

Max-Planck-Institut für Radioastronomie in Bonn, wo er die Forschungsabteilung „Millimeter- und Submillimeter-Astronomie“ leitet. Entscheidend für die große Leistungsfähigkeit von ALMA ist die interferometrische Kombination der einzelnen Antennen, die auf diese Weise ein einziges kilometergroßes Riesenteleskop bilden. Im Zentrum der Anlage befindet sich eine Anordnung von fünfzig Antennen mit je 12 Metern Durchmesser. Dazu kommen noch zwei weitere Felder mit vier bzw. sieben Antennen. Die Abstände zwischen den Antennen können von 150 Metern bis zu 16 Kilometern variiert werden, wobei die Auflösung proportional zur längsten Basislänge ist. Jede Antennenschüssel fokussiert die gesammelte Strahlung auf einen hochempfindlichen Empfänger, der auf 4 Kelvin gekühlt werden muss. Erst ein spezieller Supercomputer, der „ALMA-Korrelator“, erzeugt aus den zusammengeführten Signalen der einzelnen Antennen

ein Bild. Selbst mit nur einem kleinen Teil der installierten Antennen gewährte ALMA den Forschern bereits beispiellose Einblicke in frühe Stadien der Sterngeburt und Planetenentstehung und machte junge Galaxien im frühen Universum sichtbar, die für bisherige Teleskope unzugänglich waren.

ALMA beobachtet zum einen kontinuierliche, sehr breitbandige Strahlung, die beispielsweise von kaltem bis warmem Staub emittiert wird. Das ermöglicht es, Staubscheiben um gerade entstehende Sterne detailliert zu studieren und auch ihre Masse mitsamt der des umgebenden Staubes und Gases abzuschätzen. Daraus ergeben sich empfindliche Rahmenbedingungen für die Entstehung von Sternen und Sternhaufen. „Ein heiliger Gral der Forschung wäre es, die Wolke eines Protosterns direkt beim Kollabieren zu beobachten“, sagt Karl Menten.

Neben der kontinuierlichen Strahlung lassen sich mit ALMA auch Spektrallinien beobachten

und so die chemischen Details von frühen Galaxien oder Protosternen identifizieren oder immer komplexere Moleküle entdecken. Die Astronomen hoffen sogar darauf, mit ALMA erstmals eine Aminosäure im interstellaren Medium nachweisen zu können. Zusätzliche Perspektiven bietet die Kombination von ALMA mit dem hauptsächlich bei längeren Wellenlängen arbeitenden Radioobservatorium Karl G. Jansky Very Large Array (JVLA) in New Mexico, das kürzlich neu aufgerüstet wurde. „Die Spektralbereiche der beiden Anlagen überlappen sich und eröffnen so traumhafte Perspektiven für den gemeinsam beobachtbaren Himmelsbereich“, betont Karl Menten. Für ihn läutete ALMA bereits vor der offiziellen Einweihung eine neue Ära der Astronomie ein: „Als ich die Serie von Spektren für unsere Forschungen das erste Mal gesehen habe, hat es mich umgehauen. Das überstieg alle meine Erwartungen.“

Alexander Pawlak

■ Higgs immer sicherer

Hinweise auf ein Higgs-Boson verdichten sich. Deutsche Teilchenphysiker erläutern Bundestagsabgeordneten die Bedeutung dieser Ergebnisse.

Das sieht ihm ähnlich – so lautete die offizielle Sprechweise der Teilchenphysiker, seit sie im vergangenen Jahr am Large Hadron Collider (LHC) ein neues Elementarteilchen entdeckt hatten, ein „Higgs-ähnliches Boson“. Doch nachdem die Kollaborationen der Detektoren ATLAS und CMS inzwischen 2,5-mal so viele Daten ausgewertet haben, scheinen sie sich immer sicherer zu sein, ein Higgs-Teilchen entdeckt zu haben. Das gab das CERN am 14. März in einer Pressemitteilung bekannt. „Ähnlich“ ist also gestrichen, allerdings ist nicht von *dem* Higgs-Boson die Rede, sondern von *einem*. Wie es der Zufall wollte, hatten die deutschen Teilchenphysiker bereits Wochen zuvor just an diesem Tag zu einem Parlamentarischen Abend in das Magnus-Haus in Berlin eingeladen. Immerhin rund 25 Abgeordnete



Rolf-Dieter Heuer, Generaldirektor des CERN, erläuterte im Magnus-Haus die am Large Hadron Collider gewonnenen

Ergebnisse und betonte die gesellschaftliche Bedeutung der Grundlagenforschung.

oder ihre Assistenten waren der Einladung gefolgt – eine erfahrungsgemäß gute Resonanz –, um „ein Stück weit in Ihre spannende

Welt hineinzublicken, die ein bisschen anders ist als das Plenum des Deutschen Bundestags“, sagte Thomas Rachel, Parlamentarischer

Staatssekretär im BMBF, in seinem Grußwort.

Was hat es nun mit dem Unterschied zwischen *dem* und *einem* Higgs-Boson auf sich? Für die Parlamentarier mag diese Frage ein subtiles Detail betreffen, für die Physik ist sie jedoch essenziell: Im Rahmen des Standardmodells der Teilchenphysik gibt es genau ein Higgs-Boson, dessen Eigenschaften – mit Ausnahme der Masse – das Modell alle voraussagt. Dazu gehört insbesondere, dass das Teilchen Spin 0 und eine gerade Parität (+) hat. Darauf deuten die gemessenen Winkelverteilungen der beobachteten Teilchenzerfälle auch hin.^{#)} Allerdings sagen supersymmetrische Erweiterungen des Standardmodells gleich mehrere Higgs-Bosonen voraus. Haben ATLAS und CMS nun das Higgs-Boson des Standardmodells beobachtet oder das leichteste einer supersymmetrischen Theorie? Da auch letzteres die Quantenzahlen 0^+ hat, lässt sich diese Frage

nur durch eine präzise Analyse aller möglichen Zerfälle beantworten.^{&)} Erschwerend kommt hinzu, dass die Abweichungen zwischen Standardmodell und Supersymmetrie beliebig klein sein können, sodass überhaupt nicht klar ist, ob der LHC in den nächsten Jahren überhaupt eine Antwort liefern kann. Angesichts der Tatsache, dass die vom Standardmodell beschriebene gewöhnliche Materie nur fünf Prozent des Energie- und Materieinhalts des Universums ausmacht, und die Supersymmetrie einen natürlichen Kandidaten für die 25 Prozent der Dunklen Materie liefert, wäre aber jeder Hinweis darauf spektakulär. CERN-Generaldirektor Rolf-Dieter Heuer brachte es am Ende seines Vortrags so auf den Punkt: „Wir haben fünfzig Jahre gebraucht, um fünf Prozent zu erklären. Es wird Zeit, dass wir weiter kommen.“

Neben der eigentlichen Entdeckung stand auch die gesellschaftliche Bedeutung der Grundlagen-

forschung auf dem Programm des Parlamentarischen Abends. Dazu zählen die vielen gut ausgebildeten Nachwuchswissenschaftler, die im Anschluss an ihre Promotion meist in der Wirtschaft arbeiten, wie DPG-Präsidentin Johanna Stachel in ihrer Begrüßung betonte. Hinzu kommen die Technologieentwicklungen und Innovationen (Stichwort: WWW und Grid Computing) sowie die Völkerverständigung, ergänzte Rolf-Dieter Heuer. Daher sei das Geld am LHC gut angelegt. Immerhin überweist Deutschland jährlich rund 180 Millionen Euro an das CERN und trägt damit etwa 20 Prozent der Kosten. Zusätzlich fördert das BMBF im Rahmen zweier Forschungsschwerpunkte mit weiteren 13 Millionen jährlich deutsche Teilchenphysiker an Universitäten und außeruniversitären Instituten, die an den Experimenten ATLAS und CMS wichtige Rollen einnehmen.

Stefan Jorda

#) Aufgrund des beobachteten Zerfalls des neuen Teilchens in zwei Photonen ist Spin 1 nicht möglich, Spin 2 lässt sich noch nicht ganz ausschließen.

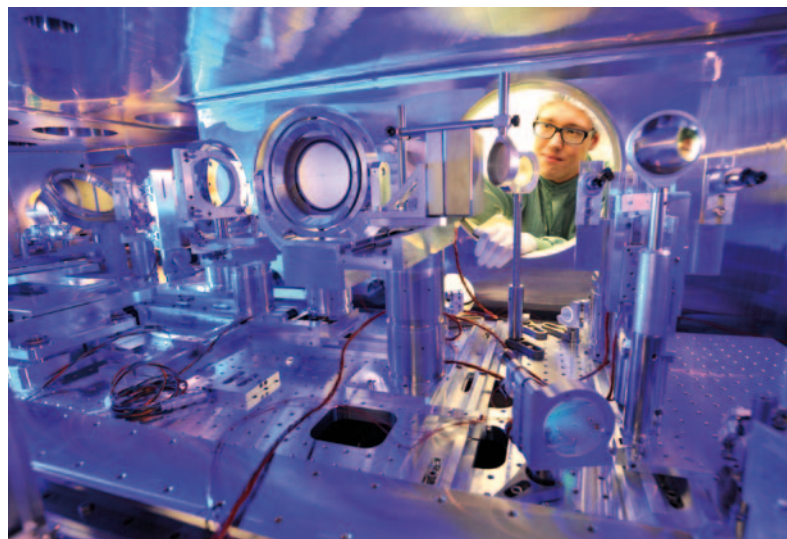
&) Bislang sind die gemessenen Zerfallsraten der verschiedenen Kanäle im Rahmen der Unsicherheiten kompatibel mit den Vorhersagen des Standardmodells.

Investitionsoffensive in Rossendorf

Ende Februar wurde am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf das Zentrum für Hochleistungs-Strahlenquellen ELBE eingeweiht.

Selbst wenn sie hin und wieder für Hochwasser oder Ärger wegen eines Brückenbaus sorgt – Dresden lässt sich nicht ohne Elbe vorstellen. Ähnlich unverzichtbar ist der ELBE für das am Stadtrand von Dresden gelegene Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR). Hinter diesem Akronym verbirgt sich allerdings nicht der Fluss, sondern der recht sperrige „Elektronen Linearbeschleuniger für Strahlen hoher Brillanz und niedriger Emittanz“. Dieses Zentrum für Hochleistungs-Strahlenquellen wurde in den vergangenen Jahren für 55 Millionen Euro zum größten Forschungsgerät in Sachsen ausgebaut und Ende Februar in Anwesenheit von Ministerpräsident Stanislaw Tillich eingeweiht.

Herzstück von ELBE ist der bereits bestehende supraleitende Beschleuniger für Elektronen, der bei unveränderter Energie von 40 MeV



HZDR / Bierstedt

Am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf soll in dieser Targetkammer brillante Röntgenstrahlung entstehen durch

die Streuung von Elektronen des ELBE-Beschleunigers mit Photonen eines Hochintensitätslasers.

dank neuer Hochfrequenztechnik nun fast die doppelte Stromstärke liefert (1,6 mA). Fast verdoppelt wurde durch einen Anbau auch die

Grundfläche des ELBE-Gebäudes. Das schafft Platz für neue Labore, in denen die Wissenschaftler mit dem Elektronenstrahl die unter-