

Physics with Cosmic Accelerators – International WE-Heraeus Summerschool

Vom 5. bis 16. Juli fand im Physikzentrum in Bad Honnef eine internationale Sommerschule über kosmische Teilchenbeschleuniger statt. Ziel war es, Nachwuchswissenschaftler auf die Auswertung von Daten einer neuen Generation von Großgeräten zum Nachweis energiereicher Gammastrahlung (HESS, MAGIC), Neutrinos (ICECUBE, ANTARES) und geladener Teilchen aus dem Kosmos (AUGER, EUSO) vorzubereiten. An den Experimenten sind deutsche Gruppen maßgeblich beteiligt. Die Schule wurde großzügig von der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung unterstützt, sodass auch Studenten aus wirtschaftlich schwachen Ländern die Teilnahme an der Schule ermöglicht wurde. So konnten schließlich 62 Teilnehmer aus 17 Ländern begrüßt werden.

Bei den Teilnehmern handelte es sich überwiegend um Doktoranden und Doktorandinnen (32 %), die nach Exzellenzkriterien ausgewählt wurden. Ihr Forschungsschwerpunkt liegt in der Astroteilchenphysik. Die Physik der Teilchenstrahlung aus dem Weltraum¹⁾ erlebt derzeit eine sehr dynamische Entwicklung, die aber bereits vor etwa hundert Jahren mit der Entdeckung der Höhenstrahlung durch Victor Hess ihren Anfang nahm (Hinrich Meyer, DESY Hamburg). Der gegenwärtige Schub kommt aus der Astrophysik: Im Konkordanzmodell der Kosmologie (Peter Schneider, Universität Bonn) können nur 4 % der Energie im Universum bekannten Teilchen zugeordnet werden. Neue Teilchen mit Massen außerhalb des Geltungsbereichs des Standardmodells der Teilchenphysik (>100 GeV) sind Kandidaten für die Dunkelmaterie. Ihre Wechselwirkungen würden relativistische Sekundärteilchen erzeugen, die sich in der kosmischen Strahlung verstecken.

In der Vorlesung von Karl-Heinz Kampert (BUGH Wuppertal) wurden die Grundlagen der Physik kosmischer Strahlung vermittelt, ihre Wechselwirkungen, chemische Zusammensetzung, Herkunft, Transport und Detektion. Der optische Nachweis durch die Tscherenkow- oder Fluoreszenzstrahlung von Luftschauern spielt eine herausragende Rolle. Die Verbesserung der Quanteneffizienz klassischer Photomultiplier-Röhren (Eckart

Lorenz, ETH Zürich) und die Simulation der Luftschauer mittels Monte-Carlo-Methoden (Johannes Knapp, Leeds University) stehen daher im Mittelpunkt vieler Anstrengungen. Die hundertjährige Frage nach dem Ursprung der Kosmischen Strahlung (Peter Biermann, MPI für Radioastronomie, Bonn) ist bislang noch nicht mit Sicherheit beantwortet. Die Schwierigkeit, die Quellen der Kosmischen Strahlung zu identifizieren, hängt mit ihrer elektrischen Ladung zusammen, durch die sie in den interstellaren Magnetfeldern abgelenkt werden. Bei den höchsten nachgewiesenen Energien von etwa 10^{20} eV ist die Ablenkung der Teilchen im Magnetfeld der Milchstraße nur noch gering, sodass sich möglicherweise Aussagen über ihre Herkunftsorte gewinnen lassen (Günter Sigl, Institute d' Astrophysique de Paris). Voraussetzung dafür ist der Nachweis dieser seltenen Teilchen mit hoher Statistik, wofür auch Weltraumexperimente eingesetzt werden können (Masahiro Teshima, MPI für Physik, München). Neutrale Sonden wie Neutrinos (Francis Halzen, University of Wisconsin; Georg Raffelt, MPI für Physik, München) oder Gammastrahlung (Reinhard Schlickeiser, Universität Bochum; Trevor Weekes, Harvard Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge) deuten dagegen direkt auf die kosmischen Teilchenbeschleuniger. Die neuen Hochenergie-Teleskope werden in den nächsten Jahren die astronomischen Beobachtungsfenster für diese Sonden weit öffnen. Ein regelrechtes Goldfieber nach der Entdeckung neuer Quellen und Phänomene ist ausgebrochen. Es besteht berechtigte Hoffnung, indirekte Signaturen für supersymmetrische Dunkelmaterie zu finden (Joakim Edsjö, AlbaNova/Stockholm Center for Physics, Astronomy, and Biotechnology) oder Effekte der Quantengravitation zu identifizieren (Giovanni Amelino-Camelia, Universität Rom).

Die Hauptquellen für relativistische Teilchen sind astrophysikalische Objekte wie Supernovaüberreste, Radiogalaxien oder Quasare, die wegen ihrer Synchrotronstrahlung auch in der Radioastronomie gut bekannt sind (Anton Zensus, MPI für Radioastronomie, Bonn). Ein Besuch des beeindruckenden Radioteleskops in Effelsberg schloss sich an die Vorlesung an. Zu den spektakulärsten kosmischen Teilchenbeschleunigern zählen jedoch die noch immer rätselhaften Gamma Ray Bursts (Eli Waxman, Weizmann Institute

of Science, Rehovot). Prozesse wie die Fermi-Beschleunigung und magnetische Rekonnexion sind für die Teilchenbeschleunigung verantwortlich. Sie können auf kleinerer Skala bei solaren Flares detailliert untersucht werden (Vahe Petrosian, Stanford University & Kavli Institute for Particle Astrophysics and Cosmology). Schwarze Löcher (Karl Mannheim, Universität Würzburg) sowie Akkretionsscheiben und Jets (Max Camenzind, Landessternwarte Heidelberg) sind die wichtigsten zentralen Maschinen für relativistische Phänomene in der Astrophysik. Auch im frühen Universum (Angela Olinto, University of Chicago & Kavli Institute for Cosmological Physics) haben die relativistischen Teilchen eine bedeutende Rolle gespielt. Zu sehr frühen Zeiten fanden im expandierenden Universum Wechselwirkungen der Teilchen bei Energien jenseits des Standardmodells der Teilchenphysik statt. Hier bietet die theoretische Hochenergiephysik ein weites Spielfeld für phänomenologisch interessante neue Ansätze (Glennys Farrar, New York University).

Damit kam das intensive Programm der Schule zum Ende. Für etwas Auflockerung über die zwei Wochen hatte ein vielfältiges Rahmenprogramm gesorgt. Über die gesamte Zeit herrschte eine angenehm konzentrierte Atmosphäre, zu der nicht nur die außergewöhnlich guten Vorlesungen und Diskussionen, sondern auch der komfortable neue Hörsaal und das professionelle Management des Physikzentrums (Dr. Gomer) beitrugen. Herrn Prof. Urban und dem Vorstand der DPG möchte ich hier versichern, dass es eine gute und richtige Entscheidung war, diesen Hörsaal zu realisieren. Über die von Teilnehmern und Referenten gleichermaßen geäußerten positiven Stimmen zu dieser einzigartigen Schule und die effiziente Mitwirkung von Herrn Elsässer (Universität Würzburg) bei ihrer Durchführung habe ich mich als Organisator sehr gefreut; an eine Fortsetzung der Initiative darf gedacht werden. Die Vorlesungen sollen beim Springer Verlag in der Reihe „Lecture Notes in Physics“ erscheinen.

KARL MANNHEIM

Prof. Dr. Karl Mannheim, Universität Würzburg, Institut für Theoretische Physik und Astrophysik, Am Hubland, 97074 Würzburg

1) www.astroteilchenphysik.de