

Stolz erhobener Kopf, leidenschaftlich ungestüm

Das Team um den südkoreanischen Wissenschaftler Woo Suk Hwang hat erstmals einen Hund geklont

VON SONJA KASTILAN

Seoul – Per Kaiserschnitt kam Snuppy am 24. April auf die Welt. Seine Mutter ist eine Labrador-Retriever-Hündin von kräftigem Körperbau mit breitem Schädel und gutmütigem Wesen im seidig-gelbem Fell. Doch Snuppy gleicht seinem Vater, einem Afghanen mit schmalem, stolz erhobenen Kopf, schwarzem Langhaarfell, heller Brust und Vorderläufen. Ob Snuppy auch zum leidenschaftlichen Ungestüm des Rüden neigt, werden Forscher noch genau beobachten: Snuppy ist kein niedliches Zufallsprodukt aus der unerwünschten Liaison zwischen zwei triebgesteuerten Hunden, sondern ein reiner Klon, genetisch identisch mit seinem „Vater“ und der

einzig überlebende Welpen aus einem Versuch mit 1095 Embryonen – eingepflanzt in 123 empfangsbereite Hündinnen als Leihmütter.

Alle Embryonen wurden geklont. Ihr Erbgut stammt aus Hautzellen vom Ohr des dreijährigen Afghanen, deren Kerne man in zuvor geleerte Eizellen einsetzte. Das Team um den Klonexperten Woo Suk Hwang von der National-Universität in Seoul ging dabei nach der bewährten Dolly-Methode vor, welche die Forscher neben anderen Labortechniken meisthaft beherrschen: Vor kurzem erst brachten sie das therapeutische Klonen mit überraschend hoher Effizienz einen Riesenschritt voran und konnten elf Stammzellenlinien aus geklonten menschlichen Embryonen gewinnen. Jetzt berichten die ver-

sierten Forscher in „Nature“ von Snuppys komplizierter Zeugung.

Das bereits verstorbene Schaf Dolly machte den Zoo der Klontiere berühmt, in dem sich inzwischen allerlei Arten tummeln. Copy-Cat, die im Dezember 2001 zur Welt kam, erhöhte den Streichelfaktor erheblich. Und nachdem es mit der Geburt von Prometea im Jahr 2003 erstmals gelang, auch Pferde zu klonen, keimte in Hundebesitzern zunehmend die Hoffnung auf, ihre verstorbenen Gefährten auferstehen zu lassen. Aber alle Versuche schlugen bislang fehl. „Der Eisprung ist bei Hunden zu einem früheren Zeitpunkt – erste meiotische Prophase – als bei anderen Säugetieren“, erklärt Professor Eckhard Wolf vom LMU-Institut für Molekulare Tierzucht und Biotech-

nologie in München. Statt der vergleichsweise einfachen Follikelpunktion muß deshalb der Eileiter gespült werden, um reife Eizellen in ihrer Metaphase II zu erhalten. So gingen auch Hwang und sein Team vor, das trotz extrem niedriger Rate von 1,6 Prozent einen Erfolg melden kann.

Drei der 123 Hündinnen wurden nach der Embryo-Verpflanzung trächtig, zwei Welpen kamen nach 60 Tagen per Kaiserschnitt auf die Welt. Der anatomisch zwar gesunde NT-2 starb aber nach 22 Tagen an einer Lungeninfektion, so bleibt nur ein überlebender Klon – würdig die Abkürzung für „Seoul National University Puppy“ als Namen zu tragen. „Die Effizienzzahlen sind niedrig, aber die Existenz des Hunde-Klons beweist erneut, daß Hwang eine

enorm schlagkräftige Forschergruppe besitzt“, sagt Wolf, der zugleich bezweifelt, daß ähnliche Experimente im hundefreundlichen Europa möglich wären. Snuppys Geburt könnte neue Tiermodelle für die medizinische Forschung ermöglichen, vermutet Wolf, da Ergebnisse aus dem Tierversuch mit Hunden bereits einiges zur Leukämie-Therapie beitragen könnten. Aus ähnlichen Gründen versuchen sich Wolf und seine Mitarbeiter derzeit im Klonen von Kaninchen, die ebenfalls schwer zu klonieren, aber bedeutend sind für die Arterioskleroseforschung.

Hwang, der in Südkorea als Nationalheld gefeiert wird, gewinnt mit Snuppy ein weiteres Aushängeschild. Fraglich ist allerdings, ob Klone das Wissen über Hunderassen und deren

unterschiedliche Verhaltensweisen nähren, wie Hwang prophezeit und vorschlägt, so den Einfluß von Genen oder Umweltfaktoren zu prüfen. Unter Druck gerät nun die US-Firma Genetics Savings & Clones, die Copy Cat (CC) erschuf, um per Klonierung einmal Nachfahren der Hündin Missy zu erhalten, wie es deren Besitzer John Sperling ersehnt. Mit seiner Finanzierung startete 1998 das Projekt für geklonte Kuscheltiere. Nun schnurren Peaches, Baba oder Klein-Gizmo mit CC um die Wette – 26 000 Euro kostet ein Schmussekaten-Klon. Noch in diesem Jahr will der Firmenservice auch Hundefreunde beglücken. Missy wird wohl als erste wieder auferstehen. Die Hündin starb 2002, aber ihr Genmaterial liegt in einer „Petbank“ auf Eis.



„Warum beglückt uns die herrliche, das Leben erleichternde Arbeit ersparende Technik so wenig? Die einfache Antwort lautet: Weil wir noch nicht gelernt haben, vernünftigen Gebrauch von ihr zu machen.“

Albert Einstein

Molekülkino: Weltweit einzigartige Lichtquelle am „Desy“ eingeweiht

VON ANTONIA RÖTGER

Wie Moleküle miteinander reagieren, könnte schon bald auf der Leinwand zu bewundern sein. Und zwar nicht als Trickfilm, sondern mit echten Bildern aus der Natur. Physiker schwärmen von den Möglichkeiten des „molekularen Kinos“, das der neue Freie-Elektronen-Laser im Vakuum-Ultraviolett-Wellenlängenbereich (VUV-FEL) jetzt ermöglichen soll.

Das bisher einzigartige Instrument wurde gestern am Deutschen Elektronensynchrotron (Desy) in Hamburg in Betrieb genommen und hat rund 117 Millionen Euro gekostet. Mit Hilfe des dort

ansässigen Linearbeschleunigers für Elektronen erzeugt das Gerät Laserlicht mit einer Wellenlänge von nur sechs Nanometern (millionstel Millimeter), das im Grenzbereich zwischen harter UV- und weicher Röntgenstrahlung liegt. Bisher lieferten Freie-Elektronen-Laser nur Wellenlängen von mehr als 80 Nanometern.

Das Laserlicht des neuen FEL ist aber nicht nur kurzwelliger, sondern auch eine Milliarde Mal brillanter als das von herkömmlichen Synchrotronstrahlungsquellen. Dadurch lassen sich einzelne Moleküle, aber auch Strukturen im Nanobereich sichtbar machen. Das Laserlicht steht in Form von extrem kurzen Pulsen zur Verfügung, die nur wenige milliardstel Sekunden dauern. Das Licht ist während dieser Zeit „kohärent“, alle Wellen laufen sozusagen im Gleichschritt, und damit ist die Strahlung viel intensiver als bei normalem, nichtkohärentem Licht.

Mit den Laserlichtpulsen können wie mit einem Stroboskop schnell ablaufende Prozesse beobachtet werden, beispielsweise die Faltung von Eiweißmolekülen oder die Bildung chemischer Verbindungen. Experimente mit Clustern und Biomolekülen können einen Beitrag zum Verständnis von Strahlenschäden liefern oder auch aufklären, wie Explosionen auf molekularer Ebene ablaufen. Auch die Chemie interstellarer Wolken sowie der oberen Atmosphäre der Erde könnte experimentell genauer untersucht werden. Schon jetzt haben mehr als 200 Forschungsgruppen aus aller Welt Anträge auf die Nutzung des einzigartigen Instruments gestellt.

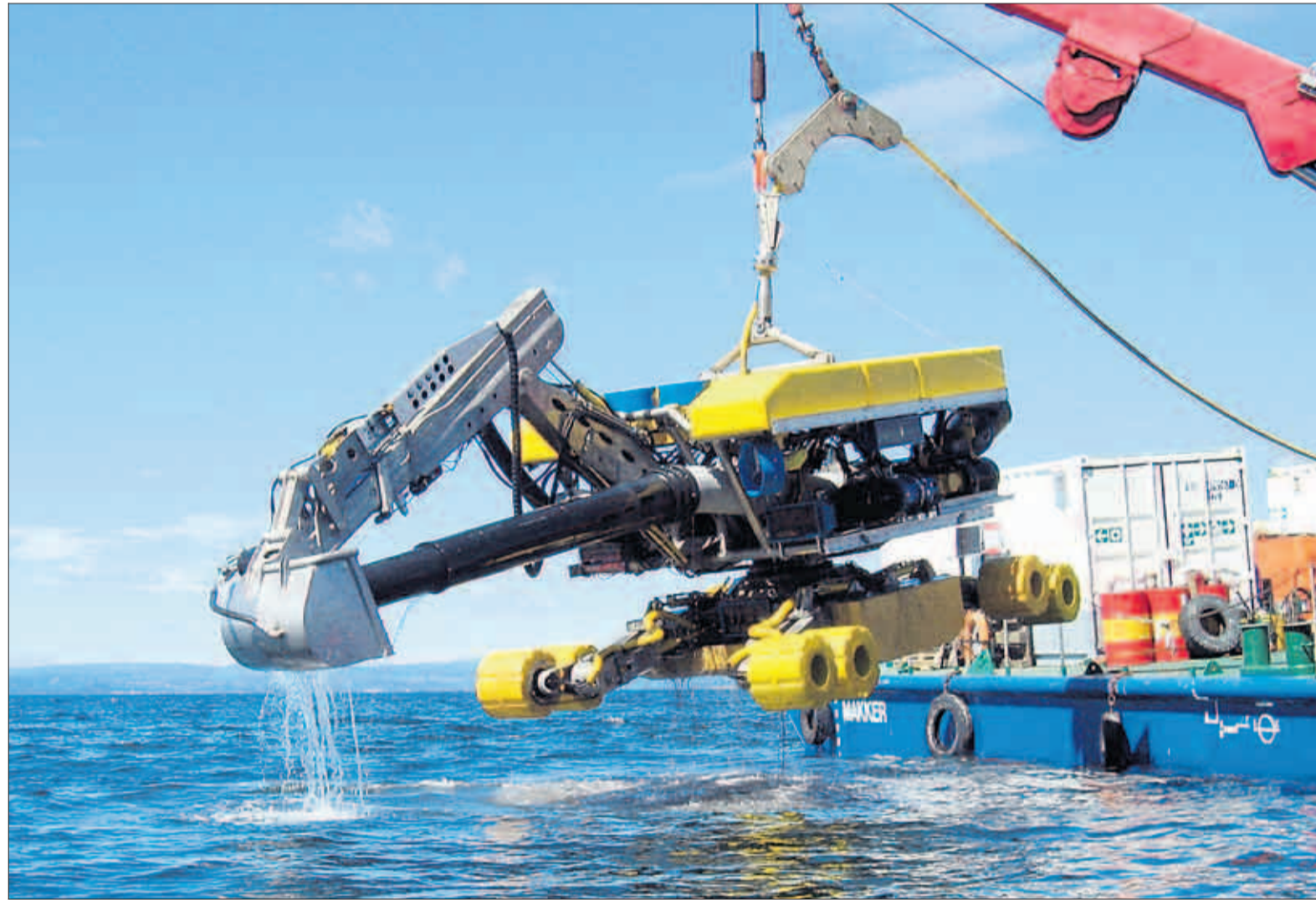
Innovation der Woche



Wie Moleküle miteinander reagieren, könnte schon bald auf der Leinwand zu bewundern sein. Und zwar nicht als Trickfilm, sondern mit echten Bildern aus der Natur. Physiker schwärmen von den Möglichkeiten des „molekularen Kinos“, das der neue Freie-Elektronen-Laser im Vakuum-Ultraviolett-Wellenlängenbereich (VUV-FEL) jetzt ermöglichen soll.

Das bisher einzigartige Instrument wurde gestern am Deutschen Elektronensynchrotron (Desy) in Hamburg in Betrieb genommen und hat rund 117 Millionen Euro gekostet. Mit Hilfe des dort

ansässigen Linearbeschleunigers für Elektronen erzeugt das Gerät Laserlicht mit einer Wellenlänge von nur sechs Nanometern (millionstel Millimeter), das im Grenzbereich zwischen harter UV- und weicher Röntgenstrahlung liegt. Bisher lieferten Freie-Elektronen-Laser nur Wellenlängen von mehr als 80 Nanometern.



Der Bagger wird an Bord des Pipeline-Verlegeschiffes gesteuert – nicht nach Sicht mittels Kameras, sondern mit einem virtuellen Geländemodell des Meeresbodens

„Spider“ räumt am Meeresgrund den Weg für Pipelines frei

Weltweit erster Unterwasserbagger arbeitet in der Nordsee – Hochdruckspritze zertrümmert Steine

VON GERD PFITZENMAIER

Nyhamn – Unwirkliches kommt heraus, wenn norwegische Unterwasserexperten und Forstmaschinenbauer aus dem Schweizer Alpen ihr Know-how zusammenwerfen: etwa „Spider“. Der weltweit erste Tiefseebagger schaufelt seit ein paar Wochen auf dem Grund der Nordsee den Weg frei für ein ehrgeiziges Pipelineprojekt. Er baggert, damit ab Oktober 2007 durch dann 1200 Kilometer lange Rohre auf dem Meeresgrund zwischen Nyhamn in Mittelnorwegen und dem englischen Easington täglich 70 Millionen Kubikmeter Erdgas fließen können – ein Fünftel des britischen Bedarfs.

Der Werkplan der „Spinne“ klingt nach Superlativ. Ihre knifflige Aufgabe in rund 1000 Meter

Tiefe ist bloß ein Teil dessen, was die Firma Norsk Hydro mit der Erschließung der riesigen Gasfelder von Ormen Lange anstrebt. Dort lagern einige hundert Meter unter dem Meeresboden knapp 400 Milliarden Kubikmeter Erdgas – ein Vorrat für drei bis vier Jahrzehnte. Auch das ist ein Novum in Ormen Lange: „Wenn der Betrieb erst läuft“, versichert Projektleiterin Camilla Mohr, „sieht davon auf dem Meer niemand etwas.“ Denn zum ersten Mal sind die Pumpstationen ausschließlich auf dem Grund der See montiert.

Rund 300 Mitarbeiter werkeln an diesem Mammutprojekt. Allein für die Pipeline versenken sie rund 100 000 Rohre, ummanteln sie mit Asphalt und legen die rund 75 Zentimeter dicken Rohre in ein Betonbett. Die Trasse überbrückt

Gräben und kurvt um Korallenbänke, führt über Abstürze und erklimmt Steilhänge. „Extrembedingungen“ nennt Vegard Stokset von Norsk Hydro typisch für das Seegebiet. „Die Wassertemperatur liegt unter dem Gefrierpunkt, und es gibt starke Strömungen.“

Da muß sich Spider durchbeißen. Die Techniker der Menzi Muck AG bei St. Gallen bauten ihm ein Kombifahrwerk aus Rädern und Schreitbeinen unters Chassis. „Damit steht er auch an Hängen mit bis zu 50 Prozent Neigung“, erklären sie ihren norwegischen Kollegen der Firma Nexans. Die verpaßten dem Bagger eine Hochdruckspritze, mit der Spider Felsbrocken zertrümmert und wegwehrt. Alle Bauteile halten dabei dem hohen Druck in der Tiefe und der Korrosion stand, sagt,

Cuno Sutter vom dem Schweizer Baggerbauern: „Die Maschine besteht aus Titan und Aluminium.“

Gesteuert wird sie 1000 Meter höher. Der „Fahrer“ sitzt im Bauch des mit 350 Meter Rumpflänge größten Rohrlegeschiffes der Welt an einer Art von Play-Station. Per Fernbedienung, an der Spider wie an einer Nabelschnur baumelt, bedient er Scheinwerfer, Werkzeuge und Kameras. Weil aber die Arbeiten meist zuviel Schlick und Schlamm vom Grund aufwirbeln, ist die Sicht schlecht. Der Fahrer tappt meist im dunklen. Also blickt der Maschinist auf ein dreidimensionales Modell des Nordseebodens in seinem Bordcomputer. „Er steuert sein Gefährt quasi in virtueller Realität“, schwärmt Vegard Stokset – eben ein ungewöhnliches High-Tech-Projekt.

Auch die europäische Raumfahrt leidet unter den Shuttle-Pannen

Esa-Ratsvorsitzender Sigmar Wittig im Gespräch

Köln – Zweieinhalb Jahre Flugverbot haben die amerikanischen Raumtransporter nach dem Absturz der „Columbia“ am 1. Februar 2003 bereits hinter sich. Für den „Discovery“-Start war es endlich aufgehoben worden. Nach den neuen Weltraumpannen der „Discovery“ gilt es jedoch bereits wieder, denn erneut hatte sich beim Start ein Stück Isoliermaterial vom großen Außentank gelöst, das diesmal nur durch Zufall die Raumfähre nicht beschädigte.

Auch Europa ist von dem neuerlichen Flugverbot betroffen. Denn nur mit den amerikanischen Shuttles kann das unter deutscher Leitung für die Esa gebaute bemannte Forschungsmodul Columbus ins All transportiert und als fester Bestandteil in die „Internationale Raumstation“ (ISS) montiert werden. Anatol Johannes befragte den Vorstandsvorsitzenden des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), Professor Sigmar Wittig, zu den Auswirkungen der neuen Shuttle-Panne auf die europäische Raumfahrt. Wittig ist zur Zeit auch Vorsitzender des Esa-Rats.

DIE WELT: Herr Professor Wittig, glauben Sie, daß nach den neuerlichen Pannen in diesem Jahr noch ein weiterer Shuttle starten kann? Im nächsten Monat hätte ja der deutsche Astronaut Thomas Reiter zur „ISS“ fliegen sollen.

Sigmar Wittig: Na ja, die Isolierungsgeschichte an den Raumfähren muß unbedingt gelöst werden. Andererseits gibt es nur noch zwei Startfenster in diesem Jahr, im September und November. Der nächste Start ist dann im März 2006 möglich. Ich bin also doch sehr skeptisch, daß es in diesem Jahr noch klappt.

DIE WELT: Würde sich das auf den Transport der europäischen Weltraumkabine Columbus zur „ISS“ auswirken? Das geht ja nur mit dem Shuttle.

Wittig: Eigentlich hätte Columbus schon in diesem Jahr gestartet werden sollen. Durch das Flugverbot nach dem Absturz der „Columbia“ war dann von 2006 die Rede. Das rutschte zwischenzeitlich auf 2007. Und jetzt könnte es sogar bis zum Frühjahr 2008 dauern. Das ist für uns schon ein sehr schwerer Schlag.

DIE WELT: Warum? **Wittig:** Zum einen stehen Columbus und die wissenschaftlichen Nutzlasten bereit. Sie müssen jetzt gelagert und auch gewartet werden, was mit nicht unerheblichen Kosten verbunden ist. Zum zweiten müssen die Columbus-Teams, die eigentlich jetzt Start, Montage und Betrieb von Columbus überwachen sollten, zusammengehalten werden.

DIE WELT: Mit welchen Zusatzausgaben müssen die Europäer jetzt rechnen?

Wittig: Ich will hier ja keinen Zweckpessimismus betreiben. Aber auf mindestens zweistellige Millionensummen wird man sicher kommen.

DIE WELT: Bringt die sich abzeichnende Verzögerung noch weitere Probleme für Europa?

Wittig: Wir bekommen keine Termin-Einhaltung. Das ist ein erhebliches Problem. Forschung und Industrie müssen für ihre Planungen wissen, wann sie ihre Experimente durchführen können. Wenn immer alles erneut verschoben wird, bringt das auch denen viele Kosten und Probleme.



„Wenn immer alles verschoben wird, bringt das Forschung und Industrie viele Kosten und Probleme“

WISSENSCHAFT KOMPAKT

MEDIZIN

Schneller Stopp der Vogelgrippe

Eine tödliche Vogelgrippe-Epidemie beim Menschen mit potentiell Millionen Toten läßt sich nur durch eine sofortige Erkennung, harte Quarantänemaßnahmen und den umfangreichen Einsatz von antiviralen Medikamenten stoppen. Zu diesem Schluß kommen zwei heute in „Nature“ und „Science“ veröffentlichte Studien. Die Forscher simulierten einen Ausbruch der leicht übertragbaren Form H5N1 in Thailand. Die Behörden müßten möglichst einen Notfallplan in Kraft setzen, solange noch weniger als 40 Menschen infiziert seien. Notwendig sei die Schließung von öffentlichen Einrichtungen, Reisebeschränkungen, die Isolation der Kranken und die Verteilung von Medikamenten. Dadurch lasse sich die Zahl der Patienten wohl auf 150 begrenzen. Dies liege unter der Schwelle, ab der eine Bedrohung anderer Länder drohe. Zusätzlich müßten in Südostasien bis zu drei Millionen Dosen allgemeiner antiviraler Medikamente gelagert werden. Ein direkt auf den Vogelgrippe-Erreger zugeschnittenes Mittel gibt es noch nicht.

GESUNDHEIT

Knie bei Arthrose bewegen

Wer unter Arthrose des Kniegelenks leidet, sollte regelmäßiges Training machen, um seine Beschwerden zu lindern, ermittelten britische Rheumatologen. Sie stellten fest: Sowohl Geheilverfahren als auch Krafttraining können Schmerzen lindern. Die körperliche Tätigkeit hilft außerdem, Medikamente einzusparen.

BIOLOGIE

Elfenbeinspecht wiederentdeckt

US-Ornithologen haben den als ausgestorben geltenden Elfenbeinspecht, einen der größten Spechte der Welt, wiederentdeckt. Er wurde 1944 letztmals gesehen. Ornithologen der Cornell University berichten jetzt von acht unabhängigen Beobachtungen in einer Sumpflandschaft im Bundesstaat Arkansas.

Das Ressort Wissenschaft erreichen Sie unter:

Telefon: 030 25 91 - 7 19 68
Fax: 030 25 91 - 7 19 67
E-Mail: wissenschaft@welt.de
Internet: www.welt.de/wissenschaft

Ein ungewöhnlicher Mond mit Atmosphäre und Geysiren

Enceladus wird durch gewaltige Gezeitenkräfte des Planeten Jupiter durchgекnetet und erhitzt – Wasser entweicht aus dem Innern

VON HOLGER KROKER

Pasadena – Ein Langweiler von ehemals erfreut zur Zeit die Planetologen mit immer neuen Überraschungen. Der Saturnmond Enceladus ist mit rund 500 Kilometer Durchmesser der sechstgrößte Trabanten des Riesenplaneten und nicht mehr als ein riesiger Schneeball mit nur zehn Prozent Gestein. „Wir dachten, er sei ein toter Himmelskörper, auf dem sich nicht viel ereignete“, berichtete Michele Dougherty vom britischen Imperial College, Teamleiterin des Magnetometers an Bord der US-Raumsonde „Cassini“. Doch beim ersten Vorbeiflug an diesem toten Schneeball am 17. Februar entdeckte das Magnetometer überraschenderweise Hinweise auf eine Atmosphäre, und „Cassini“ Staubkörnerzähler fand überdies, daß der Mond von einer Staubwolke umgeben ist.

Nach einem weiteren Vorbeiflug hat sich „Cassini“ dem Mond am 14. Juli bis auf 175 Kilometer genähert. Dabei entdeckte das „Cassini“-Team mit dem Infrarot-Spektrometer, daß der Mond offenbar im

Inneren Hitze produziert, die sich am Südpol einen Weg an die Oberfläche bahnt. Dort ist die Temperatur stellenweise 35 Grad höher als sonst auf dem Eismond. Das ist zu viel, als daß die Strahlung der Sonne dafür verantwortlich sein könnte. Auf Fotos zeigt sich die betreffende Region überdies mit einer ausgesprochen jungen Oberfläche, die nicht wie sonst durch Krater geprägt ist. Statt dessen sprenkeln Eisblöcke von Hausgröße das Ter-

rain, „und wir konnten in der Nähe der Blöcke Risse in der Eisoberfläche sehen“, berichtet Peter Thomas von der US-amerikanischen Cornell-Universität.

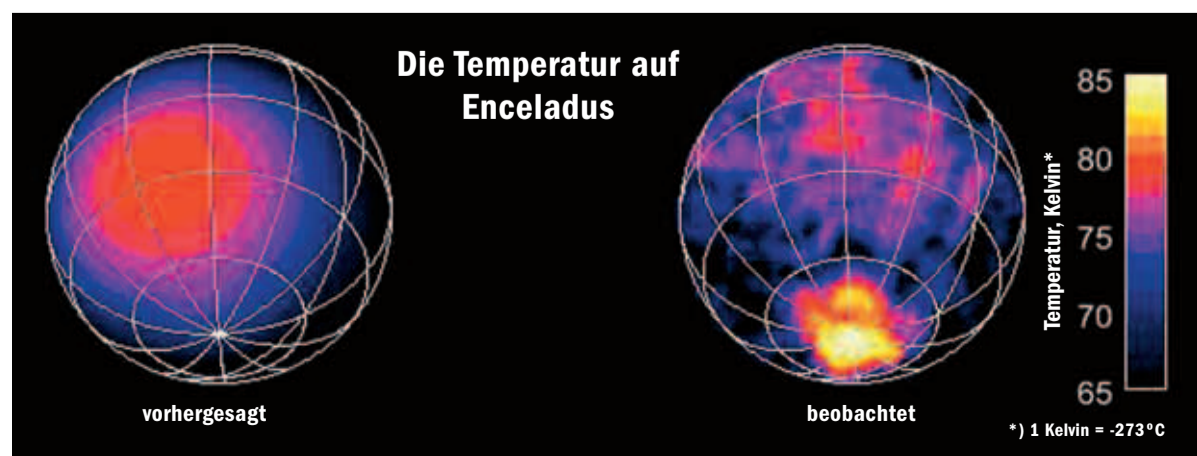
Offenbar hängt die Temperaturanomalie mit dem „Lifting“ der Oberfläche zusammen und ist möglicherweise auch für die rätselhafte Atmosphäre des Mondes verantwortlich. Die Magnetfeldexperten um Michele Dougherty vermuten, daß es sich um eine Art Geysir oder

Eisvulkan handelt. Denn der jüngste Vorbeiflug hat gezeigt, daß die Atmosphäre keineswegs den Mond gleichmäßig umhüllt, wie es bei der Erde der Fall ist, sondern auf der Südhemisphäre offenbar wesentlich stärker ist.

Die Atmosphäre besteht – soweit ist durch die wiederholten Magnetfeldmessungen schon klar geworden – aus geladenen Wasserpartikeln. „Das ist wahrscheinlich zum großen Teil Wassereis, ob Sauer-

stoff und Wasserstoff auch einzeln vorliegen, können wir nicht sehen“, so Michele Dougherty. Falls die beiden Gase vorkommen, könnte es sogar einen leichten Sauerstoffüberschuß in der Atmosphäre geben, da der Wasserstoff sehr leicht weggeweht wird. Enceladus ist nämlich zu klein, um die Gashölle lange zu halten.

Jetzt rätseln die Forscher über die Ursache der Temperaturanomalie. Denn Enceladus ist ebenfalls viel zu klein, um geologisch aktiv zu sein. Außer der Erde kennt man im Sonnensystem nur noch den Jupitermond Io als geologisch aktiven Himmelskörper mit derzeit tätigen Vulkanen. Hier sind es die gewaltigen Gezeitenkräfte des Jupiter, die den Mond aktiv halten. Ähnlich könnte der Saturn das Innere von Enceladus durchgекnetet. Der Mond wäre dann auch die wahrscheinlichste Quelle für den äußerst schwachen E-Ring, in dem er sich bewegt. Dieser Ring ist der schwächste der bekannten Saturnringe und genau da am dichtesten, wo sich der 500-Kilometer-Schneeball befindet.



*) 1 Kelvin = -273°C