



Prof. dr hab. Leszek Roszkowski

ORCID: 0000-0003-2346-0512

E-mail: astrocent.head@gmail.com

Astrocent: Von einer fernen Vision zu einem neuen Institut für Teilchenastrophysik

Abstract

Astrocent, das seit 2018 als Exzellenzzentrum für Teilchenastrophysik entwickelt wird, tritt in eine neue Phase als Internationales Institut für Teilchenastrophysik der Polnischen Akademie der Wissenschaften ein. Es ist die erste Institution in Mittel- und Osteuropa, die sich vollständig der Erforschung des „verborgenen Universums“ widmet. Durch die Beteiligung an globalen Projekten wie DarkSide-20k, Hyper-Kamiokande oder Virgo verbindet Astrocent mutige theoretische Konzepte mit bahnbrechenden Technologien. Dank einer Förderung in Höhe von 30 Millionen Euro im Rahmen des sechsjährigen EU-Projekts „Teaming for Excellence“ hat das Zentrum die Chance, zu einem der wichtigsten Punkte auf der europäischen Forschungslandkarte für Dunkle Materie, Neutrinos, Gravitationswellen und andere äußerst schwer nachweisbare Signale aus dem All zu werden.

Die Wissenschaft hat eindeutig festgestellt, dass es in den unvorstellbar weiten Weiten des Weltraums viel mehr Materie gibt – von Physikern zusammenfassend als Masse-Energie bezeichnet –, als wir mit bloßem Auge sehen können. Tatsächlich ist das, was wir sehen, wenn wir in den Himmel blicken und Licht wahrnehmen, nur ein kleiner Bruchteil dessen, von dem wir wissen, dass es dort existiert. Die Erde wird buchstäblich von einem kontinuierlichen Strom anderer Arten von Strahlung bombardiert und damit zugleich mit Informationen über die unsichtbare Seite des Universums.

Das Problem ist, dass diese Strahlung entweder sehr selten oder extrem schwach ist, was ihre Erkennung zu einer echten Herausforderung macht. Tatsächlich wurde erst vor etwas mehr als 100 Jahren erstmals erkannt, dass nicht nur das vom Himmel kommende Licht uns ein „Fenster“ zum Universum öffnet. Die bahnbrechenden Forschungen von Victor Hess (Nobelpreisträger für Physik 1936) führten zur Entdeckung eines Phänomens, das als „kosmische Strahlung“ bezeichnet wird. Die Öffnung dieses „neuen Fensters“ führte zur Entdeckung anderer, immer schwerer fassbarer „Boten“ aus dem Himmel, insbesondere ultraleichter und sehr schwach wechselwirkender Neutrinos. Der jüngste Durchbruch war die Registrierung unvorstellbar schwacher Gravitationswellen im Jahr 2015 (Nobelpreis für Physik 2017 an Rainer Weiss, Barry C. Barish und Kip S. Thorne). Dadurch wurde eine der faszinierendsten Vorhersagen von Einsteins allgemeiner Relativitätstheorie beobachtbar und öffnete damit ein weiteres neues Fenster zur Struktur und zum Inhalt unseres Universums.

Die Herausforderung ist enorm. Beobachtungen des Einflusses der Schwerkraft auf sichtbare Strukturen deuten beispielsweise darauf hin, dass etwa ein Viertel der Materie-Energie im Universum aus einer unbekannten Komponente besteht, die als dunkle Materie bezeichnet wird. Es gibt etwa sechsmal mehr davon als gewöhnliche Materie, wie wir sie auf der Erde kennen. Trotz weltweiter Bemühungen ist es uns

jedoch noch nicht gelungen, sie direkt zu entdecken oder ihre wahre Natur zu ergründen, obwohl die Mehrheit der wissenschaftlichen Gemeinschaft davon ausgeht, dass sie aus einem neuen, unbekannten Elementarteilchen

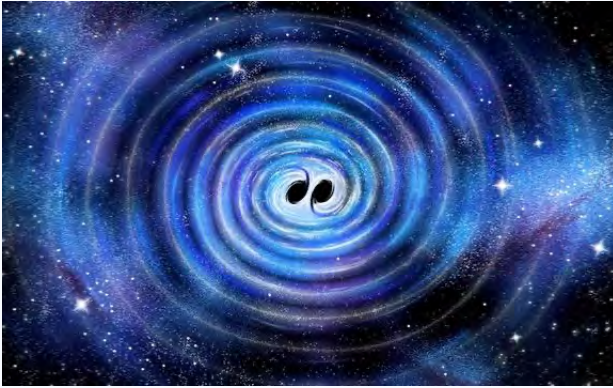


Abb. 1 Künstlerische Darstellung von Gravitationswellen, die durch die Verschmelzung zweier supermassiver Schwarzer Löcher entstehen. ©Maggie Chiang dla Fundacji Simonsa. (Quelle: <https://www.mpg.de/25343549/clearest-gravitational-wave-signal>)

besteht. Neutrinos, die erstmals 1956 entdeckt wurden, galten lange Zeit als masselose Teilchen (ähnlich wie Photonen). Dies änderte sich erst, als Takaaki Kajita und – unabhängig davon – Arthur B. McDonald (Nobelpreisträger für Physik 2015) die sogenannten Neutrinooszillationen maßen und nachwiesen, dass Neutrinos eine geringe Masse haben. Dies erforderte eine Aktualisierung des Standardmodells der Elementarteilchenphysik.



Abb. 2 Bei der Besichtigung der Ausstellung im Königsschloss in Warschau anlässlich des 550. Geburtstags von Nikolaus Kopernikus. Vor dem Hintergrund des berühmten Gemäldes von Jan Matejko „Nikolaus Kopernikus im Gespräch mit Gott“, von links nach rechts: Arthur B. McDonald, Leszek Roszkowski, Barry Barish und James Peebles. (Quelle: L. Roszkowski).

Die Teilchenastrophysik – auch bekannt als Astroteilchenphysik – ist ein relativ neues Forschungsgebiet. Ihr Ziel ist es, verschiedene exotische Signale aus dem Weltall zu entdecken, die über das bekannte Licht (im weiteren Sinne elektromagnetische Strahlung, die grundlegende „Sprache“ der beobachtenden Astronomie) hinausgehen, und diesen „mehrkanaligen“ Ansatz zu nutzen, um das Unsichtbare in das Sichtbare zu verwandeln. Es handelt sich um ein von Natur aus interdisziplinäres Gebiet, in dem Astronomie, Astrophysik und beobachtende Kosmologie auf die Welt der Quantenphysik der subatomaren Teilchen, der Kernphysik, der Einstein'schen Relativitätseffekte, der Geophysik und vielen anderen Bereichen treffen – sowohl auf der theoretischen als auch der experimentellen Seite – und das bis hin zu den ersten Augenblicken nach dem Urknall zurückreicht.

Im Jahr 2019 erhielt James Peebles¹ den Nobelpreis für seine theoretischen Arbeiten auf dem Gebiet der physikalischen Kosmologie, die dunkle Materie und dunkle Energie (die dominierendsten und geheimnisvollsten Bestandteile des Universums) in den Mittelpunkt unseres heutigen Verständnisses der Entwicklung des Universums rückten. Insgesamt wurden etwa zehn Nobelpreise für Leistungen in diesem weit gefassten Bereich vergeben, obwohl es manchmal schwierig ist, eine klare Grenze zwischen sich überschneidenden Bereichen, beispielsweise der Astronomie oder der beobachtenden Kosmologie, zu ziehen.

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Elementarteilchenastrophysik weltweit dynamisch entwickelt, vor allem in den weiter entwickelten Ländern, und sowohl Neulinge als auch erfahrene Wissenschaftler auf sich aufmerksam gemacht. Es entstanden viele spezialisierte Zentren, es wurden mehrere innovative, hochempfindliche Experimente durchgeführt, und bald werden weitere, größere Anlagen der neuen Generation hinzukommen.

¹ Im Jahr 2023 erhielten Barry Barish und James Peebles den ersten Kopernikus-Preis und wurden in die Reihen der Mitglieder der Kopernikanischen Akademie aufgenommen.

Polen blieb bisher etwas zurück, zumindest was die Größe der lokalen Gemeinschaft betrifft (wenn auch nicht unbedingt die Qualität ihres wissenschaftlichen Beitrags). Jetzt bietet sich die Chance, diese Lücke zu schließen.

Institut Astrocent

Derzeit wird in Warschau an der Gründung eines neuen Instituts für Teilchenastrophysik gearbeitet – dem ersten seiner Art in Polen und auch in diesem Teil Europas. Das Internationale Institut für Teilchenastrophysik der Polnischen Akademie der Wissenschaften (PAN) wird nach der Zustimmung des Ministers für Wissenschaft und Hochschulbildung, einer Abstimmung des Präsidiums der PAN und der endgültigen Entscheidung des Präsidenten der PAN, Prof. Marek Konarzewski, gegründet, womit ein langer formaler Prozess, der im Sommer 2024 begann, abgeschlossen sein wird.

Das neue Institut Astrocent – das den in Fachkreisen bisher gebräuchlichen vereinfachten Namen des Zentrums übernimmt – erhält einen klaren Auftrag: die Stärkung der Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Elementarteilchen-Astrophysik in Polen in einem breiteren internationalen Umfeld bei gleichzeitiger Entwicklung modernster Technologien. Diese sollen Wissenschaft und Gesellschaft durch konkrete Umsetzungswege wie Forschungsdienstleistungen, Zusammenarbeit mit der Industrie, Lizenzierung und Technologietransfer verbinden, um eine innovative Wirtschaft zu fördern.

Die Finanzierung des neuen Astrocent-Instituts in Höhe von 30 Millionen Euro wird aus einem gemeinsamen Paket von EU - und nationalen Mitteln stammen. Der sechsjährige Zuschuss „**Teaming for Excellence**“ im Rahmen des Programms „Horizont Europa“ stellt 15 Millionen Euro von der Europäischen Kommission bereit, der Restbetrag wird aus nationalen Mitteln im Rahmen der ergänzenden Finanzierung bereitgestellt. Das europäische Projekt begann am 1. Januar 2025. Die Gründung des neuen Instituts ist sein Hauptziel. Gleichzeitig ist es ein wichtiger Schritt zur Schaffung einer neuen, soliden Plattform für die Umwandlung des

bestehenden Zentrums in eine moderne wissenschaftliche Einrichtung mit mehr als 100 Forschern – Physikern, Ingenieuren, Programmierern usw. – und etwa 25 Verwaltungsmitarbeitern, darunter eine Abteilung für Technologietransfer und eine Abteilung für Kommunikation.

Von Null zum innovativen Kompetenzzentrum

Astrocent – offizieller Name „AstroCeNT: Wissenschaftlich-Technologisches Zentrum für Teilchenastrophysik“ – wurde am 1. Juli 2018 als völlig neues Kompetenzzentrum im Rahmen des Programms „Internationale Forschungsagenden“ (MAB) der Stiftung für polnische Wissenschaft (FNP) mit einer Finanzierung in Höhe von 38 Millionen PLN gegründet, die Prof. Leszek Roszkowski bewilligt wurde. Astrocent, gegründet als Abteilung des Nikolaus-Kopernikus-Astronomischen Zentrums der Polnischen Akademie der Wissenschaften (CAMK PAN), arbeitete von Anfang an im Rahmen der vom MAB-Programm geforderten Autonomie – mit eigenem Budget, einem internationalen wissenschaftlichen Ausschuss und unabhängigen Regeln für die Einstellung von Mitarbeitern und die Durchführung von Forschungsarbeiten usw.

In den folgenden fünf Jahren entwickelte sich Astrocent zu einem international anerkannten Zentrum für dynamische, innovative Forschung. Sechs Forschungsgruppen, unterstützt von engagierten Verwaltungsmitarbeitern, einem voll ausgestatteten Elektroniklabor, einem seismischen Labor und einer Reinraum-Infrastruktur, erzielten viele wichtige Ergebnisse, die zur Veröffentlichung von rund 150 Artikeln in JCR-indizierten Zeitschriften führten. Neben wettbewerbsfähigen nationalen und internationalen Forschungszuschüssen (insbesondere dem 800.000 Euro schweren Projekt DarkWave, das von einem europäischen Konsortium unter der Leitung von Astrocent durchgeführt wird) hat das Zentrum sein erstes Patent angemeldet (zwei weitere sind in Bearbeitung), ein Geschmacksmuster

angemeldet und ein Technologieportfolio aufgebaut: von autonomen seismischen und Infraschallsensoren bis hin zu innovativen wellenlängenverändernden Materialien und Konzepten für die Positronen-Emissions-Tomographie (PET) unter Verwendung von flüssigem Argon.



Abb. 3 Dr. Masayuki Wada bei der Erforschung hochempfindlicher Detektoren.

Während der Laufzeit des MAB-Projekts beschäftigte Astrocent insgesamt etwa 68 Forscherinnen und Forscher aus 19 Ländern auf 6 Kontinenten. Die Teams des Zentrums schlossen sich den weltweit führenden internationalen Experimentalgruppen in den Bereichen der direkten Detektion von dunkler Materie (DarkSide-20k, DEAP-3600), Gravitationswellen (Virgo, Einstein-Teleskop) und Neutrinos (KM3NeT, Hyper-Kamiokande) an.

Institutioneller Sprung: Warum ein Institut und warum jetzt?

Als Ende 2023 die erste MAB-Förderung auslief, war dank der erzielten Erfolge und des vorhandenen Potenzials der nächste Schritt naheliegend und strategisch sinnvoll: die Umwandlung in ein Institut, das sich hauptsächlich der Teilchenastrophysik widmet, das erste seiner Art in Mittelosteuropa. Dieser Schritt verwandelte sich 2024 von einer fernen Vision in eine reale Chance, als Astrocent den prestigeträchtigen „Astrocent Plus“-Zuschuss im Rahmen des Programms „Teaming for Excellence“ der Europäischen Kommission erhielt, das auf die Ausweitung der Zusammenarbeit und den Ausgleich des Forschungsniveaus zwischen den Mitgliedstaaten der Union abzielt.

Das sechsjährige Projekt mit einem Gesamtbudget von 30 Millionen Euro wird sowohl die entsprechenden Ressourcen als auch einen realistischen Zeitplan nicht nur für die Eröffnung des neuen Instituts, sondern auch für dessen dynamische Forschungsaktivitäten bereitstellen. Die Hälfte dieses Betrags wird durch ergänzende Finanzmittel bereitgestellt (7 Millionen Euro vom Ministerium für Wissenschaft und Hochschulbildung und 8 Millionen Euro aus dem neuen MAB-FENG-Programm der FNP). Das Projekt wird die Bildung internationaler Teams von über 100 Forschern ermöglichen – von Physikern über Ingenieure und Programmierer bis hin zu Spezialisten aus anderen Bereichen –, die in den weltweit besten experimentellen und theoretischen Teams an den größten Herausforderungen der Erforschung des verborgenen Universums arbeiten. Es wird modernes Management mit langfristiger Finanzierung und einem erweiterten, interdisziplinären Tätigkeitsbereich verbinden.

Das Institut für Teilchenastrophysik wird eine historische Lücke im Spektrum der polnischen Wissenschaft schließen und einen wichtigen Schritt in Richtung Aufholjagd gegenüber den weltweit führenden Zentren darstellen. Der Status von Astrocent als internationales Institut der Polnischen Akademie der Wissenschaften – gestärkt durch das Teaming for Excellence-Projekt „Astrocent Plus“ und zusätzliche Mittel aus dem neuen MAB-Zuschuss und Ministerialfonds – wird eine wichtige internationale Plattform zur Erreichung dieses langfristigen Ziels schaffen.

Wie der Direktor von Astrocent, **Prof. Leszek Roszkowski**, es ausdrückte: „Es kommt nicht nur auf die Qualität, sondern auch auf die Größe des Teams an. Wenn wir mehr und bessere Ergebnisse erzielen wollen – zum Nutzen des Landes, Europas und im weiteren Sinne der Wissenschaft und der Gesellschaft –, brauchen wir eine kritische Masse an Wissenschaftlern und entsprechende Ressourcen. Kleine, verstreute Gruppen werden selten ein gleichwertiger Partner sein, nicht nur bei großen Kooperationsprojekten, sondern auch bei

großen internationalen Förderanträgen, z. B. für europäische Fonds.“

Astrocent auf der nationalen und internationalen Landkarte

Astrocent ist sowohl in Polen als auch international bereits sehr bekannt. Dies spiegelt sich im Konsortium des europäischen Projekts „Astrocent Plus“ wider, das einige der wichtigsten Akteure in diesem Bereich vertritt. Jeder von ihnen leistet mit seinem Fachwissen einen wichtigen Beitrag zum Aufbau des neuen Instituts. So bietet beispielsweise das italienische Gran Sasso Science Institute (GSSI) eine Zusammenarbeit im Rahmen seines renommierten Doktorandenprogramms an, und das deutsche Forschungszentrum DESY wird seine Erfahrungen weitergeben und Schulungen zum Technologietransfer in Europa anbieten. Diese Schulungen werden in Polen durch das Łukasiewicz-Zentrum ergänzt. Der strategische Partner von Astrocent in beiden MAB-Projekten und gleichzeitig offizieller internationaler Partner des neuen internationalen Instituts, das Laboratoire AstroParticule et Cosmologie (APC), vertreten durch das Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) und die Université Paris Cité, bringt nicht nur Forschungsk Kooperationen ein, sondern auch bedeutendes Know-how im Bereich der Gründung und Entwicklung neuer Institute, der Verbreitung wissenschaftlicher Erkenntnisse und der beruflichen Weiterbildung. Das Arthur B. McDonald Canadian Astroparticle Physics Research Institute (assoziiertes Partner im Konsortium) hat seinerseits ein Programm zur Popularisierung der Wissenschaft und zur Verbreitung von Wissen entwickelt, um nur einige Vorteile zu nennen. Das CAMK PAN, in dessen Struktur Astrocent tätig ist und das gleichzeitig der derzeitige Koordinator von „Astrocent Plus“ ist, bietet administrative Unterstützung und Zugang zur Doktorandenschule Geoplanet.

Das Kooperationsnetzwerk von Astrocent ist wesentlich größer und zeichnet sich durch strategische Partnerschaften und konkrete Beiträge zu Forschung und Entwicklung aus.

Im Inland umfasst es Forschungsgruppen u. a. von der Universität Warschau, der Technischen Universität Warschau, der AGH Wissenschaftlichen-Technischen Universität Krakau, dem Nationalen Zentrum für Kernforschung und dem Łukasiewicz-Forschungsnetzwerk. Im Ausland sind dies Gruppen von Institutionen wie Princeton, CERN, INFN und dem European Gravitational Observatory in Italien, SNOLAB und TRIUMF in Kanada und vielen anderen. Astrocent wird sich auch darum bemühen, ein regionales Zentrum für die Entwicklung von Aktivitäten zu werden, die das Interesse an diesem Bereich in den Nachbarländern wecken, wo ebenfalls ein großes Wachstumspotenzial besteht.

Teilchenastrophysik: wo Wissenschaft und Technologie aufeinandertreffen

Von Anfang an wurde Astrocent nicht nur als Ort für modernste wissenschaftliche Forschung konzipiert, sondern auch als Plattform, auf der – inspiriert von Fragen und theoretischen Ideen – Experimentalphysik, Detektionssysteme, Elektronik, Informatik und Datenanalyse gemeinsam in einem natürlichen internationalen Umfeld und unter Anwendung der besten Forschungs- und Managementstandards reifen können.

Ein charakteristisches Merkmal von Astrocent – getreu seinem ursprünglichen Konzept als Zentrum, das Wissenschaft und Technologie verbindet – ist, dass das neue Institut weiterhin einen starken Schwerpunkt nicht nur auf modernste Grundlagenforschung, sondern auch auf die Entwicklung neuer Technologien, die experimentelle Fortschritte ermöglichen, sowie auf die Analyse ihrer potenziellen industriellen Anwendungen legen wird. Dies betrifft unter anderem so wichtige Bereiche wie Gesundheitswesen, Verteidigung, Umwelt und Klimawandel. Dies wird einen deutlichen Kontrast zu den meisten polnischen wissenschaftlichen Instituten darstellen, die sich hauptsächlich auf die Grundlagenforschung konzentrieren.

Professor Leszek Roszkowski sieht das so: "In der Elementarteilchenphysik sind nicht nur kühne theoretische Konzepte, sondern auch technologische Erfindungen, die über den aktuellen Wissensstand hinausgehen, eine notwendige Voraussetzung für experimentelle Durchbrüche und Entdeckungen. In Astrocent wird der Schwerpunkt auf neuen Technologien ebenso stark bleiben wie auf wissenschaftlicher Forschung auf Weltniveau. Wir hoffen, dass die potenziellen industriellen Anwendungen unserer Erfindungen das Interesse der modernen Industrie wecken werden. Gleichzeitig glauben wir, dass der Technologietransfer dem neuen Institut zusätzliche Mittel sichern wird."

Die praktischen Auswirkungen liegen auf der Hand: Zusätzliche langfristige Einnahmen bedeuten mehr Möglichkeiten, stabilere Karrierewege und die Möglichkeit, Forschung in einem Zeitrahmen zu planen, wie es die Wissenschaft erfordert – in Jahren und Jahrzehnten, nicht in einzelnen Förderungen.

Ein innovationsgetriebener Bereich

In der Teilchenastrophysik treiben neue wissenschaftliche Ideen und innovative Technologien sich gegenseitig an, und ein einziges Jahrzehnt kann das Gesicht einer ganzen Disziplin verändern. Dies zeigen die jüngsten Nobelpreise für Physik. Diese globale Entwicklung und der Wettbewerb machen Zeit zu einem entscheidenden Faktor. Polnische Teams, darunter Forscher von Astrocent, sind bereits an wichtigen internationalen Kooperationen beteiligt, die das nächste Jahrzehnt prägen werden. Das neue Institut soll eine dauerhafte institutionelle Basis schaffen, die diese Beteiligung in langfristige Möglichkeiten umsetzt: eine führende Rolle bei der Entwicklung neuer Technologien, Zuverlässigkeit bei der Umsetzung von Projekten und die Ausbildung von Fachkräften, die für groß angelegte Forschungsinfrastrukturen benötigt werden.

Was als Nächstes kommt, hängt von der Entwicklung einer neuen Generation von Instrumenten ab, und die Wissenschaftler von Astrocent werden weiterhin an diesen Arbeiten

beteiligt sein. Tatsächlich tun sie dies bereits, oft in entscheidender Weise, beispielsweise im Fall des gigantischen Neutrinodetektors Hyper-Kamiokande, der in Japan gebaut wird, und des innovativen Detektors für dunkle Materie DarkSide-20k auf der Basis von flüssigem Argon, der dank starker Hintergrunddämpfung eine beispiellose Empfindlichkeit erreichen soll und derzeit in Italien gebaut wird. Astrocent beteiligt sich zusammen mit anderen polnischen Teams auch an dem Projekt eines Gravitationswellenobservatoriums der dritten Generation namens Einstein-Teleskop, das sich derzeit in einer frühen Vorbereitungsphase befindet und in Zukunft das Aushängeschild Europas in diesem Bereich werden könnte.

Alle neuen Experimente gehen in die gleiche Richtung: empfindlichere, stabilere und „intelligenter“ Elektronik sowie andere Geräte und Messungen. **Prof. Leszek Roszkowski** betont:

In unserem Bereich hängen Entdeckungen von der Empfindlichkeit der Instrumente ab – zuerst wird ein innovativer Detektor entwickelt, und erst dann ist ein Durchbruch möglich. Jede neue Generation von Experimenten erfordert Innovationen in den Bereichen Kryotechnik, Photodetektion, Elektronik mit extrem niedrigem Rauschen und Software zur Datenerfassung und -analyse. Wichtig ist, dass diese Technologien selten auf eine Disziplin beschränkt sind, sondern oft über die Grundlagenforschung hinausgehen.

Technologien für das Universum: Anwendungen für die Gesellschaft und Wirtschaft auf der Erde

Technologien, die für die Grundlagenforschung entwickelt wurden, finden zunehmend direkte Anwendung im täglichen Leben. Ein vielversprechendes Beispiel ist **die medizinische Bildgebung**. Konzepte für Detektoren auf Basis von flüssigem Argon, die von Astrocent-Teams für die Suche nach dunkler Materie im DarkSide-20k entwickelt wurden, inspirieren derzeit neue Ansätze für Positronen-Emissions-Tomographie-Scanner (PET), die eine höhere Empfindlichkeit und bessere

Bildqualität bei gleichzeitig geringerer Strahlendosis erreichen können.

„In der Onkologie würde dies klarere Bilder kleinerer Läsionen bedeuten“, erklärt **Dr. Masayuki Wada**, Professor am CAMK und Leiter der Forschungsgruppe am Astrocent. „In einigen Fällen könnte dies dazu führen, dass PET für Gruppen zugänglich wird, die derzeit davon ausgeschlossen sind, wie schwangere Frauen oder sehr kleine Kinder.“

Ein weiterer Schwerpunkt der führenden Forschung von Astrocent betrifft innovative optische Materialien. Diese wurden ursprünglich entwickelt, um ultraviolettes Szintillationslicht in großen Detektoren mit flüssigem Argon zu erfassen, wo herkömmliche Fotosensoren weniger effizient sind. Dieselben Polymere können in **die Photovoltaik** übertragen werden, wo sie den Solarzellen helfen, einen größeren Teil des Sonnenspektrums zu nutzen und ihre Effizienz zu verbessern.

„Diese Materialien haben unsere Aufmerksamkeit erregt, weil sie ein ganz konkretes Problem im Zusammenhang mit Detektoren für dunkle Materie und Neutrinos lösen: Flüssiges Argon leuchtet im tiefen Ultraviolettbereich, der von herkömmlichen Sensoren kaum erfasst wird“, erklärt **Dr. Marcin Kuźniak**, Professor am CAMK und Leiter der Forschungsgruppe am Astrocent. „Als wir gelernt hatten, wie man diese Materialien effektiv zur Umwandlung dieses Lichts nutzen kann, stellte sich natürlich die Frage, ob derselbe Trick auch Solarzellen dabei helfen könnte, einen größeren Teil des Sonnenspektrums einzufangen.“

Ein dritter Anwendungsbereich ist **die Erkennung von Umwelt- und seismischen Phänomenen**. Gravitationswellenobservatorien und große unterirdische Detektoren müssen echte kosmische Signale von den überwältigenden Hintergrundstörungen der Erde, wie seismischen Geräuschen, Infraschall und den Auswirkungen menschlicher Aktivitäten, trennen. Die Wissenschaftler von Astrocent entwickeln empfindliche, kostengünstige Infraschall- und Seismik-Sensoren und testen Methoden

zur Umwandlung gewöhnlicher Glasfaserkabel in verteilte akustische Sensoren.

„Diese Technologien wurden für den derzeit in Betrieb befindlichen Detektor Advanced Virgo in der Nähe von Pisa in Italien entwickelt und werden für das Einstein-Teleskop weiter verbessert“, erzählt **Dr. Mariusz Suchenek**, Leiter der Forschungsgruppe am Astrocent. „Sie können jedoch auch zur Überwachung kritischer Infrastrukturen, zur Unterstützung von Frühwarnsystemen für Erdbeben oder Erdrutsche und zur Untersuchung von Umweltveränderungen im Laufe der Zeit eingesetzt werden.“

Das neue Institut wird so organisiert sein, dass sich wissenschaftliche Forschung und technologische Lösungen gegenseitig verstärken. Spezialisten aus den Bereichen Photonik, Medizinphysik, Umweltsensoren, Elektronik und wissenschaftliche Berechnungen werden mit Experimentatoren und Datenanalyse-Spezialisten zusammenarbeiten und sich mit Theoretikern beraten. Astrocent soll kontinuierlich Forschung und Entwicklung betreiben, Ergebnisse veröffentlichen, Patente und Gebrauchsmuster anmelden und spezialisierte Forschungsdienstleistungen erbringen, die zur Entwicklung des Fachgebiets beitragen. Gleichzeitig beabsichtigt das Institut, mit der Wirtschaft zusammenzuarbeiten – durch gemeinsame Projekte, Lizenzierung und Technologietransfer –, um vielversprechende Ideen aus dem Labor in praktische Anwendungen zum Nutzen der Gesellschaft und der Wirtschaft zu übertragen.

Menschen, Ausbildung und wissenschaftliche Gemeinschaft

Astrocent wird auch weiterhin ein Ort bleiben, an dem junge Forscher ausgebildet werden und internationale Karrieren entwickeln können – durch Projekte auf Bachelor-Ebene, Doktorandenprogramme und Schulungen für Berufseinsteiger, die mit großen internationalen Kooperationen verbunden sind, sowie durch Schulen, Workshops und Konferenzen. Durch die Bündelung von Kompetenzen in der

experimentellen Physik – einschließlich Detektoren, Elektronik, Software und Systemtechnik – und theoretischen Aktivitäten in diesem Bereich wird das Institut zu einem wichtigen, dynamischen Forschungszentrum von Weltklasse. Es wird auch Partner in Polen und im Ausland – Hochschulen, Institute, gemeinnützige Organisationen und Unternehmen – unterstützen und bei der Koordinierung des polnischen Beitrags zu großen europäischen Initiativen und globalen Forschungsinfrastrukturen helfen. Bildung und Öffentlichkeitsarbeit sind Teil derselben Mission. Am 22. Februar 2023 organisierte Astrocent öffentliche Vorträge der Nobelpreisträger Barry C. Barish² (Caltech und University of California, Riverside, USA) und Arthur B. McDonald³ (Queen's University, Kanada). Die Veranstaltung zog ein breites Publikum an und gab den Anstoß zu Diskussionen über dunkle Materie, Gravitation und das frühe Universum.

Astrocent organisierte auch wichtige wissenschaftliche Treffen, darunter die internationale Konferenz Light Detection In Noble Elements (LIDINE 2022), das DRD1 General Meeting (2025) und die alle zwei Jahre stattfindende Konferenz Particle Astrophysics in Poland (2019 und 2025), die Teams aus ganz Polen zusammenbrachte und jungen Wissenschaftlern Raum für die Präsentation ihrer Forschungsergebnisse bot. In seiner neuen institutionellen Form wird Astrocent diese Rolle als regionaler Ort, an dem Wissenschaft diskutiert und gemeinsam gestaltet wird, fortsetzen und weiterentwickeln.

Astrocent soll auch ein zuverlässiger Bezugspunkt im nationalen Wissenschaftssystem sein. Neben der Laborarbeit wird es dazu beitragen, Ergebnisse zu verbreiten, eine Kultur des Respekts und der Chancengleichheit zu fördern und an der Entwicklung eines offenen Forschungsumfelds zu arbeiten, das durch eine moderne, hocheffiziente Managementkultur unterstützt wird, die auf beruflichen Fähigkeiten, transparenten Verfahren und gemeinsamen bewährten Praktiken basiert.

Yuliya Hoika, derzeitige Projektleiterin von Astrocent Plus, fasst zusammen:

Gute Wissenschaft erfordert eine solide Unterstützung und eine effiziente Organisation. Wir möchten, dass Astrocent ein Ort ist, an dem exzellente wissenschaftliche Forschung mit einer ausgereiften Organisationskultur einhergeht. Professionelles Management, klare Regeln, offene Kommunikation und eine auf Gleichberechtigung basierende Personalbeschaffung sind keine „Extras“, sondern Voraussetzungen, die es unserem Team, sowohl den Wissenschaftlern als auch den Mitarbeitern im Hintergrund, ermöglichen, ihre Arbeit so gut wie möglich zu erledigen, sich in ihren Rollen weiterzuentwickeln und sich bewusst dafür zu entscheiden, ihre Zukunft genau hier aufzubauen.

Die Suche wird fortgesetzt

Das Universum ist unvorstellbar groß und leer (im Durchschnitt gibt es darin etwa ein Wasserstoffatom pro Kubikmeter), und das Licht, das uns aus dem Kosmos erreicht, zeigt uns nur einen kleinen Teil seines Inhalts. Der größte Teil bleibt unsichtbar und ist von unbekannter Natur. Unter Experten herrscht die Überzeugung – basierend auf theoretischen Annahmen und Beobachtungsdaten – dass die Entdeckungen der letzten Jahrzehnte, obwohl sie beeindruckend und revolutionär sind, weil sie „neue Fenster“ zum dunklen, unsichtbaren Universum öffnen, bisher nur viele Rätsel „angekratzt“ haben, die noch auf ihre Lösung warten, und uns auf viele Überraschungen vorbereitet haben. Das lehrt uns Demut und Geduld.

²

Wie bei früheren Durchbrüchen, insbesondere der Entdeckung von Neutrinos und Gravitationswellen, bedeutete die erste Detektion nicht das Ende, sondern nur den Beginn eines langen Weges zur Messung und zum Verständnis ihrer Eigenschaften und der Prozesse, die zu ihrer Entstehung führen. Um die Geheimnisse des verborgenen Universums zu entschlüsseln, werden neue Erkenntnisse und innovative Technologien von entscheidender Bedeutung sein. Genau an dieser globalen, langjährigen Forschungsmission will Astrocent weiterhin teilnehmen – und dabei eine immer größere Rolle spielen.

² Im Jahr 2017 erhielt Barry Barish den Nobelpreis für Physik.

³ Im Jahr 2015 erhielt Arthur B. McDonald den Nobelpreis für Physik. Derzeit ist er pensioniertes Mitglied der Kopernikanischen Akademie.