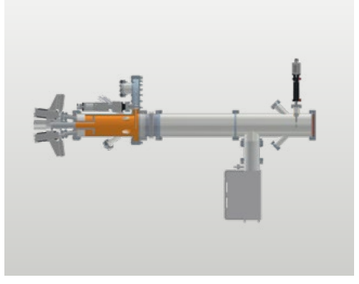
Rakshyas Arbeit konzentriert sich auf die ersten Teile von MESA, wo der Strahl mit den richtigen Spezifikationen erzeugt wird, um die Experimente P2 und



Erster Strahl im LINAC-Tunnel (April 2024)

P2 Solenoid-Magnet wird in die MESA-Halle abgesenkt.





MAGIX zu versorgen. Ihre Hauptaufgabe ist die Entwicklung eines Polarimeters, das die Polarisation des Elektronenstrahls misst, d.h. das Verhältnis von Teilchen mit „up“- und „down“-Spin. „Damit P2 seine experimentellen Ziele erreichen kann, ist es wichtig, die Polarisation des Elektronenstrahls genau zu kennen. Wir werden dafür drei Polarimeter einsetzen. Für die unmittelbare Zukunft bauen wir ein sogenanntes Mott-Polarimeter für Einzelstreuung, das ist mein Doktorandenprojekt“, erklärt sie.

Das MESA-Mott-Polarimeter wird das dritte seiner Art sein: Es wird im MeV-Energiebereich arbeiten und die Polarimeter von MAMI und CEBAF am Jefferson Lab ergänzen. Bisher hat das Team die schwierigsten Herausforderungen, wie die Optimierung der Vakuumkomponenten und die Dämpfung der Strahlpositionsschwankungen, erfolgreich gelöst. Um die Genauigkeit der Polarisationsmessungen zu gewährleisten, haben sie ein System implementiert, das eine konstante Strahlausrichtung sicherstellt.

Für 2025 sind mehrere Teststrahlzeiten an MESA geplant. „Ich koordiniere den Umzug der Laserkomponenten in den Beschleunigertunnel und wir werden in den nächsten Monaten einen polarisierten Elektronenstrahl mit zirkular polarisiertem Laserlicht erzeugen. In den kommenden Monaten werden wir die Eigenschaften des polarisierten Strahls testen, nach und nach Biegemagnete und andere Gitterkomponenten installieren, die Elektronenbahn durch jeden neu installierten Abschnitt optimieren und die Leistung der Polarimeter testen.“

Der erste Strahl für Experimente soll Ende 2025 bereitstehen. Rakshya blickt optimistisch auf die bevorstehenden Herausforderungen: „Die meisten kritischen Komponenten von MESA sind getestet. Wir bereiten uns darauf vor, den reibungslosen Betrieb von MESA zu gewährleisten, sobald die gewünschten Parameter erreicht sind, um so die Experimente voranzubringen.“ +

Mehr Informationen
unter www.mesa.uni-mainz.de

Bild oben: MESA Elektronenquelle auf Photoemissionsbasis, angeschlossen an den Injektor von links

Bilder unten von links nach rechts: Rakshya Thapa und Paul Plattner, Doktorandin und Doktorand der Beschleunigergruppe, bei der Arbeit im Reinraum, wo Teile für die Montage im MESA-Tunnel gereinigt werden

Verteilung der Hochfrequenz-Leistungsverstärker für MESA

3D-Modell des MESA-Mott-Polarimeters

Der ATLAS-Detektor aus Lego ist das erste Projekt der Teilchenphysik-AG. Konstruiert und getüftelt wird an jedem ersten Dienstag im Monat.

WISSEN WEITERGEBEN

KLEINSTE BAUSTEINE DER MATERIE VERSTEHEN +++

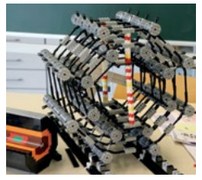
PRISMA+ bietet interessierten Oberstufenschülerinnen und -schülern die Möglichkeit, die Welt der Teilchenphysik auf spielerische und herausfordernde Weise zugleich zu entdecken und holt dabei ein kleines Stück CERN nach Mainz: In der Teilchenphysik-AG wird nämlich gebaut – mit Teilchen – genauer gesagt mit Lego-Teilchen. Drei Oberstufenschülerinnen und -schüler bauen in der Teilchenphysik-AG den ATLAS-Detektor nach.

ATLAS ist einer der vier großen Detektoren des Teilchenbeschleunigers Large Hadron Collider (LHC) am CERN. Der Teilchendetektor ATLAS untersucht ein breites Spektrum von Teilchenkollisionen. 2012 ermöglichte er den Nachweis des Higgs-Bosons, des Weiteren untersucht er auch Leptonen, Quarks und Bosonen, welches die kleinsten bekannten Bausteine der Materie bzw. die „Vermittler“ derer Wechselwirkungen sind. Durch die Experimente am LHC-Beschleuniger möchte man außerdem herausfinden, woraus Dunkle Materie besteht und neue Phänomene entdecken, die unser grundlegendes Verständnis der Natur erweitern würden. Dazu entstehen im Detektor jede Sekunde 40 Millionen 100 Megapixel-„3D-Bilder“ und ein voll-automatisches System entscheidet, welche 3000 davon gespeichert werden sollen.

Das ATLAS-Lego-Modell samt Bauanleitung wurde 2011 von Sascha Mehlhase, damals Postdoktorand in Kopenhagen und mittlerweile Privatdozent in München, entwickelt. Die drei jungen Physikbegeisterten der Teilchenphysik-AG können somit durch das Zusammensetzen von rund 9500 Legoteilchen den Aufbau und die Funktionsweise von ATLAS erkunden. Der Lego-ATLAS entsteht im Maßstab 1:50, so dass das klassische Lego-Männchen die beeindruckenden Dimensionen des ATLAS maßstabsgetreu verdeutlichen wird.

Die Schülerinnen und Schüler sind sich einig: Es ist bereits kompliziert, „nur“ ein Modell des originalen Teilchendetektors nachzubauen. Aber genau diese Herausforderung ist es, die für sie den Reiz und den Spaß an der Physik ausmacht. Alle drei wollen nach dem Abitur Physik studieren.

Nach seiner Fertigstellung wird der Lego-ATLAS im neuen Centrum für Fundamentale Physik (CFP) zu sehen sein und für ATLAS Masterclasses genutzt werden. +



Oberstufenschülerinnen und -schüler bauen in der Teilchenphysik-AG den Teilchendetektor ATLAS aus Lego nach.

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

Mehr Informationen unter www.schule.physik.uni-mainz.de/teilchenphysik-masterclasses und https://www.schule.physik.uni-mainz.de/physik-und-schule-startseite/angebote/

CHRONIK 2024

Im Jahr 2024 prägten die Forscherinnen und Forscher des Exzellenzclusters PRISMA+ erneut die naturwissenschaftliche Landschaft der Teilchenphysik. Von herausragenden Auszeichnungen für junge Talente bis hin zu bedeutsamen Experimenten und technologischen Fortschritten – in unserer Chronik finden Sie wichtige Meilensteine und spannende Entwicklungen. Erkunden Sie im Folgenden die faszinierende Forschungswelt von PRISMA+.

JANUAR

28. Januar:
Francesca Bonaiti, ehemalige Doktorandin in der Gruppe von Prof. Dr. Sonia Bacca und Mitglied der Mainz Physics Academy, wurde als „2024 theory fellow“ für die Facility for Rare Isotope Beams (FRIB) ausgewählt. Dieses prestigeträchtige Stipendium wird an hochqualifizierte Forschende vergeben, die über ein außergewöhnliches Potenzial verfügen, Spitzenforschung auf dem Gebiet der Wissenschaft mit seltenen Isotopen zu betreiben. Francesca ist seit Oktober 2024 Postdoktorandin am Oak Ridge National Laboratory, wo sie ihre Forschung zur Natur von Neutronensternen und zum Ursprung von Elementen durch die Untersuchung der Eigenschaften von finiten Kernen fortsetzen wird.

FEBRUAR

28. Februar:
Zum 16. Mal fand an der JGU der „Terascale Detector Workshop“ statt. Rund 100 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler trafen sich, um die wichtigsten Aspekte aktueller Experimente zu diskutieren, bei denen Teilchen auf Energien von bis zu mehreren Teraelektronenvolt beschleunigt werden. Die lokalen Organisatoren haben sich mit dem Graduiertenkolleg „Teilchendetektoren für zukünftige Experimente“ und dem PRISMA Detektorlabor zusammengetan, um einen zweitägigen Hands-on-Kurs über Silizium-Photomultiplier und Szintillatoren mit der traditionellen Reihe von Plenarvorträgen in derselben Woche zu kombinieren.
Die Veranstaltung begann mit einer Besichtigung des MAMI-Beschleunigers auf dem Campus der JGU.

Lesen Sie auch auf https://prisma.uni-mainz.de/16-terascale

APRIL

11. April:
Ein Konsortium um Prof. Dr. Maarten Boonekamp von der Universität Paris-Saclay als Sprecher und die Mainzer Wissenschaftler Prof. Dr. Jens Erler und Prof. Dr. Frank Maas hat einen ERC Advanced Grant für das Projekt „Zeptometry“ erhalten. In diesem Projekt sollen neue Präzisionsmessungen bei höchsten Energien am LHC am CERN mit anspruchsvollen neuen Präzisionsmessungen bei sehr niedrigen Energien am zukünftigen MESA-Beschleuniger in Mainz kombiniert werden, verbunden mit der theoretischen Interpretation der experimentellen Ergebnisse. Der Schwerpunkt der Förderung liegt auf der Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Z-Bosonen und Fermionen, für die das P2-Experiment am MESA-Elektronenbeschleuniger von entscheidender Bedeutung sein wird.

16. April:
Die Europäische Organisation für Kernforschung CERN in Genf hat angekündigt, ein neues Experiment namens SHiP (Search for Hidden Particles) auf der Suche nach bisher unbekannten Elementarteilchen durchzuführen. Das SHiP-Experiment zeichnet sich dadurch aus, dass der gesamte Teilchenstrahl, der zuvor in einem Teilchenbeschleuniger auf nahezu Lichtgeschwindigkeit gebracht wurde, auf ein massives Zielobjekt gelenkt wird. Dadurch wird eine signifikante Anzahl neuer Teilchen erzeugt. Dieser alternative Ansatz ermöglicht eine höhere Anzahl von Teilchenreaktionen, wodurch sehr seltene Prozesse zugänglich werden.

Erfahren Sie mehr auf https://ship.web.cern.ch

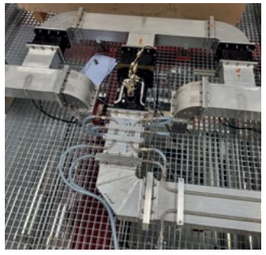
25. April:
Die MESA-Elektronen-Quelle hat zum ersten Mal einen Strahl an ihrem vorgesehenen endgültigen Aufstellungsort im LINAC-Tunnel produziert. Der Strahl konnte problemlos auf den ersten Leuchtschirm transportiert werden, ohne einen einzigen Fokussierungs-Magneten einzuschalten. Das Bild zeigt den ersten Strahlfleck, der durch das Erdmagnetfeld aus der Mitte des Leuchtschirms heraus verschoben ist, was durch einen Korrekturmagneten leicht behoben werden kann. Am 29. April konnte auch das Umlenksystem mit dem Alpha-Magneten und weiteren Bauelementen erfolgreich in Betrieb gesetzt werden, so dass bald als Nächstes mit dem Aufbau des Spin-Manipulationssystems begonnen werden kann.

Lesen Sie auch S. 20 „Status Report: MESA“

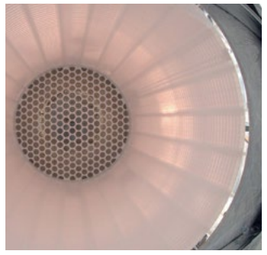
JUNI

20. Juni:
Der ATLAS Outstanding Achievement Award 2024 wurde auf dem ATLAS Collaboration Meeting in Thessaloniki an Ralf Gugel, Postdoc in der Gruppe von Prof. Dr. Volker Büscher, verliehen. In diesem Jahr wurden neun Arbeiten prämiert, was in einer Kollaboration mit mehr als 6000 Mitgliedern auf der ganzen Welt eine sehr prestigeträchtige Auszeichnung ist. Dr. Ralf Gugel wurde für seine Beiträge zur Inbetriebnahme des neuen ATLAS-Kalorimetertriggers geehrt, dessen Komponenten teilweise in Mainz entwickelt und gebaut wurden und der in den letzten Jahren unter seiner Leitung erfolgreich in Betrieb genommen wurde.

JULI



28. Juni:
Die ersten Hochfrequenzleistungsverstärker für MESA (9 von insgesamt 17) konnten erfolgreich in Betrieb genommen werden. Besonders bemerkenswert ist, dass die Ausgangsleistung von 4 Modulen verlustarm kombiniert werden konnte, was eine Mikrowellen-Sendeleistung von 74 Kilowatt in Richtung MESA-Vorbeschleuniger ergibt. Dies reicht aus, um den für MESA vorgesehenen mittleren Strahlstrom von 10 Milliampere zu beschleunigen. Erfreulich ist auch, dass die Kühlwasserversorgung aus dem neuen Forschungsgebäude CFP I in die Modulatorhalle ihre erste Bewährungsprobe bestanden hat. Dieser Erfolg ist das Ergebnis anspruchsvollster Montagearbeiten, die neben vielen anderen Beteiligten insbesondere der Hochfrequenzabteilung und den Technischen Betrieben Beschleuniger viel abverlangt haben.



11. Juli:
XENONnT war das erste Experiment, das die Kernfusion im Innern der Sonne über die kohärente Streuung von Neutrinos mit allen Neutronen im Xenon-Atomkern nachweisen konnte. Dazu hat die Mainzer Gruppe unter anderem durch Niederenergiekalibrierungen beigetragen, zum Beispiel mit einer lokal entwickelten 37Ar-Quelle und durch die Messung von Kernrückstößen, die mit dem ebenfalls in Mainz mitentwickelten XENONnT-Neutronendetektor markiert wurden. Darüber hinaus schlägt das Ergebnis ein neues Kapitel für die direkte Suche nach Dunkler Materie auf: XENONnT hat nun begonnen, den sogenannten Neutrino-Nebel zu untersuchen, in dem die extrem seltenen Neutrino-Wechselwirkungen einen wichtigen Beitrag zur Suche nach Dunkler Materie leisten.

Weitere Info unter https://xenonexperiment.org/collaboration

AUGUST

22. August:
Der Folgeantrag für den Exzellenzcluster PRISMA+, mit dem Namen PRISMA++, wurde eingereicht. Er wurde gemeinsam vom Institut für Physik der JGU, dem Institut für Kernphysik der JGU und dem Helmholtz-Institut Mainz gestellt. In der neuen Förderperiode soll der Cluster auch die Physik bei hohen und niedrigen Energien erforschen, um neue Teilchen und Phänomene zu entdecken. Außerdem soll die Untersuchung der Eigenschaften von Neutrinos intensiviert werden. Das wissenschaftliche Programm des MITP sowie die Hardwareentwicklung im PRISMA Detektorlabor werden die Aktivitäten des Clusters weiterhin maßgeblich unterstützen. Die MPA wird weiterhin das Dach für alle Maßnahmen zur Ausbildung und Karriereplanung des wissenschaftlichen Nachwuchses bilden.

SEPTEMBER

12. September:
Zum ersten Mal seit 2010 fand das jährliche Treffen der ATLAS-FSP-Mitglieder auf dem Gutenberg-Campus in Mainz statt. Die Mitglieder trafen sich, um die bisherigen Ergebnisse des ATLAS-Experiments zu diskutieren, die aufgezeichneten Daten zu analysieren und zukünftige Arbeiten zu koordinieren. Im Mittelpunkt standen die Datenanalyse des dritten LHC-Laufs („Run 3“) und das für 2030 geplante Upgrade des ATLAS-Detektors: Der LHC wird zum „High-Luminosity LHC“ (HL-LHC) aufgerüstet, was eine fast zehnfache Steigerung der Strahlintensität ermöglicht, aber auch neue Herausforderungen für den ATLAS-Detektor mit sich bringt.

Lesen Sie mehr auf https://presse.uni-mainz.de/jgu-richtet-jahrestreffen-des-atlas-forschungsschwerpunkts-aus/

25. September:
Die NA62-Kollaboration hat den ultra-seltenen Zerfall eines positiv geladenen Kaons in ein positiv geladenes Pion und ein Neutrino-Antineutrino-Paar eindeutig bestätigt. Dies ist das erste Mal, dass dieser Zerfall mit einer statistischen Signifikanz von fünf Standardabweichungen gemessen wurde, was in der Teilchenphysik traditionell für eine Entdeckung erforderlich ist. Diese Beobachtung ist der Höhepunkt eines Jahrzehntprojekts zur Suche nach neuer Physik jenseits des Standardmodells. Der Zerfall ist den theoretischen Modellen zufolge empfindlich gegenüber Abweichungen vom Standardmodell. Dieses Ergebnis ist ein Sprung nach vorn und verstärkt das Interesse an dieser Forschung und die Erwartung zukünftiger Ergebnisse von NA62.

Mehr unter https://home.cern/science/experiments/na62

OKTOBER

8. Oktober:
Prof. Dr. Pierre Capel, Professor für theoretische Physik am Institut für Kernphysik der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU) und Mitglied des Exzellenzclusters PRISMA+, ist zum Fellow der American Physical Society (APS) gewählt worden. Damit wird seine Anwendung von Wenig-Körper-Methoden bei der Untersuchung von Kernreaktionen mit exotischen Kernen ausgezeichnet. Das Fellowship-Programm der APS ist eine Auszeichnung für Mitglieder, die durch herausragende Forschung und Publikationen einen bedeutenden Beitrag zur Weiterentwicklung des Fachs geleistet haben. Jedes Jahr werden deutlich weniger als ein Prozent der Mitglieder der Gesellschaft zu Fellows gewählt.

NOVEMBER

22. November:
Der 21 Tonnen schwere supraleitende Magnet, eine Schlüsselkomponente des P2-Experiments, wurde in den neuen Teilchenbeschleuniger MESA eingebaut. Nach fast fünfjähriger Entwicklungsarbeit wurde der Magnet aus Frankreich geliefert und mit einem Spezialkran durch das Dach des Centrums für Fundamentale Physik in die unterirdische Halle in zehn Metern Tiefe eingebracht. Der gelieferte Magnet ist essentiell bei der Bestimmung des schwachen Mischungswinkels, indem er einerseits die elastisch gestreuten Elektronen auf die Detektoren fokussiert und andererseits die Hintergrundereignisse ablenkt und ausblendet. Ein solcher Solenoidmagnet wurde zum ersten Mal für Experimente dieser Art eingesetzt und ermöglicht durch seinen großen Durchmesser besonders hohe Teilchenraten.

Lesen Sie auch S. 20 „Status Report: MESA“

DEZEMBER

16. Dezember:
In Anwesenheit unter anderem der Finanzministerin und des Wissenschaftsministers aus RLP, des LBB-Geschäftsführers, der Kanzlerin der JGU und des Präsidenten der JGU wurde das Centrum für Fundamentale Physik (CFP) eingeweiht. Das viergeschossige Labor- und Bürogebäude (CFP II) mit mehreren Forschungslaboren, einem zweigeschossigen Hörsaalgebäude und einem Konferenzbereich bildet das oberirdische Pendant zum Um- und Ausbau der unterirdischen Experimentierhallen (CFP I), in denen künftig der neue Elektronenbeschleuniger MESA betrieben wird. Mit der Einweihung wird ein Meilenstein für die Mainzer Spitzenforschung gesetzt.

IMPRESSUM

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

Konzeption, Redaktion, Text:
Dr. Victoria Durant und Caroline Hoffmann,
Öffentlichkeitsarbeit PRISMA+

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

Druck:
Seltersdruck & Verlag Lehn GmbH & Co. KG

Fotografie, Bildnachweis:
Prof. Dr. Niklaus Berger/JGU (Titel); Werner Feldmann (S. 4); Jonas Werner Photography (S. 6, 8, 10); privat, Heike Vormstein/JGU (S. 12); Jonas Werner Photography (S. 13); Victoria Durant/JGU, Caroline Hoffmann/JGU (S. 14, 15); Jonas Werner Photography (S. 16); Prof. Dr. Niklaus Berger/JGU (S. 17, 18; Sophie Dietz, Prof. Dr. Niklaus Berger/JGU (S. 19); nachtschwärmerfilm (S. 20), Twain Wegner (S.21), Rakshya Thapa/MESA Collaboration (S. 21, 22); Heike Vormstein/JGU (S. 24, 25); Caroline Hoffmann/JGU (S. 25); privat, Prof. Dr. Niklaus Berger/JGU (S. 26); privat, Sabrina Hopp, Annika Hollnagel / SHiP Collaboration, MESA Collaboration, ATLAS Collaboration (S. 27); MESA Collaboration, XENON Collaboration, Tanja Labs, Bernd Eßling/JGU (S. 28); NA62 Collaboration/CERN, privat, Twain Wegner, Stefan F. Sämmer (S. 29)

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

AT A GLANCE

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

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

2019 – 2025
Funding period

52 Mio.
Funding amount in EUR

53 senior researchers,
130 doctoral candidates,
95 postdoctoral researchers,
16 new research groups
since 2012
(Status 12/2024)

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

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

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

JOHANNES GUTENBERG UNIVERSITÄT MAINZ

JG|U