

■ Millimeterarbeit im kosmischen Maßstab

Das ALMA-Observatorium ist offiziell eingeweiht. Bereits vor der Fertigstellung lieferte es spektakuläre Ergebnisse.

In der chilenischen Atacama-Wüste, 5000 Meter hoch gelegen, schwenkten am 13. März über sechzig hausgroße Antennenschüsseln wie in einem präzisen Ballett in dieselbe Richtung. Das Signal dafür kam vom chilenischen Präsidenten Sebastián Piñera, der damit das Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) offiziell seiner Bestimmung übergab. Die Blickrichtung bei der Einweihung: das Zentrum der Milchstraße. Dort verbirgt sich ein gigantisches Schwarzes Loch von vier Millionen Sonnenmassen. Optischen Teleskopen ist der Blick durch Gas- und Staubmassen verwehrt. Doch ALMA kann diesen galaktischen Schleier durchdringen und neue Erkenntnisse über das Schwarze Loch und vieles weitere mehr liefern.

ALMA ist bereits seit Ende 2011 im Betrieb, doch erst jetzt wurde der Aufbau aller 66 Antennen vollendet. Das nahmen die Projektpartner aus Europa, Nordamerika, Ostasien und der Republik Chile zum Anlass, um das weltweit größte astronomische Observatorium offiziell einzuweihen. Ort des Festaktes mit über 500 Gästen war das ALMA-Kontrollzentrum, das sich 2000 Meter unterhalb des Antennenfeldes befindet. „Einer unserer vielen natürlichen Ressourcen ist Chiles spektakulärer Nachthimmel“, betonte Präsident Piñera in seiner Festansprache. Ganz zu Recht, denn der Standort auf dem Chajnantor-Plateau bietet die welt-



ESO / C. Malin

Die Antennenschüsseln von ALMA auf dem Chajnantor-Plateau in den chilenischen Anden. Die Große und die Kleine

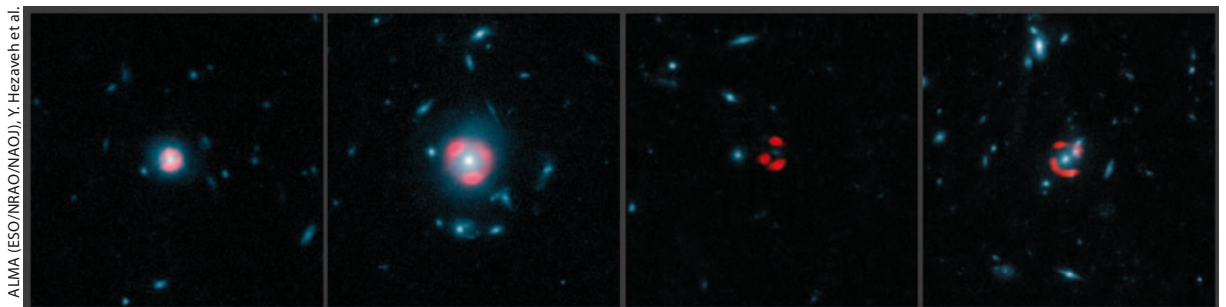
Magellansche Wolke, zwei Begleitgalaxien unserer Milchstraße, sind als helle Lichtflecken zu erkennen.

weit besten Beobachtungsbedingungen für Millimeter- und Submillimeterstrahlung. ALMA „sieht“ Wellenlängen von 0,3 bis 5 Millimeter und hat dadurch freien Blick in das „kalte“ Universum, von dem man sich insbesondere Einblicke in die Geburt von Galaxien, Sternen und Planetensystemen verspricht. Normalerweise absorbiert Wasserdampf diese Strahlung, doch in der großen Höhe der chilenischen Anden lässt sie sich dank der extrem trockenen Luft beobachten.

Anfang der Achtzigerjahre hatten die USA, Japan und Europa zunächst separate Pläne für eigene Millimeter/Submillimeter-Observatorien. Doch 1998 entschieden sich die amerikanischen und europäischen Astronomen für ein gemeinsames Projekt, dem sich Japan 2004 anschloss. „ALMA ist ein Beispiel

dafür, dass große Erfolge möglich werden, wenn Institutionen und Nationen ihre Kräfte bündeln“, betonte während des Festaktes Tim de Zeeuw, Generaldirektor der Europäischen Südsternwarte (ESO), die mit ALMA erstmals an einem globalen Projekt beteiligt ist. Der Bau von ALMA begann 2003 und erforderte sogar die Entwicklung spezieller Transportfahrzeuge. Die Gesamtkosten belaufen sich auf etwas mehr als eine Milliarde Euro, von denen die ESO 37,5 Prozent trägt.

„ALMA ist grob gesagt eine Größenordnung leistungsfähiger als jedes andere Interferometer. Mit drei getrennten Projekten hätte sich nicht ein solcher Sprung in Bezug auf Auflösungsvermögen, Empfindlichkeit und Wellenlängenabdeckung erreichen lassen“, betont Karl Menten, Direktor am



ALMA (ESO/NRAO/NAOJ), Y. Hezaveh et al.

Diese Bilder kombinieren Aufnahmen des Hubble-Weltraumteleskops mit ALMA-Daten von vier verschiedenen

extrem fernen Galaxien (rot), die vom Gravitationslinseneffekt verzerrt werden. Dabei zeigte sich, dass die hef-

tigsten Sternentstehungsausbrüche im Universum bereits wesentlich früher stattfanden als bislang angenommen.

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