

■ Im Meer, Untergrund und All

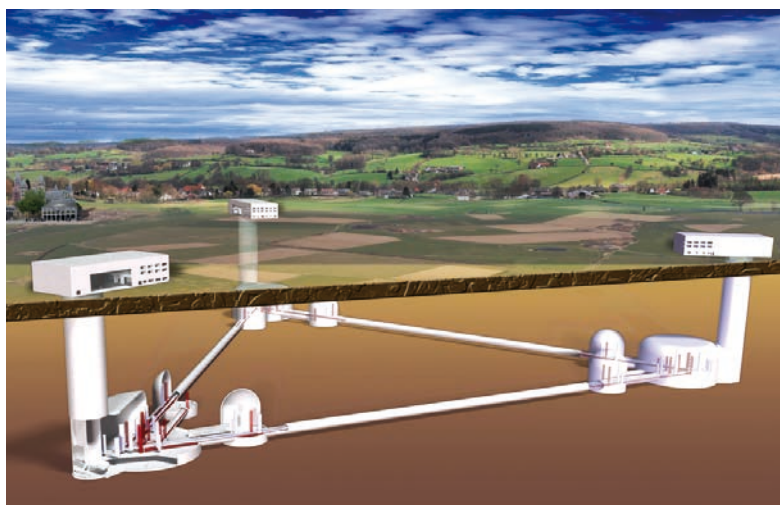
Das europäische Konsortium der Astroteilchenphysiker stellt Empfehlungen vor, um das Forschungsgebiet in der kommenden Dekade voranzubringen.

1) European Astroparticle Physics Strategy 2017 – 2026, bit.ly/2B7vsYF

2) Physik Journal, Dezember 2011, S. 7 und November 2008, S. 8

Mit der „European Astroparticle Physics Strategy 2017 – 2026“ hat das Astroparticle Physics European Consortium (APPEC) seine Roadmap für das kommende Jahrzehnt vorgelegt. Die europäischen Astroteilchenphysiker geben darin einen Überblick zum aktuellen Stand der Forschung in ihrem interdisziplinären Arbeitsgebiet aus Astronomie, Teilchenphysik und Kosmologie.¹⁾ Das Konsortium, dem Vertreter 14 europäischer Länder angehören, fasst in 21 Empfehlungen an die europäischen und nationalen Förderinstitutionen zusammen, wie sich das Forschungsfeld in der nächsten Dekade entwickeln soll und welche Instrumente weltweit dazu nötig sind.

Astroteilchenphysiker betrachten sowohl die Welt des Mikrokosmos in Form von Elementarteilchen und ihren fundamentalen Wechselwirkungen als auch die des Makrokosmos der Himmelsobjekte und ihrer Entwicklung. Dadurch erhoffen sie sich Erkenntnisse zu unserem Universum, die über das Standardmodell der Teilchenphysik und das etablierte Urknallmodell der Kosmologie hinausgehen. Aus experimenteller Sicht ist es dafür nötig, möglichst viele Informationsträger in so genannten Multi-Messenger-Beobachtungen zu nutzen, beispielsweise die kosmische Strahlung, elektromagnetische Wellen, Neutrinos und Gravitationswellen. Dazu sind –



NIKHEF

Das Einstein-Teleskop ist das bodengebundene Pendant zu LISA: Beide Interferometer dienen dazu, Gravitationswellen

mit noch höherer Sensitivität nachzuweisen, als es derzeit die Anlagen Advanced-LIGO und Virgo vermögen.

wie im Fall der Gravitationswellen – über Jahrzehnte technisch höchst aufwändige Konstruktionen entstanden.

Der Aufbau solcher Infrastrukturen bedarf erheblicher Investitionen. Auch den Betrieb kann oft nicht ein Institut alleine finanzieren. Ziel der Roadmap ist es daher, mögliche koordinierte europäische Strategien aufzuzeigen. Die Empfehlungen sind thematisch sortiert und nicht – wie in der Vorgängerversion – nach Kosten.²⁾ Dabei zeigt sich die übergreifende Rolle der Neutrinos: Das Konsortium nennt als Ziele, in den nächsten Jahren ihre Masse direkt mit dem KATRIN-Experiment zu bestimmen und mithilfe der Experimente

GERDA, CUORE und NEXT sowie deren geplanten Upgrades die Frage zu klären, ob es sich um Majorana-Teilchen handelt.

Hochenergetische kosmische Neutrinos soll KM3NeT nachweisen, das zunächst mit zwei großen dreidimensionalen Arrays aus optischen Sensoren im Mittelmeer starten soll. Eine europäische Beteiligung an einem der weltweit geplanten Megatonnen-Detektoren (DUNE in den USA, JUNO in China oder Hyper-Kamiokande in Japan) ist vorgesehen, um die Quellen hochenergetischer kosmischer Neutrinos zu lokalisieren und die Massenhierarchie der Neutrinos zu verstehen.

Um das dunkle Universum zu erforschen, unterstützt es das Konsortium, weltweit einen Detektor für Dunkle Materie auf Xenon-Basis mit einer Masse von 50 Tonnen (z. B. DARWIN) und einen Detektor auf Argon-Basis mit 300 Tonnen Masse (z. B. Argo) aufzubauen. „Seit dem Nachweis von Gravitationswellen ist die Dunkle Materie der einzige Baustein, der uns in Multi-Messenger-Beobachtungen noch fehlt“, erklärt Johannes Blümer vom Karlsruher Institut für Technologie und Mitglied der Generalversammlung von APPEC.

KURZGEFASST

■ Didaktik mit Bestnote

Das Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) in Kiel erhielt bei der regelmäßigen Evaluierung beste Bewertungen für seine Lehr- und Lernforschung. Insbesondere wurde die stringente Umsetzung geplanter Maßnahmen, wie bei der Einrichtung einer neuen Abteilung zur Methodenforschung, gelobt. Der Senat empfiehlt Bund und Ländern, die gemeinsame Förderung fortzusetzen. Der gesamte Bericht findet sich unter <http://bit.ly/2BPWO4Q>

■ Kooperationen für das Klima

Das DLR arbeitet in den kommenden Jahren mit der japanischen Raumfahrtagentur JAXA und dem japanischen Institut für Umweltforschung NIES zusammen, um Treibhausgase satellitengestützt zu messen. Die Vereinbarung wurde beim Klimatreffen in Paris unterzeichnet. Mit einem weiteren Abkommen schlossen sich JAXA, ESA, CNES und NASA zu einem internationalen Netzwerk zusammen: Das „Global Carbon Observatory“ soll helfen, Klimaänderungen zu evaluieren.

Multi-Messenger-Beobachtungen sollen auch dazu beitragen, den Ursachen des extremen Universums auf die Spur zu kommen, also Ereignisse zu verstehen, bei denen sehr hohe Energien frei werden. Dazu gehört neben KM3NeT für die Neutrinos der Aufbau des Cherenkov Telescope Arrays (CTA) zum Nachweis hochenergetischer Gamma-Strahlung. Für die Beobachtung hochenergetischer kosmischer Strahlung begrüßt das Konsortium den Ausbau des Pierre-Auger-Observatoriums zu AugerPrime. Auch auf den Erfolgen beim Nachweis von Gravitationswellen will man sich nicht ausruhen und unterstützt den Aufbau des Einstein-Teleskops sowie seines satellitenbasierten Pendant LISA.

Um dem Ursprung des Universums auf die Spur zu kommen, ist es nötig, frühe Stadien noch

genauer als bisher zu untersuchen. Daher soll die europäische Expertise zur satellitengebundenen Beobachtung des kosmischen Mikrowellenhintergrunds für eine Folge mission zu Planck genutzt werden. „Die Ergebnisse der verschiedenen Experimente erfordern auch intensive theoretische Forschung zur Astroteilchenphysik, um ein Gesamtbild unseres Universums zu erhalten“, sagt Johannes Blümer.

Der Strategieplan mag auf den ersten Blick wie ein überdimensionierter Wunschzettel erscheinen, spiegelt aber letztlich die Breite des Forschungsfelds wider. „In Europa hat sich eine extrem agile und interaktive Community seit mehr als zwei Jahrzehnten der Astroteilchenphysik verschrieben“, begründet Johannes Blümer die lange Liste der Förderempfehlungen. Das APPEC folgt mit der dritten Auflage des



Die dreidimensionalen Detektorarrays, mit denen KM3NeT im Mittelmeer Neutrinos nachweisen soll, sind aus mehreren tausend dieser Module mit optischen Sensoren aufgebaut.

Strategieplans den Gepflogenheiten anderer europäischer Forscherverbände. Offiziell wurde das Dokument am 9. Januar im Résidence Palace in Brüssel vorgestellt.

Kerstin Sonnabend

■ Evaluation mitten im Umbau

Das Deutsche Museum in München meistert den Umbau im Rahmen seiner Zukunftsinitiative, doch ein neues Zentraldepot fehlt noch.

Das Deutsche Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik, so sein vollständiger Name, ist eines der traditionsreichsten und größten Wissenschafts- und Technikmuseen der Welt. Als Forschungsmuseum und Leibniz-Einrichtung wird es regelmäßig spätestens alle sieben Jahre extern evaluiert.

Die aktuelle Evaluation fand allerdings unter besonderen Umständen statt, denn das Museum befindet sich mitten im Umbau.^{#)} Die Hälfte der Ausstellungen ist geschlossen, da die Dauerausstellung in zwei Etappen völlig neugestaltet werden soll. Die umfangreichen Sammlungen sind in insgesamt acht Standorte ausgelagert.

Angesichts dieser Herausforderungen hebt der Bericht des Leibniz-Senats positiv hervor, dass die Besuchszahlen mit etwa 1,5 Millionen pro Jahr nahezu konstant geblieben seien. „Das hat uns selbst positiv überrascht“, sagt Helmuth Trischler, Museumsleiter des Be-



Die neue Ausstellung „energie.wenden“ im Deutschen Museum lädt die Besucher dazu ein, sich aktiv mit der Energie-Problematik auseinanderzusetzen.

reichs Forschung: „Wir muten unseren Besuchern einiges zu, denn die Umbauten sind wie eine Operation am offenen Herzen.“ Attraktive Abteilungen wie die für Luft- und Raumfahrt sind geschlossen und Baulärm und Umwege in Kauf zu nehmen. Der Besucherrückgang auf der Museumsinsel betrage zwar gut 10 Prozent, ließ sich aber durch

mehr Besucher in den Zweigstellen Verkehrsmuseum und Flugwerft Schleißheim kompensieren.

Die Evaluation bescheinigt dem Deutschen Museum äußerst überzeugende Forschungsleistungen auf Grundlage seiner einzigartigen Bestände. Die zwei Teilbereiche Wissenschafts-, Technik- und Umweltgeschichte und vermittlungsgeschichte

#) Der gesamte Bericht findet sich unter <http://bit.ly/2ksdNQV>