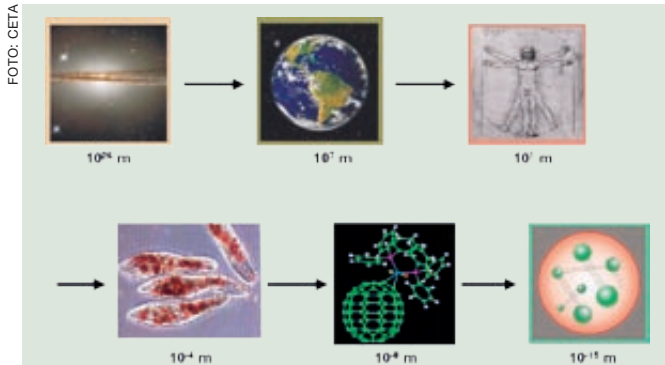


Fragen an das Universum

Exzellente Forschung auf der ganzen Welt: das CETA

Seit 2004 sind etwa 100 Wissenschaftler aus drei Instituten der Universität und zwei Instituten des Forschungszentrums Karlsruhe im Centrum für Elementarteilchenphysik und Astroteilchenphysik (CETA) zusammengeschlossen. Ihr Ziel ist es, die fundamentalen Naturgesetze und damit die Entwicklung des frühen Universums direkt nach dem Urknall zu verstehen.



Die Forschung am CETA reicht von den höchsten Energien zu den kleinsten Teilchen.

Die Experimentalphysiker beteiligen sich an aufwändigen Versuchen, die wegen ihrer Komplexität und schieren Größe nur von internationalen Zusammenschlüssen vieler Universitäten und Forschungseinrichtungen geschultert werden können. Dies geschieht in enger Zusammenarbeit mit Theoretischen Physikern, deren Vorhersagen mit den Experimenten überprüft werden, und die bei der Interpretation der gewonnenen Daten eine Schlüsselrolle spielen. Informatiker und Computer-Experten tragen dazu bei, die Voraussetzungen für die Verarbeitung der riesigen Datenmengen zu schaffen.

So beteiligt sich CETA am derzeit stärksten Teilchenbeschleuniger Tevatron am Fermilab bei Chicago, wo 1995 das Top-Quark entdeckt wurde und nach den fundamentalen Strukturen der Materie geforscht wird. Ab 2007 wird der Teilchenbeschleuniger Large Hadron Collider (LHC) am CERN bei Genf Protonen mit tausendmal höherer Leistung aufeinanderschießen, als sie am Tevatron erzielt werden kann. Die Suche nach dem Higgs-Boson und nach möglichen Teilchen Dunkler Materie, die am LHC erzeugt werden können, sind Hauptziele dieses Riesenbeschleunigers. Wissenschaftler des CETA haben wesentliche Komponenten für den haushohen CMS Detektor beigesteuert, der 100 Meter unter der Erdoberfläche am Beschleuniger installiert wird. Um die

Datenflut des LHC zu verarbeiten und zu speichern – jede Sekunde werden so viele Daten aufgezeichnet, wie auf eine CD passen – werden weltweit 100.000 Rechner zum so genannten LHC Grid zusammengeschlossen. Das GridKa am Forschungszentrum Karlsruhe ist einer von zehn Hauptknoten des LHC Grid.

Beim CETA bringen Informatiker ihre Expertise ein, um das riesige Rechenzentrum aufzubauen und zu betreiben. Im italienischen Frascati und in Stanford, USA, werden Elektronen und Positronen (die positiv geladenen Antiteilchen der Elektronen) aufeinandergeschossen. CETA-Forscher nehmen dort Präzisionstests des Standardmodells vor.

Nicht nur die schwersten Teilchen sind Forschungsgegenstand im CETA, sondern auch das vermutlich leichteste Materieteilchen des Universums, das Neutrino. Die Masse dieses flüchtigen Partikels soll in dem riesigen Detektor KATRIN bestimmt werden, der am Forschungszentrum unter Leitung der Karlsruher Wissenschaftler aufgebaut wird. Die Messung ist von fundamentaler Bedeutung, um den Anteil von Neutrinos am „Gewicht“ des Universums zu bestimmen, das sie als Bestandteile der mysteriösen Dunklen Materie bevölkern. Das Experiment EDELWEISS im Alpentunnel Frejus will schwere Teilchen der Dunklen Materie direkt nachweisen. 1780 Meter Gesteinsschicht schirmen das Experiment von kosmischer Strahlung ab. Dunkle Materie gelangt hingegen mühelos durch das Gestein. In Germanium-Kristallen soll ein winziger Teil der Partikel Atomkerne anstoßen und so die Kristalle kaum merklich erwärmen. Aus dem All treffen Teilchen auf die Erdatmosphäre, die bis zu 100 Millionen

Mal mehr Energie haben als an irdischen Beschleunigern erreicht werden kann. Ihre Herkunft und Zusammensetzung sind noch unklar. Das Pierre-Auger-Observatorium in der argentinischen Pampa will solche Teilchen beobachten. Auf einer Fläche so groß wie das Saarland werden derzeit 1600 mit Wasser gefüllte Detektoren sowie große Lumineszenzdetektoren installiert, die Partikel oder Lichtblitze nachweisen, die von den Höhenstrahlenschauern herrühren. Etwas bescheidener nimmt sich das KASCADE-Grande Experiment aus, das auf dem Gelände des Forschungszentrums Teilchenschauer über Karlsruhe registriert. So wollen die Forscher unter anderem herausfinden, aus welchen Elementen diese energiereiche kosmische Strahlung besteht.

Um die Brücke von den experimentellen Daten zu grundlegenden Naturgesetzen zu schlagen, brauchen die Wissenschaftler theoretische Gebäude, welche die Eigenschaften der Elementarteilchen beschreiben. Der hohen Genauigkeit vieler Daten muss dabei mit aufwändigen Präzisionsrechnungen begegnet werden. Der Sonderforschungsbereich/Transregio (SFB/TR) 9, dessen Sprecher Professor Dr. Johann Kühn vom Institut für Theoretische Teilchenphysik (TTP) ist, stellt den weltweit größten Zusammenschluss für diese theoretische Präzisionsphysik dar. Er umfasst neben den Wissenschaftlern des TTP und des Instituts für Theoretische Physik der Universität Karlsruhe auch Forscher in Aachen und Berlin. Es ist gut möglich, dass diese Präzisionsanalysen Signaturen neuer, noch unverstandener Physik ans Licht bringen und zum Beispiel Effekte neuer Higgs-Bosonen oder sogar Fingerabdrücke der Teilchen der Dunklen Materie zeigen. Und sobald der LHC neue Teilchen findet, ist die Präzisionsphysik unverzichtbar, um deren Eigenschaften zu bestimmen. Dabei arbeiten die Theoretiker des SFB eng mit ihren experimentellen Kollegen im CETA zusammen. ■ <CHRISTIAN MEIER>