

EINSTEINCHEN

Fledermäuse fliegen sicher durch Frequenz-Tricks

Selbst im dichten Wald oder in großen Gruppen gelingt es Fledermäusen, beim schnellen Jagen ihrer Beute nirgendwo anzustoßen. Mit welchem Trick sie dabei arbeiten, haben jetzt Forscher aus den USA und Japan mithilfe winziger Mikrofone herausgefunden: In Umgebungen mit vielen Hindernissen stoßen die Tiere häufiger ihre Ultraschalltöne aus und verschieben dabei die Frequenz, um die Echo-Antworten auseinander halten zu können. Obendrein speichern Fledermäuse offenbar mentale Muster ab, um Ursprungston und Echo schneller zuordnen zu können (Pnas). Die Ergebnisse sollen helfen, bessere Radarsysteme zu entwickeln. wsa

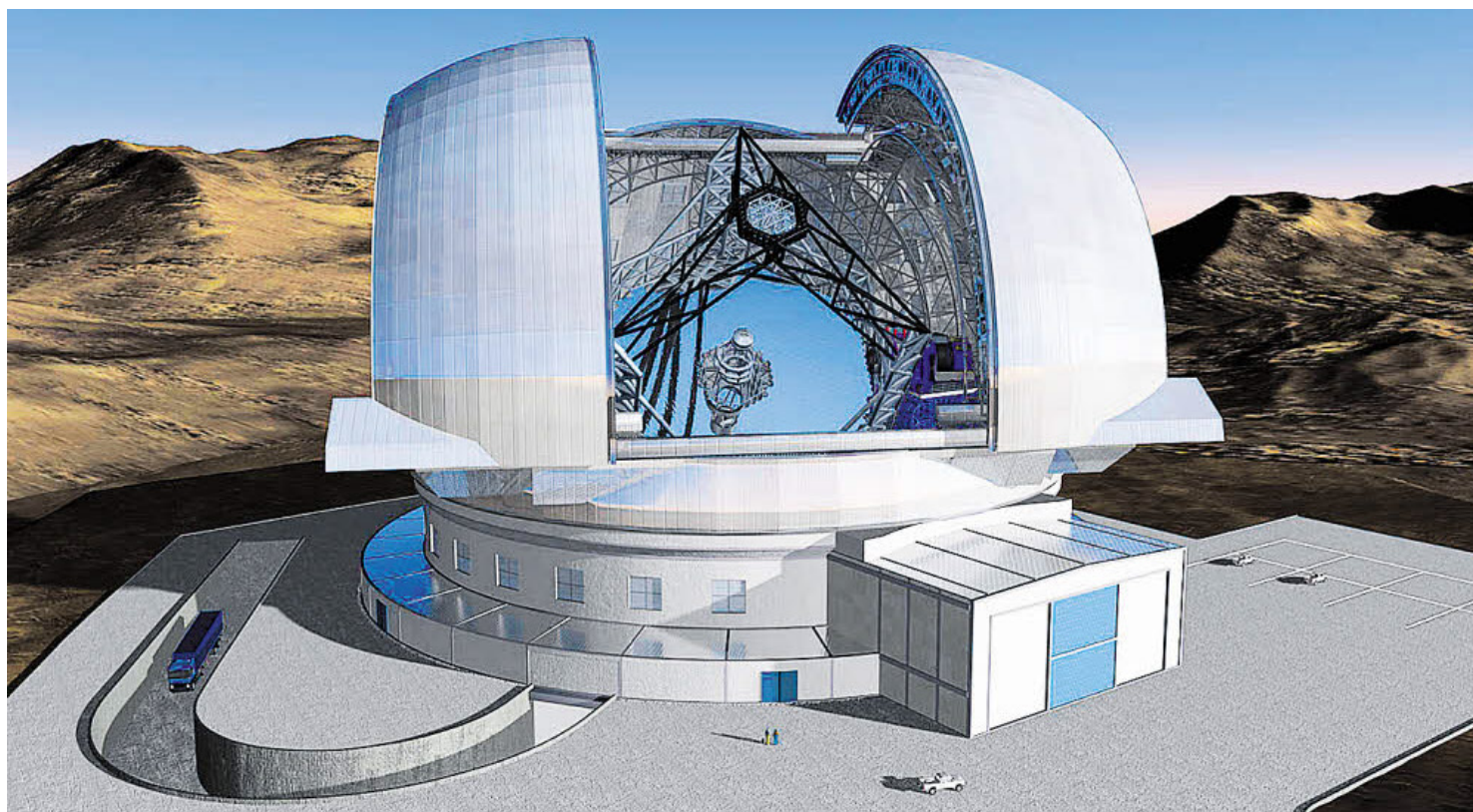
NACHRICHTEN

Große Ozeane sorgten für mildes Klima im Archaikum

Ein langjähriges Rätsel der Klimageschichte ist gelöst: Nicht eine hohe Konzentration von Treibhausgasen, sondern größere Ozeane und fehlende Wolken ermöglichten schon vor mehr als 2,5 Milliarden Jahren flüssiges Wasser auf der Erde – trotz einer deutlich geringeren Sonnenstrahlung als heute. Das haben dänische Geologen durch die Analyse von Gesteinsproben aus einem 3,8 Milliarden alten Felsen in Grönland herausgefunden. Zudem sei die CO₂-Konzentration über Milliarden von Jahren konstanter gewesen als bisher angenommen – eine speziell für die Entwicklung von Klimamodellen wichtige Erkenntnis, berichten die Forscher um Minik Rosling von der Universität Kopenhagen (Nature, Bd. 464). Seit die Sonne vor 4,5 Milliarden Jahren entstand, nimmt ihre Strahlungsleistung zu. So war sie im Archaikum – also vor vier bis 2,5 Milliarden Jahren – etwa 30 Prozent schwächer als heute. Unter heutigen Bedingungen würde bei einer solchen Reduktion die Durchschnittstemperatur der Erde um etwa 23 Grad sinken und Wasser wäre nur noch als Eis vorhanden. ddp

Tragbare Atomuhr auf einem Chip

So genau Atomuhren ticken, so aufwendig ist ihr Aufbau. Um in Zukunft auch tragbare Versionen bauen zu können, kontrollieren Münchener Physiker nun ultrakalte Quantengase auf einem nur wenige Zentimeter großen Chip. Wie sie in der Zeitschrift Nature berichten, gelang es ihnen erstmals, auf diesem Atomchip einzelne Rubidium-Atome quantenmechanisch zu koppeln. Mit dieser Verschränkung könnte sogar noch genauer gemessen werden als mit klassisch aufgebauten Atomuhren oder Interferometern. „Diese Technik könnte genutzt werden, um Messungen um einen Faktor 2 zu verbessern“, so Max Riedel und seine Kollegen aus der Arbeitsgruppe von Physik-Nobelpreisträger Theodor W. Hänsch am Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching. wsa



Aus fast tausend Segmenten wird der Hauptspiegel des künftigen Europäischen Großteleskops E-ELT zusammengesetzt.

ESO

Die Suche nach Erde Nummer 2

Europäische Astronomen im Wettstreit mit den USA um das leistungsfähigste Teleskop

Von Thomas Bürhrle

Europas Astronomen haben große Pläne. Bis 2018 wollen sie ein Teleskop bauen, das alles bislang Dagewesene in den Schatzen stellt. Der Hauptspiegel wird einen Durchmesser von 42 Metern besitzen und das Gebäude nahezu die Ausmaße eines Fußballstadions annehmen. Dieser Gigant könnte Bilder vom Universum liefern, die 15-mal schärfer sind als die des Weltraumteleskops Hubble, und damit bewohnbare, erdähnliche Planeten ablichten, die um ferne Sterne kreisen. Ein Expertenteam der Europäischen Südsternwarte ESO hat kürzlich den optimalen Standort bekanntgegeben. Demnach soll das European Extremely Large Telescope (E-ELT) in den Chilenischen Anden entstehen.

Der Hauptspiegel ist gewissermaßen das Auge eines Teleskops. Je größer er ist, desto mehr Licht sammelt er, und desto schwächere Himmelskörper können die Astronomen noch wahrnehmen. Das derzeit größte Observatorium, das Very Large Telescope der ESO, besteht aus vier Teleskopen, deren Spiegel jeweils acht Meter Durchmesser besitzen. Kaum war diese Anlage vor etwa zehn Jahren fertig, da forderte die Südsternwarte die Astronomen ihrer Mitgliedstaaten dazu auf, ein noch größeres Teleskop in Angriff zu nehmen.

Erste Pläne sahen einen Giganten namens OWL (Overwhelmingly Large Telescope) mit einem Hundert-Meter-Spiegel vor. Doch dieses Vorhaben erwies sich bald als zu gewagt und zu teuer. „Wir dürfen in einem neuen Teleskop nicht ausschließlich revolutionäre Neuerungen haben“, sagt Roberto Gilmozzi, der Projektleiter des jetzt geplanten, abgeleckten Giganten E-ELT.

Der gewaltige Hauptspiegel des E-ELT wird voraussichtlich die größte technische Herausforderung bilden. Er lässt sich keinesfalls mehr am Stück fertigen.

Stattdessen wird er, einer flachen Honigwabe ähnlich, aus sechseckigen Spiegelsegmenten zusammengesetzt. Die immense Zahl von fast tausend dieser jeweils knapp eineinhalb Meter großen und fünf Zentimeter dünnen Puzzleteile verleiht dem Projekt industrielle Ausmaße. „Das größte Problem wird aber die exakte Ausrichtung aller Segmente sein“, sagt Gilmozzi. Verkippungen um einige Millionstel Millimeter haben schon verheerende Auswirkungen auf die Bildqualität.

Die durch Luftunruhen erzeugten Bildfehler werden im zweiten Spiegel entfernt

Rein rechnerisch wird das E-ELT viel schärfere Bilder liefern können als das Hubble. Doch in der Praxis verwischt die unruhige Luft die Himmelsaufnahmen. Mit einem Trick lässt sich dieses Problem umgehen. Das vom Hauptspiegel kommende Lichtbündel muss dafür auf einen weiteren Spiegel fallen, bevor es in eine Kamera gelangt. Dieser adaptive Spiegel ist sehr dünn. Dies ermöglicht es, dass rückseitig angebrachte Stößel ihn genau so verbiegen können, dass die von der Luftunruhe entstehende Lichtwelle nach der Reflexion wieder perfekt gerade ist. Auf diese Weise erlangen die Himmelsaufnahmen „Weltraumqualität.“

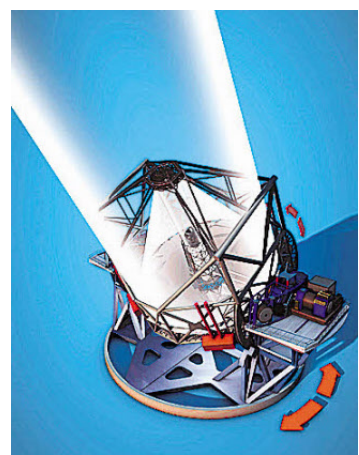
Beim E-ELT wird dieser adaptive Spiegel zweieinhalb Meter Durchmesser besitzen und von 5 000 Stößeln tausend Mal pro Sekunde computergesteuert verformt werden. Diese extreme Anforderung wird die Ingenieure noch erheblich ins Schwitzen bringen.

Und so reiht sich eine technische Hürde an die nächste: Wie werden sich die Windkräfte auf die 1400 Quadratmeter große Fläche des Spiegels auswirken? Wie wird sich der 5000 Tonnen schwere Gigant exakt auf die Himmelsobjekte ausrichten lassen? Wie

sieht das optimale Design für das Gebäude aus? An diesen und vielen anderen Fragen arbeiten derzeit mehr als 30 Institute und Firmen. Ihr Konstruktionsvorschlag, den sie Ende dieses Jahres vorlegen werden, soll zeigen, wie sich das E-ELT bis 2018 für rund eine Milliarde Euro bauen lässt.

Um den optimalen Standort für das zukünftige Observatorium zu finden, installierten Astronomen auf mehreren Bergen automatische Messstationen, die die Wetterbedingungen aufzeichneten. Nach vier Jahren legte die Kommission jüngst ihr Ergebnis vor: Demnach ist der 3000 Meter hohe Cerro Armazones in Chile der Top-Favorit. Er bietet nicht nur die ruhigste und klarste Luft, sondern ist auch nur etwa 25 Kilometer vom Cerro Paranal entfernt, auf dem das Very Large Telescope steht. Damit existiert zumindest bis zum Fuß des Berges eine asphaltierte Straße. Ein derzeit noch abenteuerlicher Staubpfad bis zum Gipfel muss zu einer veritablen Straße ausgebaut werden.

Dennoch ist die Logistik neben dem Klima das zweite entscheidende Kriterium bei der Wahl des Berges. Immerhin müssen während der Bauphase mehr als 1500 Container auf den Gipfel geschafft werden. Der spätere Betrieb erfordert dann eine zuverlässige Stromversorgung mit einem Jahresverbrauch, der mit dem einer Kleinstadt vergleichbar ist, und letztlich müssen rund 150 Angestellte dort wohnen.



Der Strahlengang des geplanten ESO-Teleskops.

Die Europäer sind nicht allein auf dem Weg zum Observatorium der Zukunft. Ein Konsortium aus Instituten in den USA, Kanada, Japan und China plant derzeit auf dem 4200 Meter hohen Gipfel des Mauna Kea, Hawaii, ein 30-Meter-Teleskop (TMT), das Ende 2017 in Betrieb gehen soll. Dessen Hauptspiegel wird aus knapp 500 Segmenten bestehen.

Einen etwas anderen Weg gehen US-amerikanische, australische und koreanische Astronomen mit dem Giant Magellan Telescope, das bis 2019 in den Chilenischen Anden auf dem Cerro Las Campanas entstehen soll. Bei ihm werden sieben Spiegel mit einem Durchmesser von jeweils 8,4 Metern gemeinsam das Sternenlicht sammeln. Seine Leistungsfähigkeit entspricht einem Einzelteleskop mit 24,5 Metern Durchmesser. Diese faszinierenden Aussichten spornen Astronomen schon jetzt dazu an, auf Tagungen über die Möglichkeiten der Megateleskope zu diskutieren. Grundsätzlich werden diese in allen astronomischen Bereichen einsetzbar sein, aber einige Fragen sind heute besonders brennend.

„Ganz oben auf der Liste steht die Frage nach einer zweiten Erde“, sagt der wissenschaftliche Projektleiter Markus Kissler-Patig. Gibt es im Universum weitere Planeten, auf denen es Leben geben könnte? Das E-ELT wird in der Lage sein, Planeten in den bewohnbaren Zonen ferner Sterne zu entdecken und deren Atmosphären zu untersuchen. Kosmologen erhoffen sich eine Antwort auf die große Frage, wie die ersten Galaxien, also die Vorfahren unserer Milchstraße, entstanden sind. Es mehren sich die Anzeichen, dass riesige Schwarze Löcher dabei eine zentrale, aber noch weitgehend ungeklärte Rolle gespielt haben.

Kosmologen erhoffen sich eine Antwort auf die große Frage, wie die ersten Galaxien, also die Vorfahren unserer Milchstraße, entstanden sind. Es mehren sich die Anzeichen, dass riesige Schwarze Löcher dabei eine zentrale, aber noch weitgehend ungeklärte Rolle gespielt haben.

Kosmologen erhoffen sich eine Antwort auf die große Frage, wie die ersten Galaxien, also die Vorfahren unserer Milchstraße, entstanden sind. Es mehren sich die Anzeichen, dass riesige Schwarze Löcher dabei eine zentrale, aber noch weitgehend ungeklärte Rolle gespielt haben.