d/wibi/12-06-w-4c - 06.04.2010 09:25:21 - anja.schmitt
Cyan Magenta Gelb Schwarz

Wissenschaft

Größere Ozeane und fehlende Wolken

Neue Erklärung für das milde 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 CO_2-Konzentration über Milliarden von Jahren konstanter gewesen als bisher angenommen – eine speziell für die Entwicklung von Klimamodellen wichtige Erkenntnis, berichten die Forscher um Minik Rosing 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)*

Sicherer Flug durchs Getümmel

Die Tricks der Fledermäuse

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.

Ihre Ergebnisse schildern die Forscher in den Proceedings of the National Academy of Sciences Early Edition. Die Ergebnisse dürften auch helfen, bessere Radar- und Sonarsysteme zu entwickeln und sogenannte Phantom-Objekte zu vermeiden. „Sie haben dies entwickelt, damit sie im Durcheinander fliegen können. Andernfalls würden sie gegen Bäume und Äste prallen“, erklärt James Simmons, Professor für Neurowissenschaften an der Brown University. Er hatte über Jahre hinweg Fledermäuse im Flug gefilmt. Nun wollte er untersuchen, weshalb die Tiere auch im schnellen Zickzackflug Hindernissen ausweichen können. *(wsa)*

Tragbare Atomuhr auf einem Chip

Physiker koppeln Atome

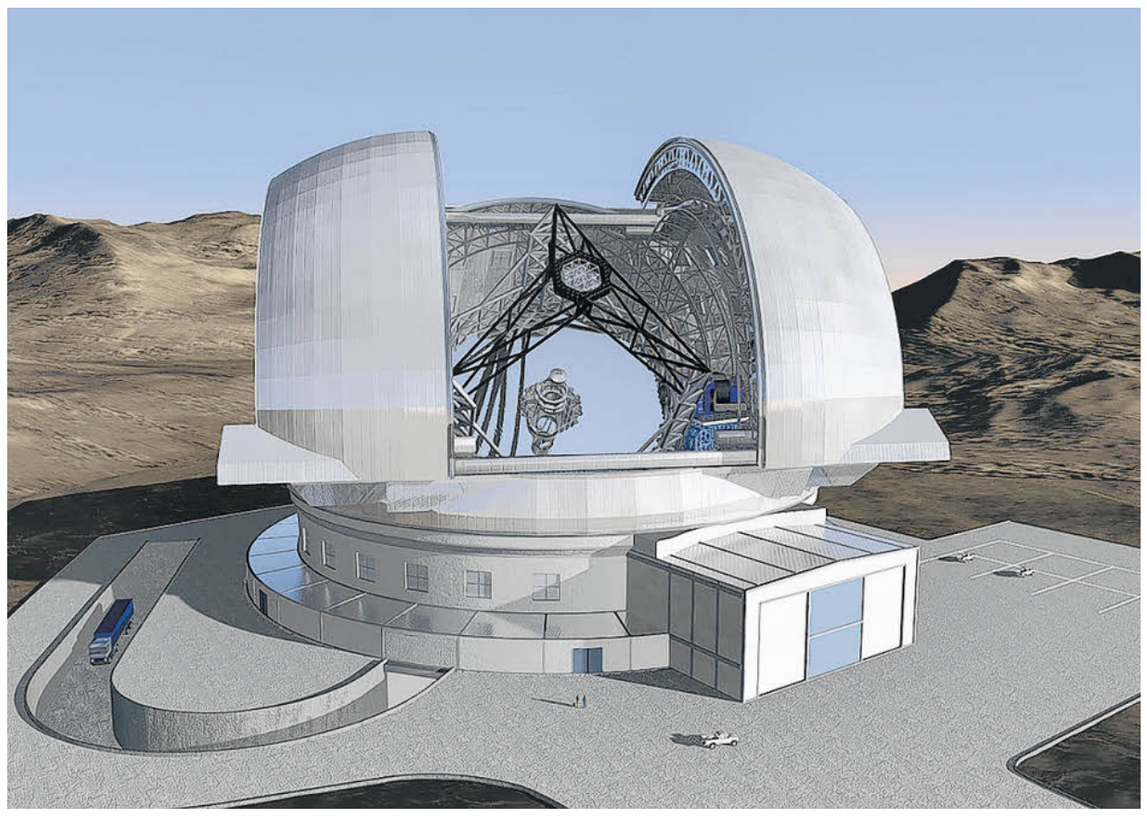
So genau Atomuhren ticken, so aufwendig ist ihr Aufbau. Um in Zukunft auch tragbare Versionen bauen zu können, kontrollieren Münchener Physiker nun ultrakalte Quantengase auf einem nur wenige Zentimeter großen Chip. Wie sie in der Zeitschrift Nature berichten, gelang es ihnen erstmals, auf diesem Atomchip einzelne Rubidium-Atome quantenmechanisch zu koppeln. Mit dieser sogenannten 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“, erklären Max Riedel und seine Kollegen aus der Arbeitsgruppe von Physik-Nobelpreisträger Theodor W. Hänsch am Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching. Für die gelungene Verschränkung auf dem Atomchip kühlten die Physiker Rubidiumatome auf tiefe Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt bei minus 273,15 Grad. Es entstand ein Bose-Einstein-Kondensat. *(wsa)*
DOI: 10.1038/nature08988

Auf der Suche nach Erde Nummer 2

Europäische Astronomen planen ein gewaltiges Teleskop, das leistungsfähiger als Hubble sein soll

VON THOMAS BÜHRKE



ESO

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

Europas Astronomen haben große Pläne. Bis 2018 wollen sie ein Teleskop bauen, das alles bislang Dagewesene in den Schatten 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 (Over Whelmingly 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, abgespeckten 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.

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 Spiegel ist sehr dünn. Dies ermöglicht es, dass rückseitig angebrachte Stößel ihn genau so verbiegen können, dass die von der Luftunruhe entstellte 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 5000 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.

Den perfekten Berg gefunden

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. Denn die Logistik ist 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.

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 neuen Megateleskope zu diskutieren. Grundsätzlich werden diese in allen astronomischen Bereichen einsetzbar sein, aber einige Fragen sind heute besonders brennend.

Blick auf Schwarze Löcher

„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 wie wir es kennen existieren 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. Auch das Schwarze Loch im Zentrum unserer Milchstraße wird zu den ersten Objekten gehören, das Astronomen mit dem E-ELT eingehend studieren. Dunkle Energie, Dunkle Materie, die Geburt neuer Sterne – es gibt noch genügend offene Fragen.

Tyrannosaurier lebten auch auf Südhalbkugel

Fossilien erlauben Einblick in die frühe Entwicklung

Bislang haben Forscher Überreste der Tyrannosaurier nur auf der Nordhalbkugel entdeckt – nun sind in Australien erstmals südlich des Äquators Fossilien eines solchen Raubsauriers ausgegraben worden. Sie stammen von einer kleinen, bislang unbekannten Art der Tyrannosaurier, und die Knochen aus der Kreidezeit erlauben neue Einblicke in deren frühe Entwicklung, wie britische und australische Forscher im US-Fachjournal Science (Bd. 327, S. 1613) schreiben.

Die Paläontologen waren in der Dinosaurier-Bucht, einer Fossilienlagestätte im australischen Bundesstaat Victoria, auf den 30 Zentimeter langen Hüftknochen eines unbekannten Dinosauriers gestoßen. Der Knochen gleicht denen anderer Tyrannosaurier verblüffend. Die Wissenschaftler werten ihn deshalb als den ersten Beleg dafür, dass Tyrannosaurier auch auf den südlichen Kontinenten existiert haben.

„Obwohl wir nur einen Knochen haben, liegt der Schluss nahe, dass kleine Tyrannosaurier wie unsere vor 110 Millionen Jahren wahrscheinlich weltweit verbreitet waren“, erläuterte der Leiter der Forschergruppe, Roger Benson von der Universität Cambridge.

Charakteristisch großer Kopf

Der kleine Vorfahr des *Tyrannosaurus rex* war rund drei Meter lang und etwa 80 Kilogramm schwer. Er besaß bereits den charakteristisch großen Kopf und die kleinen Arme der Tyrannosaurier, war jedoch viel kleiner als der legendäre *Tyrannosaurus rex* aus der späten Kreidezeit vor rund 70 Millionen Jahren, der es auf bis zu zwölf Meter und vier Tonnen gebracht haben soll.

„Diese Entdeckung lässt darauf schließen, dass die Tyrannosaurier die Gebiete auf der Südhalbkugel schon früh in ihrer Evolutionsgeschichte erreichen konnten“, sagte Bensons Kollege Paul Barrett vom Londoner Naturkundemuseum. „Und wahrscheinlich könnten auch noch Überreste in Afrika, Südamerika und Indien gefunden werden.“ Zu Lebzeiten des kleinen Tyrannosauriers hatten sich die südlichen Kontinente bereits von den nördlichen getrennt, waren aber noch verbunden, wie die Forscher erläutern.

Erst Anfang Februar hatten amerikanische Forscher eine neue Art der Tyrannosaurier auf der Nordhalbkugel identifiziert. Der entfernte Cousin des *Tyrannosaurus rex* hatte sogar noch mehr Zähne als der berüchtigte Raubsaurier. Seine Überreste waren bereits vor mehr als zehn Jahren im US-Staat New Mexico geborgen worden. *(dpa)*
DOI:10.1126/science.1187456

Tausende Meilen über das Meer

Die Helgoländer Vogelforscher wollen anhand von Fahrtenschreibern erfahren, wohin die Reise des Steinschmätzers geht

VON MARTIN WEIN

R.NAGEL

Mit 25 Gramm ein Fliegengewicht – der weitgereiste Steinschmätzer.

Es ist kaum zu glauben: Jedes Frühjahr schwingt der Steinschmätzer seine 25 Gramm Lebendgewicht in die Luft und geht auf Fernreise gen Norden. Vögel aus Ostafrika zieht es rund 15 000 Kilometer nach Nordosten bis in die Tundren Alaskas. Die Überwinterer aus Mauretanien ziehen dagegen über den stürmischen Nordatlantik bis nach Island, Westgrönland und Ost-Kanada. „Durchaus möglich, dass sie im Herbst die 5500 Kilometer über See nonstop fliegen“, staunt Professor Franz Bairlein. Er leitet das Institut für Vogelforschung – Vogelwarte Helgoland mit Hauptsitz in Wilhelmshaven.

Seit genau einem Jahrhundert ist die renommierte Einrichtung den Langstreckenflügen der Zugvögel auf der Spur. Der rote Felsen Helgoland mitten in der Nordsee ist dafür ein idealer Standort. Seit 1909 haben sich 800 000 rastende Vögel allein in den drei Trichterreusen auf der Insel verfangen, wurden vermessen, gewogen und beringt. Die Herkunft von bereits einmal beringten Singdrosseln und Amseln, Rotkehlchen, Buchfinken oder Gartengrasmücken, ihr Zustand und ihr Fortpflanzungserfolg lassen sich so dokumentieren als bei einer Kartierung im Brutgebiet.

Den Zugwegen und dem Zugverhalten des Steinschmätzers kamen Bairlein und Kollegen dabei jedoch nicht wirklich auf die Schliche. Dabei hat die Art sich von allen Singvögeln eines der größten natürlichen Verbreitungsgebiete erschlossen und ist damit ein Modellfall für Langstreckenzieher. Deshalb haben die Ornithologen die rund 15 Zentimeter langen Vögel im vergangenen Jahr in ihren Brutgebieten in Deutschland, Kanada und Alaska besucht und 76 Tieren kleine Rucksäcke mit so genannten Geolokatoren aufgesetzt. Bairlein spricht vereinfacht von Fahrtenschreibern: „Ein herkömmlicher Sender zur Satellitenortung kam nicht in Frage. Der wäre viel zu schwer“, sagt er.

Mehr als fünf Prozent ihre Körpergewichts sollen Tiere nicht tragen. Nur 1,1 Gramm wiegt deshalb das am Wilhelmshavener Institut eigens entwickelte Gerät. Es besteht aus einem Lichtsensor, einem Datenspeicher mit Uhr und Kalender und einer Batterie. Mindestens ein Jahr lang speichert es Tag für Tag die Daten für Auf- und Untergang der Sonne. In Kombination mit dem Kalender lässt sich daraus mit einer Genauigkeit von 120 Kilometern ein Bewegungsprofil für jeden Ort der Erde ermitteln.

In wenigen Wochen wird Bairlein mit seinen Mitstreitern versuchen, die Testflieger erneut zu fangen, um die Daten auszulesen. Damit sie die wertvollen Tiere auch erkennen, haben die Forscher ihnen bunte Ringe um die langen Beine geknipst. Bei einer Überlebenswahrscheinlichkeit von etwa 50 Prozent und weitgehender Standorttreue im Brutgebiet könnten ausreichend Individuen ins Netz gehen, um verlässliche Informationen über Reisegeschwindigkeit, Rastplätze und Pausenzeiten zu erhalten.

Schon heute wissen die Forscher, dass der Zug weitgehend genetisch programmiert ist. Nach wenigen Wochen Brutpflege müssen die Jungvögel nachts jeder für sich allein ihren Weg finden. Sie nutzen dazu einen Sternenkompass oder bei Wolken das Magnetfeld der Erde. „Es muss eine genetische Information über das Reiseziel geben“, ist Bairlein sicher.

Dabei folgen die Vögel im Herbst in umgekehrter Richtung ihren Ahnen, die erst nach Ende der jüngsten Eiszeit aus dem tropischen Afrika aufbrachen, um dem begrenzten Nahrungsangebot saisonal zu entgehen. „Die out-of-Africa-Hypothese gilt vielleicht nicht nur für den Menschen, sondern auch für den Steinschmätzer“, vermutet Bairlein.

Der Vorteil der Strapaze liegt auf der Hand: Im Norden locken etwa riesige Mückenschwärme oder andere Wirbellose als Nahrung im Überfluss und erlauben mehrere Bruten pro Saison, während im Süden ein beständiger latenter Mangel herrscht.

In ihre ursprüngliche Heimat kehren die Tiere nur als Fluchtburg zurück, wenn es in der kalten Jahreszeit in der neuen Heimat zu ungemütlich wird. Binnen 10 000 Jahren haben die winzigen Vögel damit fast die gesamte Nordhalbkugel für sich erschlossen, auch wenn jeder einzelne von ihnen im Schnitt nur dreimal die große Reise schafft – die meisten werden nur zwei Jahre alt. Wie sich dieses Verhalten genau entwickelte, sollen nun die Daten der Fahrtenschreiber und weitere genetische Untersuchungen enthüllen.

Millionen Ringe

Der Kunstmaler Heinrich Gätke legte ab 1837 mit seinen Aufzeichnungen den Grundstein der Vogelforschung auf Helgoland. 1891 erschien sein Buch „Die Vogelwarte Helgoland“. Nachdem die Biologische Anstalt Helgoland Gätkes Vogelsammlung erworben hatte, wurde am 1. April 1910 der Fischereibiologe Hugo Weigold mit der Erforschung des Vogelzuges beauftragt – die Geburtsstunde des heutigen Instituts.

Die Helgoländer Trichterreusen dienten seit 1920 dem schonenden Fang von Wildvögeln zur Untersuchung und Beringung. Nach Gründung des Landes Niedersachsen wurde die Vogelwarte dem Kultusministerium direkt unterstellt. Da Helgoland noch britischen Munitionstests diente, nahm das neue Institut seinen Sitz in Wilhelmshaven, unterhielt aber seit 1953 wieder eine Außenstelle auf der Insel.

Forschungsschwerpunkte sind heute die Vogelzugforschung, die Populationsbiologie sowie die Umweltforschung. In 100 Jahren hat das Institut insgesamt rund neun Millionen Vögel 585 verschiedener Arten beringt. 250 000 Tiere wurden in allen Teilen der Welt wieder gefunden.