



HIGHLIGHTS 2022

10 JAHRE PHYSIK DER EXTREME



Cluster of Excellence
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)



52 leitende
Wissenschaftlerinnen und
Wissenschaftler,
103 Doktorandinnen und
Doktoranden, 90 Postdocs,
15 neue Forschungsgruppen
seit 2012
(Stand 01/2023)



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



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

INHALT

04 Vorwort

06 Woran forschen Sie gerade?

- Dr. Annika Hollnagel – Bekannte und unbekannte Physik verbinden
- Dr. Maik Biroth – Zweiklang bei der Suche nach Dunkler Materie
- Dr. Antoine Laudrain – Aus 144 mach 1
- Anja Bitar – Detektoren aus dem 3D-Drucker
- Dr. Hendrik Bekker – CASPEr sucht nach Dunkler Materie

16 NEU bei PRISMA⁺

18 Forschung braucht (Frei)räume – Auf los geht's los

20 Wissen weitergeben – 10 Jahre Higgs – 10 Jahre PRISMA

22 Entwicklung fördern – Ausgezeichnete Detektorforschung

24 Status Report

- JUNO – Aufbau in vollem Gange
- ATLAS – In den Startlöchern

32 Chronik 2022

37 10 Jahre PRISMA – ein Rückblick

38 Impressum

LIEBE LESERINNEN UND LESER,



„Back to MITP“ – so steht es in großen Lettern über dem Jahresprogramm 2022 des „Mainz Institute for Theoretical Physics“. Es bringt in erster Linie zum Ausdruck, dass internationale Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sich erstmals seit zwei Jahren wieder vor Ort in Mainz austauschen – und bedeutet gleichzeitig, dass wir alle ein gutes Stück weit zur Normalität zurückkehren können.

Und das kommt uns gerade recht, denn 2022 feiern wir den 10. Geburtstag unseres Exzellenzclusters PRISMA+ und seines Vorgängers PRISMA. Seit 2012 konnten wir viele unserer zentralen Forschungsziele und wissenschaftlichen Meilensteine erreichen und gleichzeitig ein außergewöhnliches Forschungsumfeld auf dem Gutenberg-Campus in Mainz schaffen. All das haben wir in einer Feierstunde im Staatstheater Mainz vor vollem Haus Revue passieren lassen.

Auch wissenschaftlich hatte das vergangene Jahr einiges zu bieten: Eine neue Forschungsgruppe zu Photon-Photon-Wechselwirkungen und ein neues Graduiertenkolleg zur Detektorentwicklung werden nun durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert. Bei den internationalen Großexperimenten, an denen PRISMA+ Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beteiligt sind, tut sich ebenfalls

einiges: Der leistungsfähigste Teilchenbeschleuniger der Welt, der Large Hadron Collider (LHC), startete im Juli mit einer neuen Rekordenergie seine dritte Laufzeit, das Upgrade des ATLAS Experiments biegt auf die Zielgerade ein, die nächste und bisher größte Ausbaustufe des Dunkle Materie Experiments XENON, XENONnT, liefert erste Ergebnisse, und in China beginnt der Aufbau des neuen Neutrino Experiments JUNO.

Doch warum in die Ferne schweifen: Genauso spannend ist der Aufbau der ersten Komponenten für den neuen Elektronenbeschleuniger MESA in Mainz. Mit seiner außergewöhnlichen Strahlintensität wird er Präzisions-Experimente erlauben, die bisher undenkbar erschienen.

Wir wünschen Ihnen eine anregende und spannende Lektüre.

Bleiben Sie neugierig!



PROF. DR. HARTMUT WITTIG

PROF. DR. MATTHIAS NEUBERT

SPRECHER DES EXZELLENZCLUSTERS PRISMA+

WORAN FORSCHEN SIE GERADE?

Dr. Annika Hollnagel

Dr. Annika Hollnagel ist seit 2017 Postdoktorandin in der Gruppe von Prof. Dr. Michael Wurm. Zuvor promovierte sie in Hamburg am OPERA Experiment, das an einem Myon-Neutrinostrahl die Oszillation in Tau- und Elektron-Neutrinos untersucht. In Mainz beeindruckt sie, wie international die Neutrinophysik aufgestellt ist.



Bekannte und unbekannte Physik verbinden

„Ich forsche an der Hardware für Detektoren in der Teilchen-, speziell der Neutrinophysik. Aktuell entwickeln wir ein neues Experiment. Es heißt SHiP, dies steht für „Search for Hidden Particles“. Wir wollen damit allerdings nicht nur nach bisher verborgenen, neuen Teilchen suchen, sondern auch bekannte Teilchen, insbesondere Tau-Neutrinos, genauer unter die Lupe nehmen – und so bekannte und unbekannte Physik miteinander verbinden.

In Mainz konzentrieren wir uns auf einen Subdetektor, den sogenannten „Surrounding Background Tagger“, kurz SBT. Die zentrale Experimentierkammer von SHiP ist ein 50 Meter langes Vakuumgefäß, in dessen Inneren wir seltene Teilchenzerfälle studieren wollen. Um eine hintergrundfreie Messung zu ermöglichen, ist es sehr wichtig, dass alle Teilchen, die von außerhalb in dieses Zerfallsvolumen eindringen, identifiziert – also „getaggt“ – werden. Dazu umhüllt der SBT das gesamte Vakuumgefäß mit einer Schicht aus 20 Zentimeter dicken Flüssigszintillator-Segmenten, ausgestattet mit Wellenlängenschiebenden Optischen Modulen (WOMs) und Silizium-Photomultipliern (SiPM) als Ausleseseinheit. Die WOM-Technologie wurde zuerst für das IceCube Experiment vorgeschlagen: Bei ihrer Weiterentwicklung arbeiten wir hier am Standort eng mit der Arbeitsgruppe von Sebastian Böser zusammen.

In dieser Phase des Experimentes ist es möglich, eigene Ideen einzubringen und so Einfluss auf die Detektorentwicklung zu nehmen. Vier Teststrahlungsmessungen konnten wir mit zunehmend ausgefeilteren Detektor-Prototypen bereits an CERN und DESY durchführen. Das sind wichtige Meilensteine auf dem Weg zum finalen Detektordesign. Betreiben wollen wir SHiP schließlich am Protonenbeschleuniger SPS des CERN: An einer zukünftigen „Beam Dump Facility“ (BDF) soll der hochenergetische und intensive Protonenstrahl zur Erzeugung neutraler, schwerer Teilchen genutzt werden. Studien ihrer Zerfälle werden es uns dann erlauben, weiter in den verborgenen „Hidden Sector“ vorzudringen.“

WORAN FORSCHEN SIE GERADE?

Dr. Maik Biroth

Dr. Maik Biroth ist Postdoktorand in der Gruppe von Prof. Dr. Achim Denig. In seiner Diplom- und Doktorarbeit am Institut für Kernphysik hat er sich mit einem Projekt am A2 Experiment des Beschleunigers MAMI beschäftigt. Die Betreuung von Studierenden ist ihm ein großes Anliegen. Sie erfolgreich in ihrer Entwicklung zu begleiten, motiviert ihn sehr.



Zweiklang bei der Suche nach Dunkler Materie

„Mit dem Beschleuniger MESA wollen wir neben vielen anderen spannenden physikalischen Fragestellungen die Dunkle Materie in den Fokus nehmen. Zwei der geplanten Experimente ergänzen sich dabei: Während mit Hilfe des Strahlfängerexperiments DarkMESA Dunkle Materie direkt nachgewiesen werden soll, zielt man bei MAGIX auf die indirekte Suche nach Dunkler Materie ab – und will über deren Zerfall eindeutige Hinweise auf Dunkle Photonen finden.“

Das DarkMESA Experiment baut auf eine sehr hohe Rate von Ereignissen – also darauf, dass unvorstellbar viele Elektronen nach Durchlaufen des P2 Experiments den Strahlfänger erreichen und in diesem ihre Energie abgeben. Dabei könnten auch Dunkle Materie Teilchen entstehen, die mit unserem Detektor nachweisbar wären. Gerade konstruieren wir hierfür ein modulares Kalorimeter, für das mehrere Ausbaustufen vorgesehen sind. Das Grundmodul besteht aus 25 Bleifluorid-Kristallen und ermöglicht in Kombination mit Bleiglas-Modulen den Ausbau zu einem aktiven Volumen von 1 Kubikmeter und darüber hinaus. Aktuell geht es vor allem darum, die Eigenschaften des Detektors kennen zu lernen, ihn zuverlässig zum Beispiel vor kosmischer Strahlung abzuschirmen und die hybride Signalauslese von Silizium-Photomultipliern und klassischen Photomultipliern zu optimieren. Beim Silizium-Streifendetektor des MAGIX Experiments, mit dem wir unter anderem Teilchen nachweisen wollen, die bei einer Reaktion mit einem produzierten Dunklen Photon beteiligt wären, ist die Ausleseelektronik inzwischen weitestgehend ausentwickelt und nun stehen weitere Optimierungen im Vordergrund.

Als Postdoc betreue ich Studierende bei ihren Master- und Doktorarbeiten. Mir ist wichtig, sie für die Forschung zu begeistern und ihnen Perspektiven aufzuzeigen, wenn sie einen akademischen Weg einschlagen wollen. Ganz so wie ich es selbst am Institut für Kernphysik während meiner Diplom- und Doktorarbeit erlebt habe.“

WORAN FORSCHEN SIE GERADE?

Dr. Antoine Laudrain

Dr. Antoine Laudrain ist Postdoktorand in der Gruppe von Prof. Dr. Volker Büscher. Sein akademischer Weg führte ihn über Paris, wo er mit einer Arbeit am ATLAS Experiment promovierte, nach Mainz. Seine nächste Station wird Hamburg sein.



Aus 144 mach 1

„Wie können wir die mechanische Konstruktion unseres Detektors vereinfachen? Mit dieser Frage begann meine Postdoc-Zeit in Mainz. Im Rahmen der CALICE Kollaboration wollen wir innovative Kalorimeter für zukünftige Superbeschleuniger entwickeln – zum Beispiel den International Linear Collider (ILC). Konkret beschäftigte ich mich mit einem hochgranularen hadronischen Kalorimeter, welches Teilchenspuren so genau wie noch nie aufnehmen kann.

Es gab bereits einen 1 Kubikmeter großen Prototypen, dessen mechanische Konstruktion sehr herausfordernd war. Eine Schicht bestand aus 144 Szintillatorkacheln – jede von ihnen 3 x 3 Zentimeter groß – die aufwändig einzeln eingepackt und zusammengeklebt werden mussten. Unsere Idee: Können wir nicht mit einer großen statt mit 144 kleinen Kacheln arbeiten? Und tatsächlich: Die neue Megakachel ist 36 x 36 Zentimeter groß, einzelne Segmente entstehen über gebohrte Rillen, die mit einem speziellen Klebstoff gefüllt sind. Nun galt es die Ober- und Unterseite bzw. Ränder der Kachel so zu bearbeiten, dass das ganze System zuverlässig und präzise arbeitet. Das war eine ganze Menge systematischer Entwicklungsarbeit, aber es hat sich gelohnt: Bei gleicher Leistung konnten wir die mechanische Konstruktion und den Aufbau einer Schicht extrem vereinfachen. Ich würde das Ergebnis einen funktionierenden Prototypen nennen.

Bis unser Kalorimeter an einem neuen Beschleuniger zum Einsatz kommen kann, könnte es noch dauern. Zwei Experimente kommen aber jetzt schon in Frage, um unser schönes Design anzuwenden: Das im Bau befindliche Neutrino Experiment DUNE und ein Experiment namens SHADOWS, das wir für den SPS-Beschleuniger am CERN vorschlagen wollen.

Mein erster Besuch in Mainz hat mich so beeindruckt, dass für mich schnell klar war, dass ich hier als Postdoc forschen möchte. Ausschlaggebend war vor allem das große Know-How und die Expertise im Detektorlabor – welches beinahe unbegrenzte Möglichkeiten bietet.“

WORAN FORSCHEN SIE GERADE?

Anja Bitar

Anja Bitar studiert im dritten Semester Physik. Ihr Werdegang ist in vielerlei Hinsicht außergewöhnlich: Den Einstieg in das Studium absolviert sie als beruflich Qualifizierte, im Detektorlabor von PRISMA+ forscht sie bereits seit dem ersten Semester als wissenschaftliche Hilfskraft. Ihr Thema: Lichtleiter und Szintillatoren aus dem 3D-Drucker.



Detektoren aus dem 3D-Drucker

„(Fast) jede Form, die ich mir ausdenke, kann ich auch drucken – denn der große Vorteil des 3D-Drucks sind die vielen geometrischen Freiheiten. Zudem können wir mehrere Ausgangsstoffe gleichzeitig verarbeiten und kostengünstig Prototypen und kleine Stückzahlen drucken. Deshalb ist es unser Ziel, den 3D-Druck als neues Verfahren zu etablieren, um Detektoren herzustellen. Im PRISMA⁺ Detektorlabor beschäftige ich mich vor allem mit Szintillatoren und Lichtleitern.

Solche Szintillatoren herzustellen ist nicht einfach – sie müssen zum Beispiel optisch transparent sein und dürfen nicht zu schnell altern. Hierzu setzen wir Kunststoffgranulaten als Ausgangsprodukt bestimmte Additive zu und verändern immer wieder die Druck-Parameter. Es ist die Arbeit im Team, die meine Forschung ausmacht: Wir arbeiten gemeinsam an einem Prozess und gehen dabei sehr analytisch und systematisch vor und nicht nach dem Motto „trial and error“. Dabei charakterisieren wir sowohl die Ausgangsmaterialien als auch das Druckprodukt mit einem breiten Spektrum analytischer Methoden. Die Entwicklung von Szintillatoren ist ein Schwerpunkt in Mainz und der 3D-Druck als Verarbeitungsverfahren stößt dabei auf großes Interesse, obwohl wir uns damit noch am Anfang befinden.

Im Herbst 2021 habe ich als beruflich Qualifizierte mein Physik Studium in Mainz aufgenommen. Zuvor absolvierte ich in der Schweiz eine Ausbildung zum Kunststofftechnologen. Dabei hatte ich Kontakt zum Mu3e Experiment, an dem auch Niklaus Berger in Mainz forscht. Er machte mich auf die spannenden Möglichkeiten im Detektorlabor aufmerksam und seitdem bin ich dort als HiWi in aktuelle Forschungsprojekte eingebunden.

Mehr noch: Hier kann ich alle meine physikalischen Interessen – Detektoren, Szintillatoren, 3D-Druck – optimal miteinander verbinden und profitiere noch dazu direkt von meiner Ausbildung. Für mich schließt sich da der Kreis.“

WORAN FORSCHEN SIE GERADE?

Dr. Hendrik Bekker

Dr. Hendrik Bekker ist Nachwuchsgruppenleiter im Forschungsteam von Prof. Dr. Dmitry Budker. 2020 kam er von der Columbia University in New York nach Mainz. Die Suche nach Dunkler Materie fasziniert ihn ganz besonders. Inzwischen gibt es eine eigene vom ihm konzipierte Vorlesung zu dem Thema speziell für Master Studierende.



CASPEr sucht nach Dunkler Materie

„Kurz vor Weihnachten haben wir entschieden: Nun sind wir soweit! Und tatsächlich konnten wir eine erste Messung mit unserem neuen Aufbau zur Suche nach Dunkler Materie durchführen. Dass diese 20stündige Messung nach mehrjähriger Entwicklung so gut funktionierte, ist ein echter Meilenstein. Wir haben aber auch sehr viel gelernt – und hoffen, dass wir innerhalb eines weiteren Jahres den nächsten Entwicklungs-Sprung machen können. Zum Beispiel sollten dann sehr viel längere automatisch gesteuerte Messungen möglich sein.

Unser Experiment heißt CASPEr, das steht für „Cosmic Axion Spin Precession Experiment“. Es ist ein internationales Forschungsprogramm mit mehreren Aufbauten weltweit, zum Beispiel an der Boston University in den USA. Allen Experimenten gemeinsam ist, dass wir Techniken der Kernspinresonanz nutzen, um Dunkle Materie nachzuweisen – in diesem Fall suchen wir nach extrem leichten Teilchen als vielversprechende Kandidaten für Dunkle Materie, den sogenannten Axionen.

Alle CASPEr Aufbauten ergänzen sich insofern, als dass sie jeweils unterschiedliche Masse-Bereiche zugänglich machen, in denen wir nach Axionen suchen können. Unser aktueller Mainzer Aufbau trägt den Namen „CASPEr-gradient low field“ und seit ich im Jahr 2020 nach Mainz kam, koordiniere ich als Nachwuchsgruppenleiter die Arbeiten an dem Experiment und betreue Master- und Doktorarbeiten.

Meine Motivation: Techniken, die wir in der experimentellen Atomphysik entwickeln, auf fundamentale Fragen der Physik anwenden. Hier steht die Dunkle Materie sicher ganz weit vorne, was das CASPEr Projekt so spannend macht. Der wissenschaftliche Austausch über unsere Forschung ist dabei nicht minder wichtig: Das MITP als internationales Zentrum bietet für mich das ideale Konzept, um vor Ort in Mainz mit vielen internationalen Gästen die größten Rätsel der modernen Physik diskutieren zu können.“

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.



DR. VICTORIA DURANT und
FREYA LUBERG

koordinieren aktuell die Aktivitäten der Mainz Physics Academy (MPA). Bei ihnen laufen alle Fäden in Sachen Nachwuchsförderung und Graduiertenausbildung organisatorisch zusammen – das betrifft neue Studienangebote ebenso wie Stipendien-Ausschreibungen und Workshop-Programme.



DR. FRANZISKA HAGELSTEIN

forscht als Leiterin der Emmy Noether-Nachwuchsgruppe „Hadronische Beiträge zu Präzisionsobservablen und der Suche nach Neuer Physik“ seit Juli bei PRISMA+. Schwerpunkte ihrer Arbeit sind unter anderem die Nukleonen-Struktur und myonische Atome. Franziska Hagelstein hat 2017 in Mainz in theoretischer Physik promoviert und danach als Postdoktorandin an der Universität Bern und als Stipendiatin am PSI gearbeitet.



PROF. DR. JULIA HARZ

ist seit Anfang Oktober neue W2-Professorin bei PRISMA+. Der Titel ihrer Professur lautet „Kosmologie des frühen Universums“. Als theoretische Physikerin beschäftigt sie sich mit den fundamentalen Fragen unserer Existenz: etwa der Natur der Dunklen Materie oder der Materie-Antimaterie-Asymmetrie im Universum. Im Rahmen dessen entwickelt sie neue Strategien, um phänomenologische Modelle zu testen und arbeitet an der Weiterentwicklung der verwendeten Methodiken für theoretische Vorhersagen.



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>

DR. STEFAN SCHOPPMANN beschäftigt sich mit einer neuen Klasse von flüssigen Detektoren: Opake Flüssigszintillatoren sollen insbesondere in der Neutrinophysik neue Möglichkeiten eröffnen. Seit April 2022 forscht der 36jährige Physiker und Mathematiker als Postdoc und Inhaber eines Detector Innovation Fellowship bei PRISMA+.



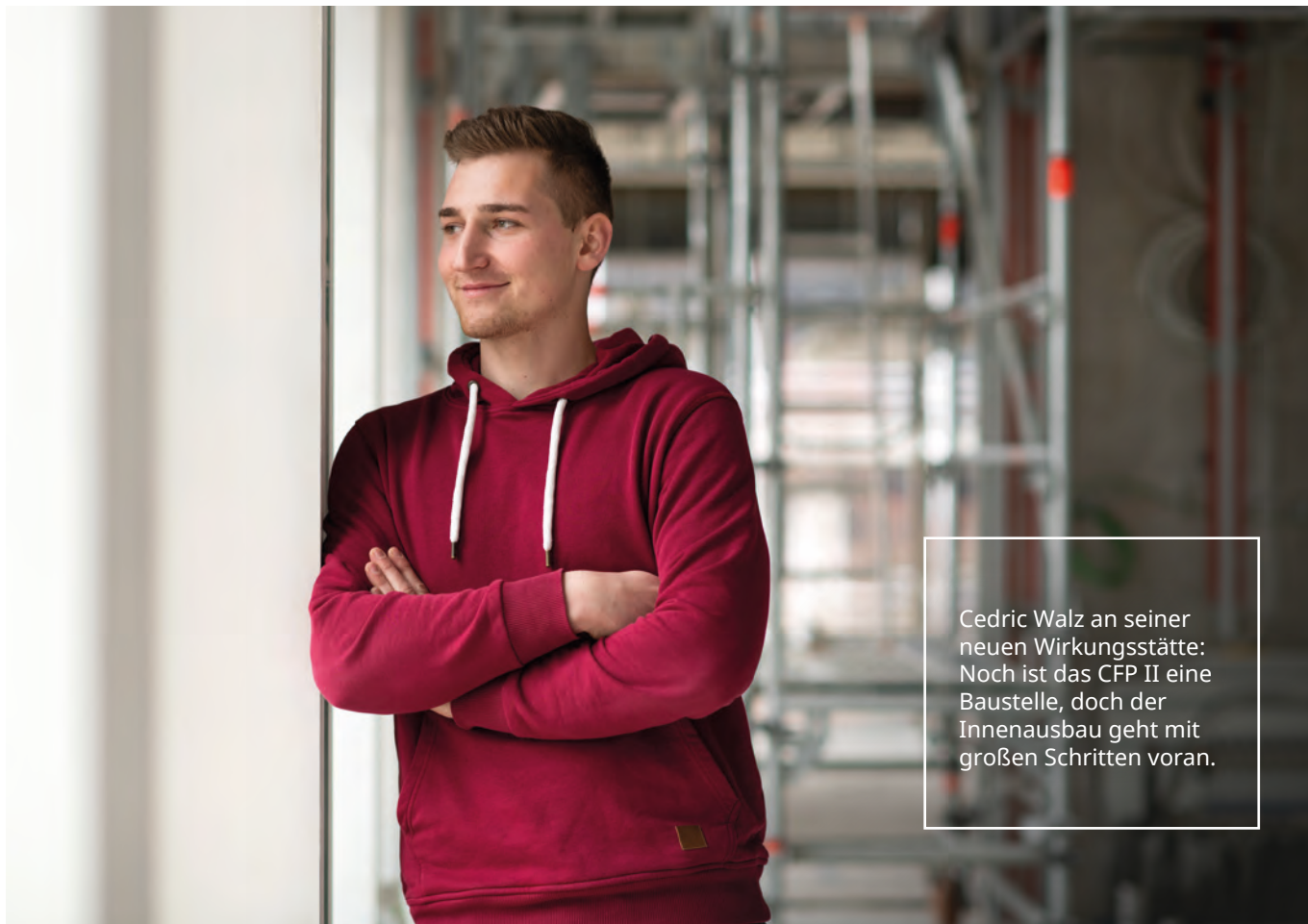
FABIAN PIERMAIER ist seit Mitte Mai Physik-Ingenieur im Detektorlabor von PRISMA+. Er unterstützt die PRISMA+ Arbeitsgruppen bei Design, Konstruktion und Simulation mechanischer Komponenten. Beispiele sind die Entwicklung des Kühlkörpers der atomaren Wasserstoffquelle des Neutrino Experiments Project 8 oder eines Teststands für die Elektroden der XENON Experimente.



DR. CARLOS TAMARIT ist seit November 2022 Mitglied von PRISMA+. Als theoretischer Physiker beschäftigt er sich mit der Teilchenphysik im frühen Universum und untersucht beispielsweise Quantenfeldtheorien bei endlichen Temperaturen, Phasenübergänge und Gravitationswellen. Zudem ist Carlos Tamarit wissenschaftlicher Koordinator des MITP.



CEDRIC WALZ ist seit Mitte November leitender Techniker im neuen Forschungsbau CFP II. Er ist für die Betreuung der speziellen Haustechnik, von Geräten und Einrichtungen sowie das allgemeine Gebäudemanagement zuständig. Beispielsweise ist er mitverantwortlich für die Organisation und den Betrieb der neuen Montagehalle, in der große Detektorteile montiert werden können.



Cedric Walz an seiner neuen Wirkungsstätte: Noch ist das CFP II eine Baustelle, doch der Innenausbau geht mit großen Schritten voran.

FORSCHUNG BRAUCHT (FREI)RÄUME
AUF LOS GEHT'S LOS +++

Es geht weiter voran beim neuen „Centrum für Fundamentale Physik (CFP)“, welches den baulichen Rahmen für zentrale Projekte des PRISMA+-Forschungsprogramms bildet. Nachdem die äußeren Wände stehen, geht 2022 die Arbeit im Inneren beider Gebäudeteile weiter – oder erst richtig los.

Und zwar mit dem Aufbau erster Abschnitte und der Infrastruktur für den neuen Elektronenbeschleuniger MESA. Im Tunnel des früheren Linearbeschleunigers LINAC beginnt die Beschleunigergruppe um Prof. Dr. Kurt Aulenbacher und Prof. Dr. Florian Hug mit dem Aufbau der Elektronenquelle und des Vorbeschleunigers. Dieser so genannte Injektor besteht aus vier normalleitenden Hochfrequenzsektionen – sie geben den Elektronen immer wieder im richtigen Moment einen „Schubs“, um sie zu beschleunigen und auf die Einschussenergie von 99 Prozent der Lichtgeschwindigkeit zu bringen. Auch eine Plattform für die entsprechende Hochfrequenzinfrastruktur wird in einer benachbarten Bestandshalle aufgebaut.

Auch beim zweiten Gebäudeteil, dem Labor- und Bürogebäude CFP II, werfen die Fertigstellung und der Bezug ihre Schatten voraus – vor allem auch in Person von Cedric Walz. Er ist leitender Techniker im CFP II und kümmert sich um die spezielle Haustechnik vor Ort: Vor allem die Organisation und der Betrieb der zweigeschossigen, 400 Quadratmeter großen Schwerlast-Montagehalle mit Kran-Anlage im Erd- und 1. Obergeschoss erfordert spezielles technisches Know-How.

Weitere besondere Einrichtungen und Labore werden später in dem Gebäude zu finden sein, darunter ein Reinraumlabor, ein Xenonverflüssiger, ein raumfüllender 3D-Drucker sowie eine Röntgenbestrahlungseinrichtung in Form eines Forschungsbunkers mit 80 Zentimeter starken Stahlbeton-Wänden und 70 Zentimeter starker Decke. Und auch bei der Gestaltung des Außenbereichs geht es los: So ist das Auswahlverfahren für Kunst am Bau inzwischen gestartet. Die besondere Aufgabe ist es, einen öffentlichen, für alle nutzbaren Raum als Ort der Begegnung und des Austauschs künstlerisch zu gestalten. +



Der Aufbau von MESA beginnt im LINAC Tunnel.



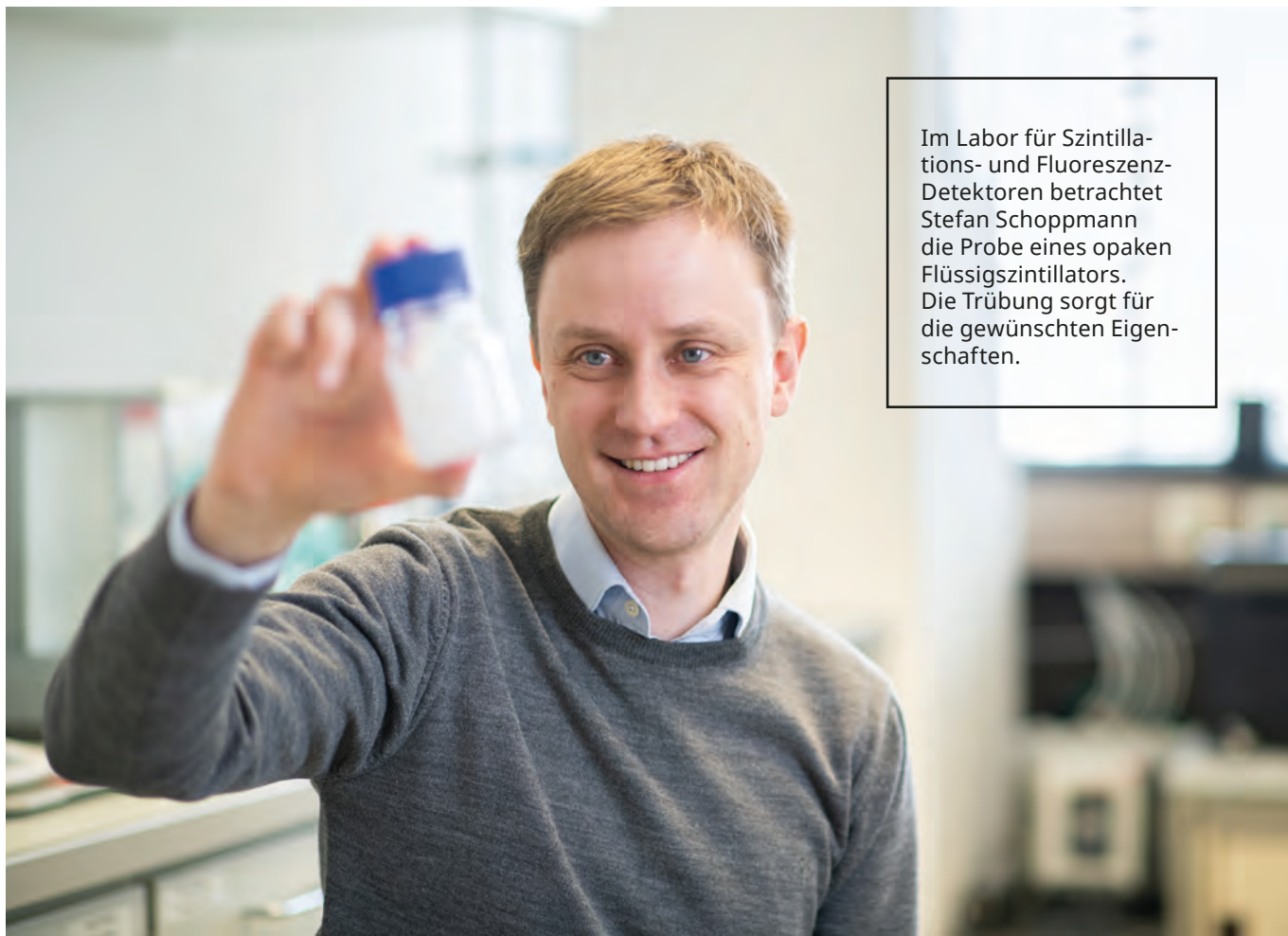
Die Außenfassade des CFP II ist fast komplett verklindert.



Rahima Krini führt
in der Beschleuniger-
halle MAMI B Tests für
das geplante MESA
Experiment P2 durch.

WISSEN WEITERGEBEN

10 JAHRE HIGGS –
10 JAHRE PRISMA +++



Im Labor für Szintillations- und Fluoreszenz-Detektoren betrachtet Stefan Schoppmann die Probe eines opaken Flüssigszintillators. Die Trübung sorgt für die gewünschten Eigenschaften.

ENTWICKLUNG FÖRDERN

AUSGEZEICHNETE
DETEKTORFORSCHUNG +++

Detektoren in der Teilchen- und Hadronenphysik sind meist Unikate, die in Eigenregie entwickelt werden. Eine der wichtigsten zentralen Initiativen bei PRISMA⁺ ist daher das Detektorlabor. Es bietet die technischen, logistischen und personellen Voraussetzungen, um modernste Teilchendetektoren „In-house“ zu konzipieren, zu bauen und zu testen.

Um dem wissenschaftlichen Nachwuchs attraktive Forschungsmöglichkeiten in diesem Bereich zu bieten, gibt es mehrere erfolgreiche Initiativen. Seit 2022 wird die Graduiertenschule „Teilchendetektoren für zukünftige Experimente – Vom Konzept bis zum Betrieb“ von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert. Hier haben junge Forschende künftig die Gelegenheit in ihrer Doktorarbeit teilchenphysikalische Grundlagenforschung und den Bau und die Konzeption hierfür nötiger Detektoren miteinander zu verbinden.

Das vom Detektorlabor ausgelobte „Detector Innovation Fellowship“ ermöglicht es promovierten Physikerinnen und Physikern eigene Detektorkonzepte zu realisieren. Aktuell forschen Dr. Hans Steiger und Dr. Stefan Schoppmann mit einem solchen Fellowship in Mainz. Hans Steiger arbeitet an der Entwicklung eines neuartigen Flüssigszintillators, der vor allem bei sehr tiefen Temperaturen chemisch stabil sein muss. Dieser Szintillator soll bei TAO, dem „Taishan Antineutrino Observatory“ zum Einsatz kommen, einem Teil des geplanten Neutrino Experiments JUNO in Südchina.

Stefan Schoppmann beschäftigt sich ebenfalls mit einer neuen Klasse von Flüssigszintillatoren: Opake Flüssigszintillatoren sind quasi eine Weiterentwicklung des erfolgreichen Prinzips, Neutrinos über ihr Szintillationslicht zu detektieren. Das vermeintliche Problem der Trübung gehört hier zum Konzept: Denn das Szintillationslicht soll möglichst am Ort der Entstehung nachgewiesen werden. Neben dem geplanten Neutrino-Detektor CLOUD – für „Chooz Liquid Opaque Ultra-near Detector“ – könnten solche Szintillatoren künftig auch in der Medizinphysik genutzt werden.

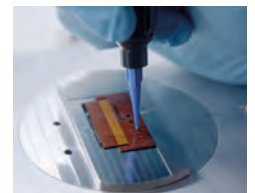
Alle Nachwuchsprogramme können auf die Expertise und Infrastruktur des Detektorlabors bauen – ausgezeichnete Aussichten für die wissenschaftliche Weiterentwicklung. +



Viele Detektoren sind Unikate.



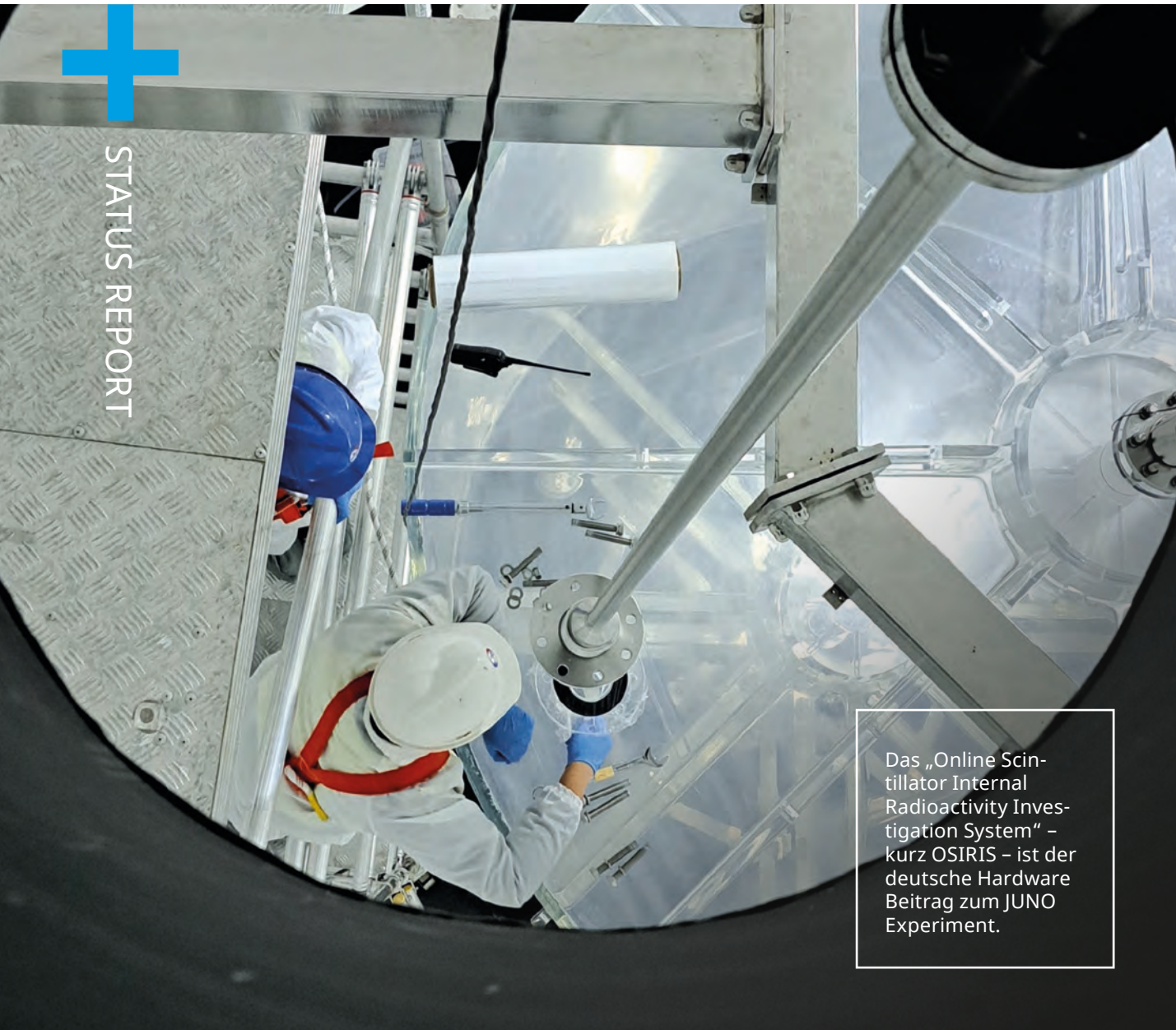
Alles Wissenswerte rund um das Detektorlabor gibt es hier: <https://prisma.uni-mainz.de/anlagen/prisma-detektorlabor>



Beim Bau von Detektoren ist höchste Präzision gefragt.



STATUS REPORT



Das „Online Scintillator Internal Radioactivity Investigation System“ – kurz OSIRIS – ist der deutsche Hardware Beitrag zum JUNO Experiment.

NEUES NEUTRINO EXPERIMENT JUNO AUFBAU IN VOLLEM GANGE

„Anfang 2022 standen wir in einer leeren Halle 500 Meter unter der Erde – Wasser an Decke und Wänden, Staub in der Luft und keine Klimatisierung. Dieses Bild hat sich im Lauf des Jahres komplett gewandelt“, Prof. Dr. Michael Wurm spricht vom neuen großen Neutrino Experiment JUNO in Südchina, an dem seine Gruppe beteiligt ist. „Der Aufbau des Hauptdetektors von JUNO und auch unseres Vordetektors, OSIRIS, ist momentan in vollem Gange.“

Neutrinos sind fast masselose Elementarteilchen, die unter anderem bei Fusionsprozessen in der Sonne oder radioaktiven Zerfällen in Kernreaktoren entstehen. Sie kommen in drei unterschiedlichen Arten vor, die sich ineinander umwandeln können – ein Phänomen, das als Neutrinooszillationen bekannt ist. JUNO kann das Oszillationsmuster mit hoher Genauigkeit analysieren, mit dem Ziel, die Reihenfolge der drei Neutrinomassen zu bestimmen.

Dazu wird JUNO Neutrinos aus zwei jeweils 50 Kilometer entfernten Reaktoren nutzen. Der Hauptdetektor ist eine riesige Plexiglaskugel, die 20.000 Tonnen Flüssigszintillator fasst – und JUNO zum größten Neutrino-Detektor dieser Art macht. Die zugehörige Stahlkonstruktion ist fertig und momentan wird die Plexiglaskugel zusammengesetzt und die ersten Lichtsensoren werden außerhalb der Kugel installiert.

Um die geplante Empfindlichkeit zu erreichen, muss der Szintillator im Inneren der Kugel extrem rein sein, zum Beispiel im Hinblick auf die Elemente Uran und Thorium, deren radioaktive Zerfälle die Messung stören würden. Daher wird der Szintillator vorab aufwändig gereinigt, wozu gerade eine unterirdische Anlage aufgebaut wird.



Die Halle vor dem Aufbau von JUNO

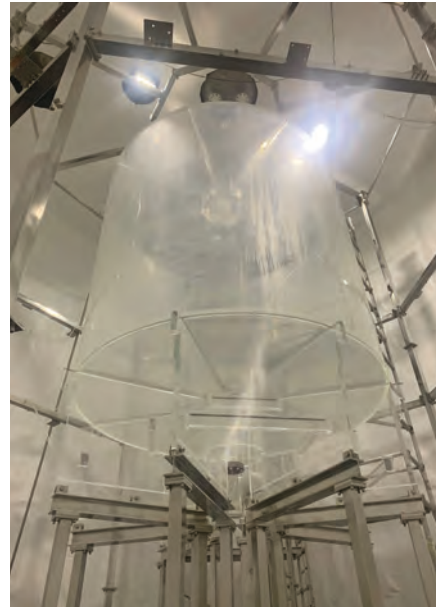


Oliver Pilarczyk, Doktorand in der Gruppe von Michael Wurm, hat 2022 dreieinhalb Monate in China verbracht, um OSIRIS mit aufzubauen.

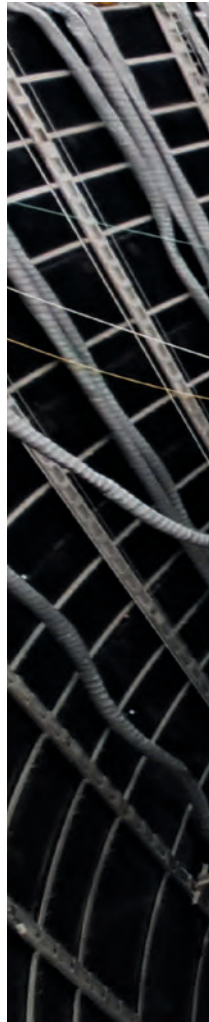
„Und hier kommt OSIRIS ins Spiel – mit 18 Tonnen Fassungsvermögen in einem 3 mal 3 Meter großen Plexiglaszylinder ist er quasi eine Miniaturausgabe des Hauptdetektors, mit der wir die Qualität des Szintillators kontinuierlich überwachen können“, erläutert Michael Wurm. Doch warum dieser Aufwand? „Weil wir im Experiment am Ende solch geringe Mengen an Uran und Thorium erreichen müssen, dass wir viele Tonnen Flüssigkeit brauchen, um die Reinheit überhaupt beurteilen zu können.“

OSIRIS ist dabei doppelt wichtig: um die neue Reinigungsanlage zu testen und später bei der eigentlichen Befüllung des JUNO-Hauptdetektors. „Hier werden wir kontinuierlich 15 Prozent des frisch produzierten Szintillators abzweigen und über OSIRIS laufen lassen, bevor er in den Hauptdetektor gelangt – es ist sozusagen ein ausfallsicheres ‚online monitoring‘ und zugleich ein Frühwarnsystem, sollte einmal Szintillator verunreinigt sein.“

Der mechanische Aufbau von OSIRIS ist inzwischen fertig und 74 der insgesamt 76 Photomultiplier sind mittlerweile installiert – sie werden die Lichtblitze registrieren, die durch Zerfallssignale selbst kleinster Konzentrationen radioaktiver Verunreinigungen verursacht werden. Der Blick in die Zukunft ist optimistisch: Die erste Inbetriebnahme ist für den Sommer 2023 geplant. +



Der 3 x 3 Meter große OSIRIS-Plexiglaszylinder ist von einem 9 x 9 Meter großen, innen weiß verkleidetem Wassertank umgeben (oben). An der Stahlkonstruktion werden nach und nach die Photomultiplier montiert (unten). Die Mainzer Gruppe hat das „Liquid Handling System“ entwickelt und koordiniert vor Ort den Aufbau gemeinsam mit chinesischen Kollegen.



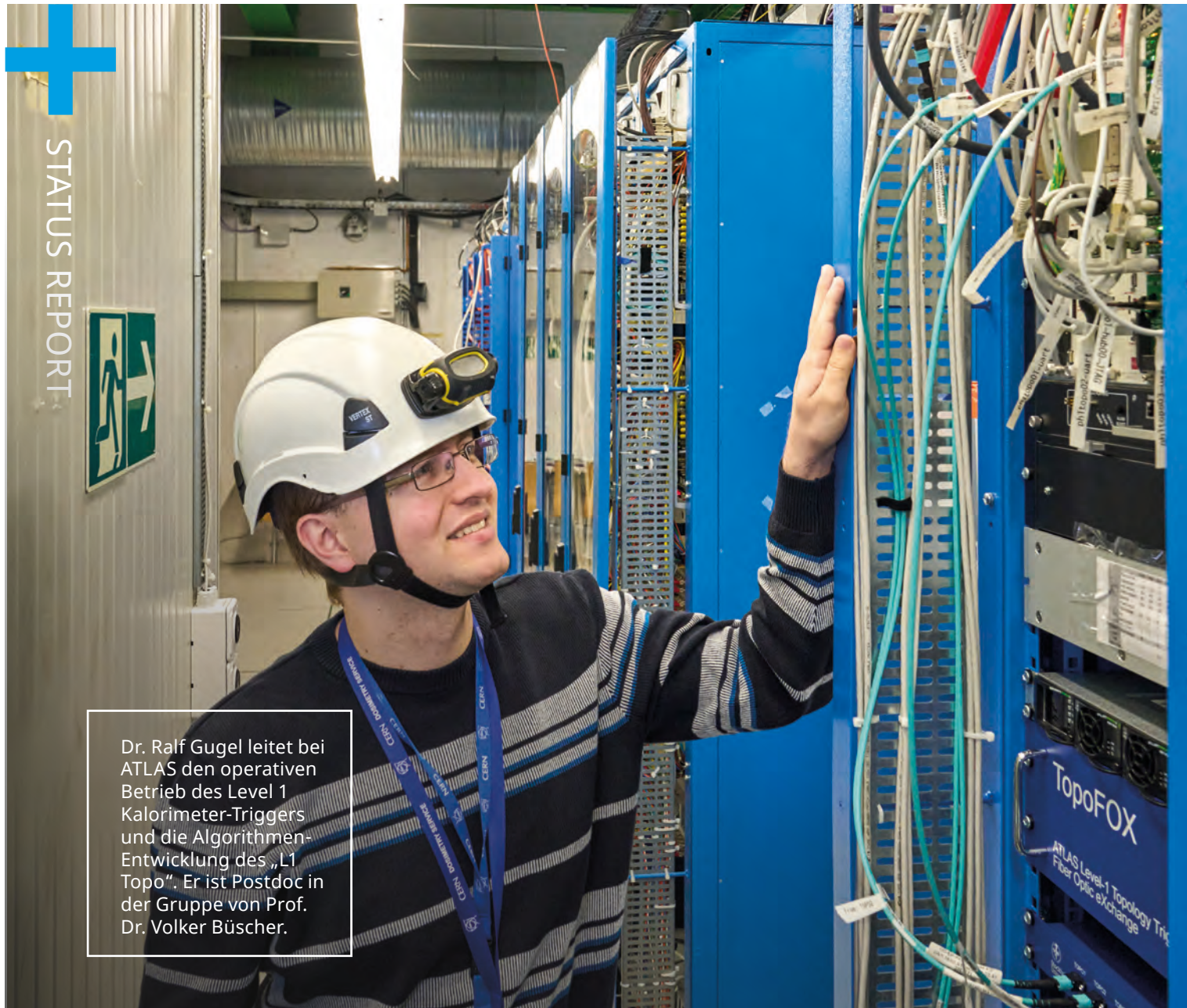


Die Plexiglaskugel des Hauptdetektors hat einen Durchmesser von 35,4 Metern und wird von einer Stahlkonstruktion mit 41 Metern Durchmesser getragen.



STATUS REPORT

Dr. Ralf Gugel leitet bei ATLAS den operativen Betrieb des Level 1 Kalorimeter-Triggers und die Algorithmen-Entwicklung des „L1 Topo“. Er ist Postdoc in der Gruppe von Prof. Dr. Volker Büscher.



VERBESSERTER TRIGGER FÜR ATLAS IN DEN STARTLÖCHERN

Ralf Gugel hat gerade viel zu tun. Am CERN übernimmt er eine führende Rolle bei der Installation und Inbetriebnahme zweier wichtiger Triggersysteme für das Upgrade des ATLAS Detektors, beide made in Mainz. Die Jet- und die topologischen Triggerprozessoren sind wichtige Bestandteile einer Kaskade an Auswahlssystemen, die Daten des Detektor-Kalorimeters in Echtzeit auf interessante Physik durchsuchen und entsprechend aussortieren. „Beide Systeme sind inzwischen vollständig installiert und bei der Inbetriebnahme sind wir auf der Zielgeraden“, erläutert Ralf Gugel.

Die Daten, die die Trigger erreichen, stammen aus den unvorstellbar vielen Teilchenkollisionen, die mit einer Rate von 40 Megahertz (MHz) im Innern des ATLAS Detektors stattfinden – es gilt also 40 Millionen „Bilder“ pro Sekunde anzuschauen. Das neue Design sieht in der ersten Stufe drei sogenannte Feature Extractors vor, die für verschiedene Anwendungsfälle optimiert sind. Der Jet Feature Extractor – kurz jFEX – etwa heißt so, weil er nach sogenannten Jets sucht – blumenstrauß-ähnliche Bündel aus Hadronen, die ihre Energie im Kalorimeter deponieren.

jFEX und zwei weitere Feature Extractors senden ihre Informationen an den topologischen Triggerprozessor – kurz L1Topo. Dieser kombiniert all diese Informationen sowie Daten aus dem Myon-Spektrometer in einer Vielzahl von Algorithmen, die nahezu das gesamte Physikprogramm des Experiments abdecken. „Am Ende dieses Level 1 wird entschieden, welche Daten an die Computer weitergeleitet werden“, so Ralf Gugel. „Aufgabe ist es, die Ereignisrate von 40 MHz auf 100 kHz, also um einen Faktor 400, zu reduzieren.“ Die ganze Kette wird innerhalb von 2 Mikrosekunden



Mehr Informationen
zu ATLAS:
<https://atlas.cern>

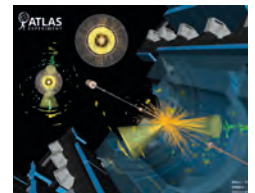
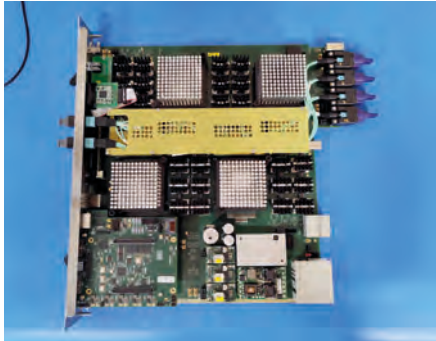
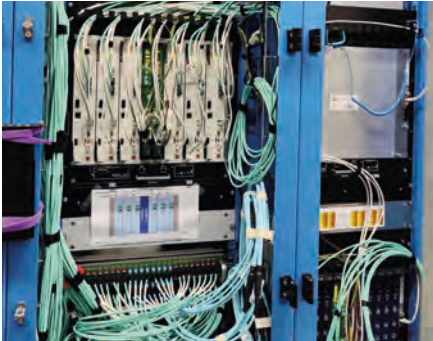
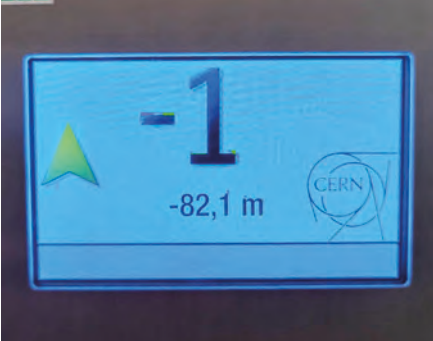


Bild eines Crashes: Seit dem 5. Juli kollidieren Protonen wieder im ATLAS Detektor.



durchlaufen, wobei ein Großteil der Zeit beim Durchlaufen der Lichtleiter verbraucht wird. Die Elektronik selbst ist unvorstellbar schnell und beide Triggersysteme haben hardwaremäßig sehr ähnliche Designs.

Im Mittel jedes 400ste Bild gelangt somit anschließend in die nächste Stufe – dieser High Level Trigger hat nun viel mehr Zeit, die verbliebenen Daten anzuschauen. Er reduziert diese noch einmal um den Faktor hundert auf 1 KHz. Diese Daten werden dann im CERN Rechenzentrum für immer festgeschrieben, um später weltweit analysiert zu werden.

„Im Februar 2022 haben wir die letzten benötigten topologischen Triggermodule hierher gebracht. Inzwischen sind alle sechs jFEX Module und alle drei Module des topologischen Triggers in der ATLAS Caverne direkt neben dem Experiment installiert. An ihrem endgültigen Platz tief unter der Erde haben wir im weiteren Verlauf des Jahres ausführlich die Stabilität des Systems und unsere Algorithmen getestet und verbessert“, berichtet Ralf Gugel. „Und als am CERN am 5. Juli die dritte Laufzeit des Large Hadron Collider (LHC) begonnen hat, wurde es natürlich richtig spannend!“

Noch bevor der LHC in seinen „Winterschlaf“ ging, haben Ralf Gugel und seine Kolleginnen und Kollegen ihr System Ende 2022 erstmals „scharfgeschaltet“ und bereits Teilchenkollisionen testweise damit getriggert. „Im laufenden Jahr soll das erneuerte Level 1 System dann die produktive Hauptarbeit von seinem Vorgänger übernehmen. Vor kurzem haben wir noch letzte dafür nötige Korrekturen umsetzen können. Jetzt sind wir sehr zuversichtlich und können kaum den Tag im Mai 2023 erwarten, wenn der LHC nach der Winterpause wieder Kollisionen liefert.“ +

Neben dem farbig gestalteten Gebäude befindet sich der Kontrollraum des ATLAS Experiments (oben).

Um zum Experiment zu gelangen geht es mit dem Aufzug mehr als 80 Meter in die Tiefe.

Dort ist auch die neue Trigger-elektronik in speziellen Elektronikschränken eingebaut – unter anderem sechs einzelne jFEX Module.

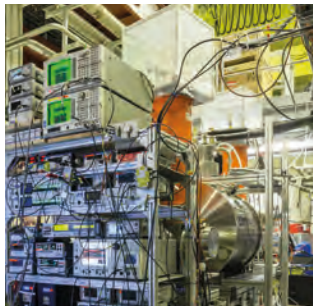
CHRONIK 2022

Auf den folgenden Seiten schauen wir zurück auf das Jahr 2022 und berichten in gewohnt kurzer und knackiger Form über Spannendes und Neues aus der Welt der Teilchen- und Hadronenphysik. Es geht um neue Forschungsergebnisse und -verbünde ebenso wie um innovative Veranstaltungen zur Nachwuchsförderung – und zwei besondere Jubiläen!

Viele Formate finden nach zwei durch die Corona Pandemie geprägten Jahren erstmals wieder in Präsenz – oder überhaupt – statt. Viel Spaß beim Rückblick!

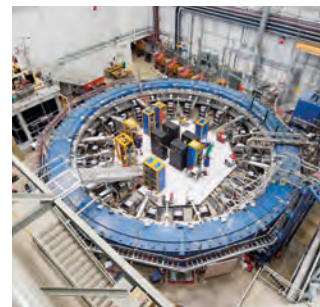


JANUAR



5. Januar:

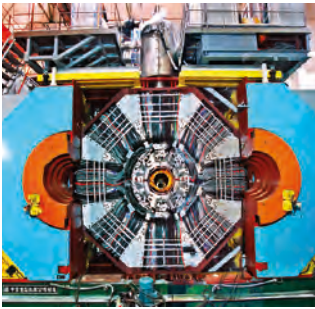
Die BASE-Kollaboration am CERN berichtet in der Fachzeitschrift *Nature* über den weltweit genauesten Vergleich zwischen Protonen und Antiprotonen: Die Verhältnisse von Ladung zu Masse von Antiprotonen und Protonen sind auf elf Stellen identisch. Diese neue Messung verbessert die Genauigkeit des bisher besten Wertes um mehr als den Faktor vier. Der über einen Zeitraum von eineinhalb Jahren gesammelte Datensatz ermöglicht außerdem einen Test des schwachen Äquivalenzprinzips, nach dem sich Materie und Antimaterie unter Schwerkraft gleich verhalten. Aus Mainz ist Dr. Christian Smorra an der BASE Kollaboration beteiligt.



25. Januar:

Mit 1,9 Millionen Euro fördert die EU im Rahmen ihres H2020-MSCA-RISE Programms das Projekt aMUSE. 100.000 Euro davon fließen nach Mainz an die Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Martin Fertl. Das Projekt aMUSE finanziert Reisetätigkeiten der beteiligten Einrichtungen zum Fermilab bei Chicago. Dort gibt es einen der intensivsten Myonenstrahlen der Welt, der für das laufende Myon g-2 Experiment genutzt wird. Der primäre Protonenstrahl wird später für das im Aufbau befindliche Mu2e Experiment genutzt. Beide Experimente dienen der Suche nach neuer Physik jenseits des Standardmodells. Zum Jahresbeginn ist aMUSE offiziell gestartet – am 25. Januar findet das Kick-off Meeting statt.

MÄRZ



28. März:

Die Photon-Photon-Wechselwirkung steht im Fokus einer neuen Forschungsgruppe an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU), die durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) bewilligt wurde und in den nächsten vier Jahren mit etwa 3,5 Millionen Euro gefördert wird. Sprecher ist der Experimentalphysiker Prof. Dr. Achim Denig, Co-Sprecher der theoretische Physiker Prof. Dr. Marc Vanderhaeghen – beide vom Institut für Kernphysik der JGU. Photon-Photon-Wechselwirkungen spielen eine zentrale Rolle im Standardmodell der Teilchenphysik. Ein besseres Verständnis dieses reinen Quanteneffekts auf Basis von Messungen an Teilchenbeschleunigern und Berechnungen ist der Schlüssel, um zu wichtigen neuen Erkenntnissen sowohl innerhalb des Standardmodells als auch darüber hinaus zu gelangen.

MAI



9. Mai:

An der JGU geht ab Herbst 2022 ein neues Graduiertenkolleg (GRK) an den Start. Das hat die DFG bekannt gegeben. Unter dem Titel „Teilchendetektoren für zukünftige Experimente – Vom Konzept bis zum Betrieb“ können Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler künftig teilchenphysikalische Grundlagenforschung und Detektorbau miteinander verbinden. Die Fördersumme für die nächsten fünf Jahre beträgt über vier Millionen Euro, mehr als 20 Doktorandinnen und Doktoranden können im Rahmen des neuen GRK promovieren. Sprecher ist Prof. Dr. Matthias Schott, Professor für Experimentelle Teilchenphysik bei PRISMA+.



Lesen Sie auch auf S. 22:
„Ausgezeichnete
Detektorforschung“

JUNI



14. Juni :

Das anomale magnetische Moment des Myons ist eine wichtige Präzisionsgröße, um das Standardmodell der Teilchenphysik zu testen. Im letzten Jahr sorgte eine neue Messung für Aufsehen, da sie eine beträchtliche Abweichung zur theoretischen Vorhersage bestätigte: Das anomale magnetische Moment ist größer als erwartet. Mehrere Gruppen, darunter die diejenige von Prof. Dr. Hartmut Wittig, haben nun neue und präzisere Berechnungen des Beitrags der starken Wechselwirkung auf Basis von Gitter-QCD-Rechnungen veröffentlicht. Im Ergebnis scheint sich der theoretische Wert dem Experiment anzunähern. Dennoch bleibt eine deutliche Abweichung und nun gelte es vor allem zu verstehen warum verschiedene theoretische Ansätze unterschiedliche Ergebnisse liefern, so die Autoren.

JULI



3./4. Juli:

Das Higgs-Teilchen wird 10 Jahre alt – am 4. Juli 2012 gaben die Experimente ATLAS und CMS am Large Hadron Collider (LHC) des CERN seine Entdeckung bekannt. Es ist eine der wichtigsten wissenschaftlichen Errungenschaften unserer Zeit – und ein wichtiger Meilenstein in der Erforschung der fundamentalen Bausteine der Materie und der zwischen ihnen wirkenden Kräfte. In Mainz widmet sich die populäre Reihe „Physik im Theater“ am 3. Juli diesem Thema: Referent ist Prof. Dr. Karl Jakobs von der Universität Freiburg, der von 2017 bis 2021 ATLAS-Sprecher war.



Lesen Sie auch auf S. 20:
„10 Jahre Higgs –
10 Jahre PRISMA“

**5. Juli:**

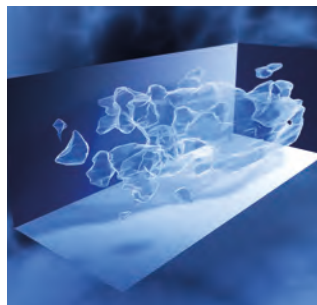
Im Large Hadron Collider (LHC) des CERN kollidieren erstmals wieder Protonen mit nahezu Lichtgeschwindigkeit – der Start der dritten Laufzeit bedeutet eine neue Rekordenergie und sehr viel mehr Teilchenkollisionen als bisher. Der 5. Juli ist daher auch ein ganz besonderer Tag für PRISMA+ Physikerinnen und Physiker: Sie haben in der dreijährigen Wartungs- und Umbaupause wichtige Beiträge zum Ausbau des ATLAS Detektors geleistet, um ihn fit zu machen für die Verarbeitung noch größerer Datenmengen – insbesondere in Bezug auf das Trigger-System. Dieses muss in der Lage sein, noch mehr Daten innerhalb weniger Mikrosekunden auszusortieren, ohne dabei interessante Physik zu verlieren. Ein weiteres Projekt mit Mainzer Beteiligung ist der Ausbau des ATLAS Myon-Spektrometers.



Lesen Sie auch auf S. 28:
„In den Startlöchern“

**22. Juli:**

XENONnT, der neueste Detektor internationalen XENON-Kollaboration zur Suche nach Dunkler Materie, zeigt ein bisher unerreicht niedriges Niveau an Untergrundsignalen. Dies ermöglicht eine empfindliche Suche nach neuen, sehr seltenen Phänomenen. Erste Ergebnisse klären nun bereits ein aufregendes Signal, das im Vorgängerexperiment XENON1T beobachtet wurde: Das Fehlen eines Überschusses in den neuen Daten deutet nun darauf hin, dass das XENON1T-Signal wahrscheinlich von minimalen Spuren radioaktiven Tritiums im flüssigen Xenon verursacht wurde, eine der damals in Betracht gezogenen Hypothesen. Gleichzeitig werden die Szenarien neuer Physik, die alternativ zur Erklärung des Überschusses herangezogen wurden, nun sehr stark eingeschränkt. Federführend aus Mainz beteiligt ist Prof. Dr. Uwe Oberlack.

AUGUST**8. August:**

Der August 2022 steht ganz im Zeichen der Dunklen Materie: Beim „Wavy Dark Matter Summer 2022“ reihen sich drei Veranstaltungen für Studierende sowie etablierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aneinander. Zwei von ihnen finden in Mainz statt. Beim „17th Patras Workshop on Axions, WIMPs and WISPs“ kommt ein Großteil der internationalen Dark-Matter-Community zusammen und Studierende treffen auf Experten, beim Workshop „Wavy Dark Matter Detection with Quantum Networks“ diskutieren die Teilnehmenden über die neuesten Trends der Dunkle-Materie-Detektion mit Netzwerken von Quantensensoren. Organisatoren sind unter anderem die Mainzer Wissenschaftler Prof. Dr. Dmitry Budker, Dr. Hendrik Bekker und Dr. Arne Wickenbrock.

SEPTEMBER**12. September:**

Gemeinsam mit amerikanischen Kollegen schlägt Prof. Dr. Dmitry Budker einen Test für eine Hypothese des Nobelpreisträgers Steven Weinberg vor. Dieser erdachte verschiedene Möglichkeiten, um die Unzulänglichkeiten der Quantenmechanik zu beheben, und entwickelte eine Idee, um diese zu testen: durch die sehr genaue und separate Vermessung von drei bestimmten, zusammenhängenden Energieübergängen in Atomen. In der Fachzeitschrift *Physical Review A* berichten die Forschenden nun, dass Ytterbium Atome mit der Massenzahl 171 für den Test geeignet sind: Hier existieren drei passende Übergänge, die extrem genau gemessen werden könnten. Nach der aktuell gültigen Quantenmechanik sollte die Summe der beiden Übergänge 1 und 2 Übergang 3 ergeben. Wenn Weinbergs Idee stimmt, sollte dies gerade nicht der Fall sein.



26. September:

32 junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nehmen an der „PRISMA+ School“ des Detektorlabors teil. Sie richtet sich an Masterstudierende, Doktoranden und Postdoktoranden, die mit Teilchendetektoren auf der Grundlage von FOTOSENSOREN und FPGAs arbeiten wollen. Konzepte und Technologien der Lichterzeugung, -ausbreitung und

-detektion sowie die zugehörige Elektronik zur Signalerfassung sind Themen, die in der fünftägigen Veranstaltung adressiert werden – morgens in Form von Vorlesungen und nachmittags anhand praktischer Übungen in kleinen Gruppen im Detektorlabor, etwa zur Charakterisierung von Silizium-Photomultipliern und der Detektion kosmischer Myonen.

OKTOBER

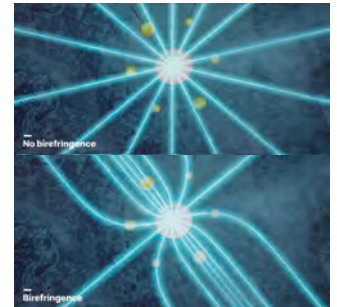


10. Oktober:

Noch ein zehnter Geburtstag: Im Herbst 2012 wird im Rahmen der damaligen Exzellenzinitiative das Exzellenzcluster PRISMA bewilligt und damit ein neuer Forschungsverbund in der Teilchen- und Hadronenphysik etabliert. In der nächsten Runde der Exzellenzstrategie setzte sich die Erfolgsgeschichte fort und 2019 geht mit PRISMA+ das Nachfolgecluster an den Start. Inzwischen können die mehr als 300 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Exzellenzclusters auf zahlreiche wissenschaftliche Erfolge und den Aufbau einer hervorragenden Forschungsinfrastruktur auf dem Gutenberg-Campus zurückschauen – ein guter Grund, dies nach außen wie nach innen im Rahmen einer feierlichen Jubiläumsveranstaltung im Staatstheater Mainz gebührend zu würdigen.



Lesen Sie auch auf S. 20:
„10 Jahre Higgs –
10 Jahre PRISMA“



21. Oktober:

In einer aktuellen Studie, die in der Zeitschrift *The Cryosphere Discussions* erschienen ist, berichtet die IceCube-Kollaboration unter Federführung des Mainzer Postdocs Dr. Martin Rongen erstmals über einen neuen optischen Effekt. Er ist das Ergebnis der doppelbrechenden Eigenschaften der länglichen Eiskristalle. Die neu gewonnenen Erkenntnisse sind in ein neues, auf Doppelbrechung basierendes optisches Modell des Eises eingeflossen, das die Interpretation der IceCube Daten erheblich verbessert. Seit 2010 sucht das IceCube Observatorium am Südpol nach hochenergetischen Neutrinos aus dem Weltall, die tief im antarktischen Eis mit diesem wechselwirken und charakteristische Lichtmuster hinterlassen.



24. Oktober:

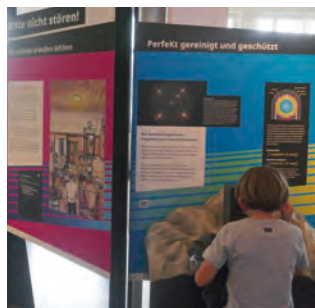
Mit 35 Studierenden startet im Wintersemester der neue Bachelorstudiengang „Angewandte Physik mit Schwerpunkt Informatik“. Er richtet sich an Physik-Interessierte, die sich für grundlegende Gesetzmäßigkeiten der Natur begeistern, aber das Gelernte auch direkt in technischen Anwendungen umsetzen wollen. Der neue Studiengang trägt der Tatsache Rechnung, dass immer mehr Expertinnen und Experten gebraucht werden, die komplexe naturwissenschaftliche Zusammenhänge verstehen und zugleich in einem industriellen Umfeld mit anspruchsvollen Aufgaben in der angewandten Forschung umgehen können. Die beiden PRISMA+ Wissenschaftler Prof. Dr. Matthias Schott und Prof. Dr. Sebastian Böser haben den neuen Studiengang initiiert.

NOVEMBER



3. November:

Die internationale IceCube-Kollaboration hat erstmals Beweise für die Emission hochenergetischer Neutrinos aus der Galaxie NGC 1068, auch bekannt als Messier 77, gefunden. NGC 1068 ist eine aktive Galaxie im Sternbild Cetus: Sie ist 47 Millionen Lichtjahre von uns entfernt und kann mit einem großen Fernglas beobachtet werden. IceCube-Neutrinos geben damit einen ersten Einblick in das Innere einer aktiven Galaxie. Als IceCube im Jahr 2018 erstmals eine hochenergetische astrophysikalischen Neutrinoquelle beobachtete, war noch eine Bestätigung durch optische Teleskope notwendig, um die Quelle sicher zu identifizieren. Diesmal wurden genug Neutrinos von IceCube allein entdeckt. Mainzer Forschungsgruppen gehören dem IceCube-Konsortium bereits seit 1999 an. Nachzulesen in *Science*.



28. November:

Die Mitmach-Ausstellung „PRÄZISION - Unvorstellbare Genauigkeit und die Suche nach neuer Physik“ beendet ihre diesjährige Tournee. Acht Monate lang war sie an verschiedenen Stationen in Mainz und in Pirmasens zu sehen: zuerst in Mainz in der Schule des Sehens auf dem JGU Campus sowie im Herzen der Innenstadt und anschließend im Dynamikum in Pirmasens, dem ersten und bislang einzigen Science Center in Rheinland-Pfalz. Damit hat die Ausstellung ihre Feuertau-Feier in einem Mitmachmuseum bestanden und ihrer Konzeption als Wanderausstellung voll und ganz Rechnung getragen. Auf spielerische und unterhaltsame Art und Weise vermittelt die interaktive Ausstellung Einblicke in die spannende und faszinierende Forschung von PRISMA+: Mitmachen und ausprobieren ist hier die Devise.

DEZEMBER



9. Dezember:

„Was die Welt im Innersten zusammenhält. Der Teilchenphysik auf der Spur“: So lautet der Titel einer neuen Podcastfolge der Reihe „Minds of Mainz – der Gutenberg-Talk“. Dieses Mal ist Prof. Dr. Matthias Schott, Professor für Experimentelle Teilchenphysik bei PRISMA+ zu Gast. Er geht der grundlegenden Frage nach, woraus das Universum besteht und welche Kräfte zwischen den fundamentalen Teilchen wirken. Dabei führt ihn seine Arbeit ans CERN, zum größten Teilchenbeschleuniger der Welt. Was ihn daran fasziniert und welche Hoffnungen er für seine Forschungen mit Blick auf den neuen Teilchenbeschleuniger MESA an der JGU hat, erläutert er im Interview mit Moderator Daniel Reißmann.



Jetzt gleich Reinhören und keine Folge mehr verpassen:
<https://forschungsprofil.uni-mainz.de/minds-of-mainz>

10 Jahre PRISMA – ein Rückblick



2013

- Eröffnungstagung MITP

2015

- Von Mainz ans CERN:
40 Tonnen Detektor für
NA62 Experiment

2017

- Kollision von Lichtteilchen beobachtet
- Rekordausbeute bei Ultrakalten Neutronen

2019

- Baustart MESA Halle

2021

- Neue Messung zum anomalen
magnetischen Moment des Myons:
Neue Physik am Horizont?

2012

- Entdeckung Higgs-Teilchen
- Gründung Detektorlabor

2014

- Borexino: Nachweis solarer Neutrinos
- Zahlreiche Neuberufungen

2016

- Messung W-Boson Masse
bestätigt Standardmodell
- Start Dunkle Materie
Experiment Xenon1T

2018

- IceCube: Erstmals Herkunfts-
Galaxie eines Neutrinos
bestimmt

2020

- Genauigkeitsrekord bei Messung
des Neutron-Dipolmoments
- Kryomodule für MESA einsatz-
bereit

2022

- Beginn Aufbau MESA

IMPRESSUM

Herausgeber:

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

Konzeption, Redaktion, Text:

Dr. Renée Dillinger-Reiter,
Öffentlichkeitsarbeit PRISMA+

Gestaltung:

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

Druck:

Volkhardt Caruna Medien GmbH & Co. KG

Fotografie, Bildnachweis:

agsandrew – Adobe Stock (Titel); Werner Feldmann/JGU (S. 4); Angelika Stehle/JGU (S. 6, 8, 10, 12, 14, 16, 17); privat (S. 16, 17); Angelika Stehle (S. 18); Alexander Griesser, Dominik Scholten (S. 19); Angelika Stehle (S. 20); Uwe Feuerbach (S. 21); Angelika Stehle (S. 22); Torsten Zimmermann/JGU, Alexander Griesser (S. 23); JUNO-Kollaboration (S. 24 – 27); Marina Cavazza/CERN (S. 28); ATLAS/CERN (S. 29) Dr. Ralf Gugel (S. 30); BASE-Kollaboration, Reidar Hahn/Fermilab (S. 32); Institute for High Energy Physics (IHEP)/Peking, Maximilien Brice, Julien Ordan/CERN, Stefan F. Sämmer/JGU, Uwe Feuerbach (S. 33); Maximilien Brice/CERN, Luigi Di Carlo/XENON-Kollaboration, NASA/ESA/Richard Massey, Sabrina Hopp (S. 34); Prof. Dr. Niklaus Berger, Uwe Feuerbach, Jack Pairin/IceCube Collaboration (S. 35); Torsten Zimmermann/JGU, Martin Wolf/IceCube/NSF, Renée Dillinger, Sabrina Hopp (S. 36)

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



52 senior researchers,
103 doctoral candidates,
90 postdoctoral researchers,
15 new research groups
since 2012
(Status 01/2023)



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.

